



Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland

*Achtergrondstudie bij de kabinetsstrategie:
'Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen'*

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken en
Klimaat en ministerie van Onderwijs,
Cultuur en Wetenschap

Project:

2020.035

Publicatienummer:

2020.035.2023

Datum:

Utrecht, 19 oktober 2020

Auteurs:

ir. Arthur Vankan
dr. Pim den Hertog
dr. ir. Matthijs Janssen
Pieter Jan de Boer MSc
Adriaan Smeitink MSc



Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	7
1. Inleiding	7
2. Wat zijn O&I-ecosystemen?	7
3. Identificatie en afbakening van O&I-ecosystemen	8
4. Beschrijven van O&I-ecosystemen	9
5. Versterken van O&I-ecosystemen: uitdagingen en oplossingen.....	10
6. Epiloog	12
1 Introductie.....	15
1.1 Aanleiding en doel van dit rapport.....	15
1.2 Onderzoeksaanpak.....	16
1.3 Leeswijzer	17
2 Wat zijn O&I-ecosystemen?.....	19
2.1 Het begrip 'O&I-ecosystemen'	19
2.2 Rationale voor O&I-ecosystemen-beleid.....	27
3 Identificatie en afbakening O&I-ecosystemen	33
3.1 Het identificeren van O&I-ecosystemen	33
3.2 Illustratieve niet-limitatieve lijst ecosystemen	38
3.3 Afbakenen van O&I-ecosystemen	39
4 Beschrijven en meten van O&I-ecosystemen	45
4.1 Introductie.....	45
4.2 Verantwoord gebruik van indicatoren	45
4.3 Indicatoren voor het beschrijven van O&I-ecosystemen.....	47
4.4 Belangrijke aandachtspunten bij het meten van O&I-ecosystemen.....	56
5 Het versterken van O&I-ecosystemen: uitdagingen en oplossingen .	59
5.1 Introductie.....	59
5.2 Uitdagingen en oplossingen op individuele O&I-ecosysteem-elementen	60
5.3 Uitdagingen en oplossingen op 'ecosysteem-functioneren'.....	64
6 Epiloog	67
6.1 Identificatie, afbakening en beschrijving van ecosystemen	67
6.2 Versterking van ecosystemen	68
Bijlage 1. Illustratieve niet-limitatieve lijst O&I-ecosystemen.....	71
Bijlage 2. Indicatoren O&I-ecosystemen	81
Bijlage 3. Case: Nanotechnologie	107
Afbakening O&I-ecosysteem	107
Beschrijving O&I-ecosysteem.....	107
Uitdagingen	108
Oplossingsrichtingen	109

Bijlage 4. Case: CERN	111
Afbakening O&I-ecosysteem	111
Beschrijving O&I-ecosysteem	112
Uitdagingen	114
Oplossingsrichtingen	114
Bijlage 5. Case: Regio Chemelot : chemie, materialen en circulariteit	117
Afbakening O&I-ecosysteem	117
Beschrijving O&I-ecosysteem	117
Uitdagingen	118
Oplossingsrichtingen	118
Bijlage 6. Case: Precisielandbouw	121
Afbakening O&I-ecosysteem	121
Beschrijving O&I-ecosysteem	121
Uitdagingen	123
Oplossingsrichtingen	123
Bijlage 7. Case: Quantumtechnologie	124
Afbakening O&I-ecosysteem	124
Beschrijving O&I-ecosysteem	124
Uitdagingen	126
Oplossingsrichtingen	126
Bijlage 8. Case: AI	128
Afbakening O&I-ecosysteem	128
Beschrijving O&I-ecosysteem	128
Uitdagingen	129
Oplossingsrichtingen	130
Bijlage 9. Case: Watertechnologie	131
Afbakening O&I-ecosysteem	131
Beschrijving O&I-ecosysteem	132
Uitdagingen	136
Oplossingsrichtingen	137
Bijlage 10. Case: Regeneratieve Geneeskunde	139
Afbakening O&I-ecosysteem	139
Beschrijving O&I-ecosysteem	140
Indicatoren	142
Uitdagingen	143
Oplossingsrichtingen	143
Bijlage 11. Internationale case: Offshore wind (Noord-West-Duitsland)	145
Omschrijving (ontwikkeling) ecosysteem	145
Beleidsontwikkelingen ecosysteem.....	149

Bijlage 12.	Internationale case: Medicon (Denemarken)	153
	Omschrijving (ontwikkeling) ecosysteem	153
	Beleidsontwikkelingen ecosysteem.....	156
Bijlage 13.	Internationale case: AI Supercluster Montreal (Canada)	161
	Omschrijving (ontwikkeling) ecosysteem	161
	Beleidsontwikkelingen ecosysteem.....	162

Managementsamenvatting

1. Inleiding

Het kabinet heeft in december 2019 een Groeistrategie uitgebracht. Daarin heeft het aangekondigd met een gerichte kabinetsstrategie te komen - opgesteld door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap - om bestaande onderzoeks- en innovatie (verder O&I-) ecosystemen te versterken en nieuwe toonaangevende clusters op veelbelovende technologieën tot stand te brengen. De strategie richt zich op hoe dergelijke O&I-ecosystemen functioneren en op welke wijze het kabinet deze ecosystemen kan versterken. De strategie richt zich niet op het bepalen in welke ecosystemen het kabinet wel en niet zou moeten investeren. Als onderdeel van het formuleren van die kabinetsstrategie heeft Dialogic op verzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap een analyse uitgevoerd van O&I-ecosystemen in Nederland. De resultaten van deze analyse zijn in dit rapport gebundeld. Achtereenvolgens worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat zijn O&I-ecosystemen? [*hoofdstuk 2*]
2. Hoe kunnen O&I-ecosystemen geïdentificeerd en afgebakend worden? [*hoofdstuk 3*]
3. Hoe kunnen O&I-ecosystemen beschreven worden aan de hand van kwalitatieve en kwantitatieve indicatoren? [*hoofdstuk 4*]
4. Hoe kunnen O&I-ecosystemen versterkt worden; voor welke uitdagingen staan zij en hoe kunnen deze uitdagingen aangepakt worden? [*hoofdstuk 5*]
5. Welke lessen kunnen we trekken op basis van de bevindingen in dit rapport? [*hoofdstuk 6*]

2. Wat zijn O&I-ecosystemen?

In de Nederlandse beleidsliteratuur komen we het begrip 'O&I-ecosystemen' voor het eerst tegen in de Groeibrief van december 2019.¹ Het begrip O&I-ecosystemen bevat bekende elementen uit verschillende, maar op elkaar voortbouwende onderzoekstradities die zich bezighouden met dynamiek van onderzoek, innovatie en ondernemerschap in relatie tot economische ontwikkeling met een meer of minder sterkere ruimtelijke component en ruimer (en recenter) het adresseren van maatschappelijke uitdagingen of transformaties. De vier tradities waar het begrip op voortbouwt zijn:

1. **Clusters:** 'industrial districts' waarin samenhangende economische activiteiten plaatsvinden die van elkaars aanwezigheid profiteren.
2. **Innovatiesystemen:** de structuren (van actoren, infrastructuren en instituties) waarin kennisontwikkeling, -uitwisseling en -toepassing plaatsvindt. Het kan gaan om nationale, regionale, sectorale en technologische innovatiesystemen. Specifieke typen innovatiesystemen zijn 'Technologische innovatiesystemen (TIS)' en 'Missiegedreven innovatiesystemen (MIS)'.
3. **Kennis-ecosystemen:** de structuren (van actoren, infrastructuren en instituties) waarin kennisontwikkeling via gezamenlijk onderzoek en samenwerking plaatsvindt. Kennissystemen zijn vergelijkbaar met innovatiesystemen, alleen ligt hier de nadruk meer op (wetenschappelijk) onderzoek en minder op innovatie.

¹ Kamerbrief, 13-12-2019, Groeistrategie voor Nederland op de lange termijn, Kamerstuk 29 696, 7.

4. **Entrepreneurial ecosystems:** een set van onderling afhankelijke actoren en factoren die zodanig gecoördineerd worden dat ze productief ondernemerschap mogelijk maken.

In dit onderzoek hanteren we de volgende definitie voor een O&I-ecosysteem: *"Een ecosysteem voor onderzoek en innovatie omvat een dynamische set van samenhangende actoren, activiteiten, faciliteiten en regels die van belang zijn voor het onderzoeks- en innovatievermogen van individuele actoren en groepen van actoren en, hierdoor, voor het creëren van waarde."*

Aansluitend bij deze definitie hebben we een conceptueel kader ontwikkeld dat de diverse elementen van een O&I-ecosysteem nader toelicht (zie 2.1.3).

Er zijn verschillende soorten rationale aan te wijzen voor het voeren van beleid op O&I-ecosystemen (zie 2.2). Er zijn diverse vormen van 'marktfalen', 'systeemfalen' en 'transformatiefalen', die overheidsinterventie legitimeren. Een prominent element voor O&I-ecosystemen, dat duidelijk in alle drie de perspectieven terugkomt, is het ontbreken van optimale coördinatie van actoren en resources, waardoor economische en maatschappelijke doelen suboptimaal gerealiseerd worden.

3. Identificatie en afbakening van O&I-ecosystemen

In dit onderzoek is getracht O&I-ecosystemen te identificeren. Hiervoor zijn twee benaderingen gebruikt: [1] een '**bottom-up' benadering**, waarin we verkend hebben welke O&I-ecosystemen we kunnen identificeren met behulp van data over publiek-private samenwerking op het gebied van onderzoek (en innovatie), en [2] een '**top-down' benadering**, waarbij we op basis van bestaande documentatie en feedback van experts een illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen hebben opgesteld.

De bottom-up benadering kent te veel beperkingen om 'stand-alone' te stellen welke O&I-ecosystemen er in Nederland zijn. Door te werken met specifieke data wordt altijd een bepaald 'nauw' perspectief op de werkelijkheid genomen. Hoewel dit nauwe perspectief waardevolle informatie bevat, geeft data een te beperkt beeld van de werkelijkheid om recht te doen aan de individuele ecosystemen. In de praktijk ondervinden wij dan ook dat men zich niet voldoende herkent in de data-gedreven geïdentificeerde ecosystemen. Wel is de benadering waardevol in het verkrijgen van eerste ideeën over de breedte van het O&I-landschap, het verkrijgen van inzicht in (een selectie van) betrokken organisaties in O&I-ecosystemen, en het verkrijgen van eerste inzichten in de thema's waar men aan werkt. Daarbij is de gebruikte data ook potentieel waardevol om delen van ecosystemen mee te beschrijven.

De **top-down benadering blijkt een betere manier om O&I-ecosystemen te identificeren**. Op basis van een analyse van strategiedocumenten van provincies, regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's), economic boards, Kennis- en Innovatie-agenda's van topsectoren, en overige documenten (waaronder het rapport Regionale onderzoeks- en innovatie-ecosystemen van TNO, en het 'Manifest Toplocaties') is een eerste longlist van zich ontwikkelende en meer volwassen O&I-ecosystemen opgesteld, verrijkt en getypeerd. Na verdere inspectie van deze longlist bleek dat de gevonden ecosystemen uit de verschillende typen bronnen (thematisch en regionaal) vaak vrij goed op elkaar passen; de regionale ecosystemen geven vaak de regionale foci aan van de thematische ecosystemen. De veel bestaande overlap leidt ook tot 'dubbelingen' op een dergelijke longlist. De longlist is zo goed als mogelijk ontdebeld, en vervolgens voorgelegd aan o.a. departementen en TKI's. De feedback is verwerkt in een **illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen** (zie 3.2). Deze lijst illustreert de reikwijdte van het O&I-ecosysteem-landschap in Nederland,

maar de lijst is niet uitputtend, is continu in beweging, er blijft op onderdelen sprake van overlap, en er is inherent een zekere mate van subjectiviteit betrokken bij het labelen en rubriceren van de ecosystemen. In de praktijk is het lastig om O&I-ecosystemen eenduidig van elkaar te onderscheiden, omdat ze vaak overlappen en genest zijn.

Met behulp van bovenstaande benadering zijn O&I-ecosystemen op hoofdlijnen in kaart te brengen, maar is het nog niet duidelijk hoe zij **operationeel afgebakend** kunnen worden. Om O&I-ecosystemen in de praktijk goed af te bakenen zijn de volgende drie elementen essentieel:

1. *Wie*; welke organisaties en personen zijn onderdeel van het O&I-ecosysteem?
2. *Wat*; met welke thematiek houdt men zich bezig binnen het O&I-ecosysteem?
3. *Waar*; op welke geografische locaties is het O&I-ecosysteem gevestigd?

Het afbakenen van O&I-ecosystemen gaat gepaard met een aantal **fundamentele uitdagingen**: ecosystemen zijn inherent dynamisch en veranderen continu, hebben fluïde grenzen, en hebben vaak een interacterend en 'enabling' karakter (zie 3.3.1). Daarnaast zijn er nog een aantal kleinere uitdagingen, zoals het feit dat de afbakening blijkt af te hangen van het genomen perspectief: arbeidsmarkt vraagstukken kennen bijvoorbeeld vaak een regionaal perspectief, terwijl het onderwerp export snel om een internationaal perspectief vraagt.

Ondanks de verschillende uitdagingen zien wij **mogelijkheden voor het afbakenen** van O&I-ecosystemen (zie 3.3.2). De ecosystemen zijn weliswaar dynamisch van aard, maar het is nog steeds mogelijk om een reeks foto's te maken, waarbij ontwikkelingen in termen van betrokken organisaties en relevante thematiek beschreven kunnen worden. In de praktijk zal iedere operationele keuze voor afbakening zijn gebreken kennen, maar door open en transparant te communiceren over wat de afbakening wel én niet meeneemt en wat de bijbehorende implicaties hiervan zijn, kunnen O&I-ecosystemen toch onderzocht en beschreven worden. Er zijn geen silver bullets als het aankomt op de afbakening van O&I-ecosystemen; ieder ecosysteem kent een eigen dynamiek, zit in een specifieke fase, en kent haar eigen complexiteit. O&I-ecosystemen kunnen zelf vaak het beste inschatten welke afbakening het meeste recht doet aan hun ecosysteem; daarom lijkt het opportuun om de ecosystemen zelf een prominente rol te geven bij de afbakening.

4. Beschrijven van O&I-ecosystemen

Met behulp van operationele afbakeningen is het mogelijk om het O&I-ecosysteem te beschrijven en elementen ervan te meten in de vorm van 'indicatoren'. Wel is het belangrijk om indicatoren op een verantwoorde manier in te zetten en hiervoor is het noodzakelijk om de beperkingen van indicatoren te onderkennen.

In de context van O&I-ecosystemen constateren wij dat indicatoren waardevol kunnen zijn om ecosystemen te **beschrijven**. Individuele ecosystemen kunnen beschreven en gevolgd worden door de tijd, wanneer meerdere 'momentopnames' gemaakt worden. Daarnaast kunnen meerdere ecosystemen descriptief met elkaar vergeleken worden. Een dergelijke vergelijking kan bijvoorbeeld helpen bij het inzichtelijk maken van de verschillende fasen waar ecosystemen in verkeren. Indicatoren kunnen ook gebruikt worden om de '**prestatie van een individueel ecosysteem**' te beschrijven en te volgen. Wanneer een ecosysteem bijvoorbeeld aangeeft moeite te hebben met het vertalen van wetenschappelijke vindingen naar de markt via nieuw opgerichte bedrijven (startups), kan het aantal startups in kaart gebracht worden en gemonitord worden over tijd. Het is echter (**vrijwel**) **onmogelijk om indicatoren aan te wijzen die objectief kunnen vaststellen welk ecosysteem 'beter presteert' dan een ander ecosysteem**. Zo kunnen zes startups in het quantum-

ecosysteem er veel zijn, terwijl zes startups in het AI-ecosysteem er juist heel weinig zijn. O&I-ecosystemen kennen een eigen aard, fase en dynamiek; het idiosyncratische karakter ervan zorgt ervoor dat er geen 'one-size-fits-all-benadering' bestaat voor het adequaat meten van alle ecosystemen. Indicatoren kunnen dus wel degelijk helpen om grip te krijgen op verschillende ecosystemen, maar wij adviseren om zeer voorzichtig en zorgvuldig om te gaan met het koppelen van eventuele normatieve uitspraken ("ecosysteem A doet het beter dan ecosysteem B").

Voor doeleinden, waarbij de focus ligt op de toekomst, is het belangrijk om op te merken dat data en indicatoren per definitie altijd betrekking hebben op het verleden, nooit op de toekomst. Er is dus altijd menselijke logica en onderbouwing nodig om uitspraken te doen over de toekomst en de relatie met de stand van zaken in het heden. Daarbij worden (potentieel) nieuwe, nog onbestaande, ecosystemen per definitie nog niet gerepresenteerd door bestaande data. Data en indicatoren kunnen in dergelijke contexten dus **enkel gebruikt worden om de (huidige) uitgangssituatie te schetsen, maar kunnen op zichzelf geen objectief beeld geven over de toekomst**, bijvoorbeeld ten aanzien van impact op het lange termijn verdienvermogen. Het is vooruitrijden op de weg (visie, logica en onderbouwing) met een blik op de achteruitkijkspiegel (indicatoren).

In dit rapport worden diverse suggesties gedaan voor indicatoren ten behoeve van het beschrijven en meten van O&I-ecosystemen (zie 4.3 en bijlage 1). Deze indicatoren kunnen zowel **kwantitatief** als **kwalitatief** zijn. Sommige zaken laten zich immers niet goed vangen in één of enkele cijfers, zoals de coördinatie en agendavorming binnen een ecosysteem en bepaalde maatschappelijke indicatoren. Een aantal indicatoren is **generiek** en is voor vrijwel alle O&I-ecosystemen relevant, zoals het aantal startups en de intensiteit in samenwerking tussen het bedrijfsleven en kennisinstellingen. Andere potentieel relevante indicatoren zijn heel **specifiek** voor een enkel ecosysteem, zoals 'ziektelast in DALY (Disability-Adjusted Life Years), voor ziekten die door Regeneratieve Geneeskunde genezen kunnen worden' of 'het aantal boeren dat variabele bemesting toepast'.

5. Versterken van O&I-ecosystemen: uitdagingen en oplossingen

Binnen dit onderzoek is ook gekeken naar de vraag hoe O&I-ecosystemen versterkt kunnen worden; voor welke uitdagingen staan zij en welke oplossingsrichtingen kunnen benoemd worden? We maken hierbij onderscheid tussen twee typen uitdagingen: **[1] uitdagingen die betrekking hebben op specifieke elementen van het O&I-ecosysteem, en [2] uitdagingen die betrekking hebben op het functioneren van het O&I-ecosysteem als geheel**. De uitdagingen die we hier presenteren zijn gebaseerd op acht workshops met representanten van verschillende ecosystemen en interviews die het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap met diverse stakeholders hebben gehouden.

We hebben de volgende uitdagingen, die betrekking hebben op specifieke elementen van het O&I-ecosysteem, geïdentificeerd (zie ook 5.2):

1. **Investerings in onderzoeks- en testfaciliteiten.** Hierbij gaat het met name om financiering voor het behoud van onderzoek en de benodigde infrastructuur, om ook op de lange termijn hoogwaardige oplossingen te blijven ontwikkelen. Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van het uitbreiden, reorganiseren, en verbeteren van de regie van onderzoeksfinanciering.
2. **Toptalent.** De kwaliteit en kwantiteit van geschikt human capital wordt als een uitdaging gezien, waarbij specifiek tekorten aan technisch personeel en het risico van het wegvloeien van talent naar andere ecosystemen of landen genoemd worden.

Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van test- en trainingscentra en bijscholingsmogelijkheden.

3. **Financiering voor startups en scale-ups: vroege fase financiering en door-groei.** Kansrijke innovatieve jonge bedrijven komen vaak vast te zitten in de 'valley of death', of ze vertrekken naar het buitenland als daar makkelijker kapitaal te verkrijgen is. Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van goede coaching voor start-ups en jong mkb.
4. **Marktcreatie en het betrekken van gebruikers bij onderzoek en innovatie.** In veel ecosystemen verloopt marktcreatie suboptimaal en worden (eind)gebruikers onvoldoende betrokken, terwijl zij de uiteindelijke vraag voor het ecosysteem representeren. Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van launching customership, innovatiegericht inkopen, effectievere wet- en regelgeving, en prijsbeleid en normering.
5. **Het faciliteren van verbindingen tussen ecosystemen.** Verbindingen met andere ecosystemen worden vaak nog onvoldoende effectief gelegd, er wordt nog lang in de breedte geïnvesteerd, en (te) veel verschillende mogelijke innovatiepaden worden opgehouden. Oplossingen worden onder andere gezocht in betere regie en het duidelijker maken van keuzes voor enkele paden.
6. **Vaardigheden en absorptiecapaciteit in het mkb.** Hoogwaardige kennis wordt onvoldoende geabsorbeerd en toegepast door kleine en middelgrote bedrijven. Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van aanvullend instrumentarium dat het brede mkb (niet de koplopers) vooruithelpt.
7. **Versterken kennisoverdracht en valorisatieproces voor meer impact.** Bedrijven weten vaak moeilijk de voor hen relevante kennisinstellingen of bedrijfspartners te vinden. Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van stimuleringsregelingen voor gezamenlijk experimenteren of kennisuitwisseling, laagdrempelige samenwerkingsprogramma's, thematische communities of kennis- en innovatieadviseurs.
8. **Eerder in het proces aandacht besteden aan wet- en regelgeving.** Wettelijke kaders die innovatie onnodig hinderen leveren weerstand op, wanneer ze innovatieve ontwikkelingen in een ecosysteem tegenhouden. Andersom geredeneerd kan wet- en regelgeving ook een boost geven aan innovatie, door kaders te stellen die innovatie juist in de hand werken. Oplossingen voor belemmeringen worden onder andere gezocht in nieuwe juridische en ethische kaders, en deskundige 'counterparts' bij overheden die de relatie kunnen leggen tussen kennisgebaseerde ontwikkelingen en (regelgeving t.a.v.) mogelijke maatschappelijke consequenties.

We hebben de volgende uitdagingen, die betrekking hebben op het functioneren van het O&I-ecosysteem als geheel, geïdentificeerd (zie ook 5.3):

9. **Het organiserend vermogen van ecosystemen.** Het organiserend vermogen van ecosystemen is vaak suboptimaal, en het blijkt vaak nog moeilijk om met één stem te spreken over belangrijke onderwerpen als onderzoeksfinanciering en talentversterking. Oplossingen worden onder andere gezocht in organisatieprincipes om coherentie binnen én tussen ecosystemen te waarborgen, en het werken en vertrouwen en leiderschap als belangrijke ingrediënten bij een gebalanceerd ecosystemegovernance-model.
10. **Lange-termijn-blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie.** Er bestaat een zorg dat er aan de overheidskant onvoldoende coherente ondersteuning is. Veel ecosystemen hebben op regionaal en landelijk niveau met diverse vakdepartementen te maken bij investeringen en instrumenten. Daarnaast bestaan er vragen over de mate waarin er integrale ondersteuning geboden kan worden aan innovatietrajecten, daar waar ecosystemen en hun

agenda's/programma's vaak afhankelijk zijn van een palet aan instrumenten die ieder een bepaald aspect of bepaalde fase van een innovatietraject beslaan, zoals enkele technological readiness levels of societal readiness levels. Oplossingen worden onder andere gezocht in de richting van coherentie en consistentie in beleid, het goed afstemmen van het missiegedreven innovatiebeleid en agenda's van ecosystemen, en (aanvullende) mogelijkheden voor programmatische financiering.

Bovenstaande uitdagingen laten zien dat er een grote variëteit bestaat in de uitdagingen waar ecosystemen mee te maken (kunnen) hebben. Oplossingen hiervoor hoeven niet enkel vanuit de (Rijks)overheid te komen, maar kunnen ook van andere ecosystemspelers komen.

6. Epiloog

Op basis van de bevindingen met betrekking tot het **identificeren, afbakenen en beschrijven van ecosystemen**, komen we nog tot enkele aanvullende aandachtspunten.

- Als het beleidsdoel is om de **momenteel sterkste** ecosystemen te identificeren (en eventueel te faciliteren), constateren we dat er geen individuele deelanalyses zijn die objectief aan kunnen geven wat momenteel de sterkste ecosystemen zijn. Om toch onderbouwd tot een oordeel te komen, adviseren we om diverse deelanalyses naast elkaar te leggen en te kijken of daar een objectief beeld uit ontstaat van de empirisch aantoonbaar sterkste ecosystemen. En hoe meer dimensies in de verschillende deelanalyses meegenomen kunnen worden (zoals regionale en sectorale karakteristieken), hoe sterker eventuele verschillen empirisch onderbouwd kunnen worden.
- Als het beleidsdoel is om **potentieel sterke** ecosystemen te identificeren, dan is het relatief minder belangrijk in hoeverre de data al laat zien dat er samenhangende O&I-activiteiten in een bepaald domein plaatsvinden. In dat geval komt er meer nadruk te liggen op het organiserende vermogen (netwerkvorming, richting geven) dat nodig is om alle schakels in een ecosysteem in de juiste stand te krijgen. Op het moment dat de netwerkorganisaties die ecosysteem regisseren/faciliteren zich melden kan de eerdergenoemde top-down route vooral helpen om te laten zien of er al massa en momentum is.

Ten aanzien van de **versterking** van O&I-ecosystemen komen we nog tot de aanvullende overwegingen:

- Alle geïdentificeerde knelpunten kunnen vanuit de perspectieven van marktfalen, systeemfalen en transformatiefalen geïnterpreteerd worden. Het **kunnen benoemen van een mogelijke vorm van falen is echter niet voldoende om te concluderen dat overheidsinterventie gewenst is**. Daarvoor is het te allen tijde zaak om in meer detail na te gaan waarom bepaalde transacties, interacties en richtinggevend afstemmingen niet tot stand komen.
- Sommige knelpunten spelen in vrijwel alle O&I-ecosystemen, en lijken daarmee karakteristiek te zijn voor het nationale innovatiesysteem als zodanig. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het gebrek aan (technisch) talent. Het oplossen hiervan kan verlopen door in bepaalde regio's, sectoren en netwerken nieuwe initiatieven op te zetten, maar is misschien ook deels te ondervangen door interventies op landelijk niveau. In die zin kunnen de beschrijving en analyses van een set van O&I-ecosystemen ook aanwijzingen geven voor **generieke knelpunten die opgelost moeten worden en waarvan de oplossing nagenoeg alle O&I-ecosystemen ten goede zou komen**.

- Dat de governance van ecosystemen erop gericht is om kritische massa te benutten en bestaande structuren aan te haken is een kracht, maar het maakt het ook lastiger om te bepalen waar nationaal beleid vervolgens nog een verschil kan maken. Daar waar **generieke of nationale oplossingen** evident mogelijk zijn (met ruimte voor differentiatie naar ecosystemen) heeft dit de voorkeur boven oplossingen op het niveau van individuele O&I-ecosystemen.
- Diverse van de onderzochte ecosystemen lijken op dit moment belangstelling of zelfs commitment georganiseerd te hebben voor een specifiek thema of een specifieke ontwikkelingsrichting. De duurzaamheid en kracht van deze ontwikkelrichting zou sterk kunnen afhangen van de beschikbare beleidsondersteuning om daadkrachtig de beoogde richting op te bewegen. Dit roept de vraag op of het verstandiger is om de ecosystemen te **ondersteunen in termen van 'systeem-functioneren', of dat het versterken van zwakke 'systeem-factoren'** juist vanzelf al leidt tot bestendiging van het organiserend vermogen.
- **Maatschappelijke vraagstukken als 'duurzame landbouw' kunnen sterk wervend en sturend werken** om actoren en de benodigde kennis en cross-sectorale samenwerking te arrangeren die hiervoor benodigd is. Deze maatschappelijke vraagstukken moeten daarbij voldoende substantie hebben en langere tijd wervend en sturend kunnen zijn, zodat de O&I-ecosystemen zich hier daadwerkelijk op kunnen richten, hierin kunnen investeren, kunnen innoveren en hier organisatorisch op kunnen aanpassen. Dat vereist dat enerzijds niet te gemakkelijk telkens nieuwe 'families van maatschappelijke uitdagingen' worden geformuleerd en anderzijds dat de maatschappelijke vraagstellingen voldoende specifiek worden geformuleerd om uitdagend te zijn. Er is behoefte aan een logische opeenvolging en verdieping van wervende thema's die op elkaar voortbouwen, waardoor duurzame samenwerking en afstemming loont en diep gespecialiseerde O&I-ecosystemen ontstaan die zichzelf voortdurend kunnen aanpassen en vernieuwen.

1 Introductie

1.1 Aanleiding en doel van dit rapport

Het kabinet heeft in december 2019 een Groeistrategie uitgebracht.² Daarin heeft het aangekondigd met een gerichte kabinetsstrategie te komen - opgesteld door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap - om bestaande ecosystemen te versterken en nieuwe toonaangevende clusters op veelbelovende technologieën tot stand te brengen, vooral sleuteltechnologieën en technologie gericht op het oplossen van maatschappelijke uitdagingen. Dit voornemen is herhaald in de begin september 2020 aan de Tweede Kamer aangeboden kamerbrief over de vormgeving van het Nationaal Groeifonds waarmee vanaf 2021 geïnvesteerd kan worden in projecten die het lange-termijn-verdienvermogen verbeteren.³ De projecten om dat verdienvermogen te versterken kunnen projecten zijn gericht op kennisontwikkeling (1), R&D- en innovatieprojecten in brede zin (2) en infrastructuurprojecten (3). In de brief is uiteengezet hoe het Nationaal Groeifonds op hoofdlijnen is vormgegeven.

Het Nationaal Groeifonds is een van de manieren is om O&I-ecosystemen te faciliteren of stimuleren. Andere relevante instrumenten zijn bijvoorbeeld regionale programma's (al dan niet met Europese cofinanciering); instrumenten binnen het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid; instrumenten binnen het wetenschapsbeleid die gericht zijn op het versterken van ecosystemen; en programma's in beleidsterreinen zoals landbouw, voedsel en klimaat waarbij met een integrale aanpak van onderzoek en innovatie wordt gewerkt aan maatschappelijke uitdagingen.

Als onderdeel van de uitwerking van de Groeistrategie en in het kader van het Nationaal Groeifonds hebben de bewindspersonen van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap een kabinetsstrategie voor onderzoeks- en innovatie- (verder O&I-) ecosystemen opgesteld. De strategie richt zich op hoe dergelijke O&I-ecosystemen functioneren en op welke wijze het kabinet deze ecosystemen kan versterken. De strategie richt zich niet op het bepalen in welke ecosystemen het kabinet wel en niet zou moeten investeren. Als onderdeel van het formuleren van die kabinetsstrategie heeft Dialogic op verzoek van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap een analyse uitgevoerd van onderzoeks- en ecosystemen in Nederland.

De hier door Dialogic gerapporteerde onderzoeksanalyse beoogt inhoudelijke bouwstenen te bieden voor de kabinetsstrategie. Meer specifiek beoogt het uitgevoerde onderzoek antwoord te geven op de vraag *"Hoe kunnen O&I-ecosystemen geïdentificeerd, afgebakend en systematisch worden geanalyseerd, gebaseerd op kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren?"*

Hiertoe is een eerste illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen in Nederland opgesteld en is er een selectie van acht nationale cases en drie internationale cases onderzocht. Het onderzoek biedt zo een beter inzicht in: wat O&I-ecosystemen zijn; welke O&I-ecosystemen kunnen worden onderscheiden (en hoe deze te identificeren); hoeverre deze O&I-ecosystemen zijn te beschrijven met behulp van een systematische set van

² Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/12/13/kamerbrief-over-groeistrategie-voor-nederland-op-de-lange-termijn>.

³ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/09/07/nationaal-groeifonds>.

kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren en tenslotte met welke uitdagingen deze O&I-ecosystemen (individueel, maar juist ook in gezamenlijkheid) worstelen en mogelijke oplossingen daarvoor.

Op hoofdlijnen kan meer zicht op O&I-ecosystemen relevant zijn voor in ieder geval:

1. het **identificeren en afbakenen** van O&I-ecosystemen, relevant voor discussies over het stimuleren en faciliteren van O&I-ecosystemen (hebben we te maken met reële O&I-ecosystemen, jong dan wel meer volwassen, en hoe kunnen deze afgebakend worden?);
2. het **beschrijven van de ontwikkelingen en 'prestaties'** van ecosystemen (onder andere van belang indien vanuit publieke fondsen en andere instrumenten O&I-ecosystemen gericht ondersteund (gaan) worden en het functioneren en presteren gemonitord (gaan) worden);
3. het **versterken** van ecosystemen (welke aspecten in het functioneren van een specifiek O&I-ecosystemen verdienen aandacht – of – meer generiek welke aspecten in het functioneren van O&I-ecosystemen in Nederland verdienen beleidsaandacht?).

Dit rapport biedt conceptuele en empirische handvatten met relevantie voor beleidsstrategieën gericht op het faciliteren van O&I-ecosystemen. De gepresenteerde analyses moeten gezien worden als een eerste verkenning. Op voorhand was niet duidelijk of en in hoeverre ecosystemen empirisch goed te onderscheiden zijn en hoe valide hun prestaties (door de jaren heen) in kaart kunnen worden gebracht. In dit onderzoek bestuderen we wat mogelijk is, en welke overwegingen van belang zijn op het moment dat metingen gebruikt worden voor doeleinden zoals hierboven beschreven.

1.2 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek is in de maanden juni-september uitgevoerd. Daarbij zijn de volgende onderzoeksactiviteiten – veelal parallel - uitgevoerd:

- **Deskstudie.** Het literatuuronderzoek was vooral gericht op het goed definiëren van O&I-ecosystemen en het aanscherpen van een conceptueel model van O&I-ecosystemen dat bij aanvang van het onderzoek beschikbaar was. Ook is een sampling strategy voor de selectie van de internationale cases ontworpen en zijn mogelijke kandidaten voor internationale cases aangedragen. Hieruit zijn uiteindelijk drie internationale cases geselecteerd.
- **Identificatie ecosystemen.** Op basis van aanvankelijk een bottom-up strategie is verkend in hoeverre data van de Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI) met betrekking tot publiek-private samenwerking (PPS) op het gebied van onderzoek en innovatie (zogenaamde inzetprojecten 2013-2018) zich lenen voor identificatie van O&I-ecosystemen. Vervolgens is op basis van een analyse van strategiedocumenten van provincies, regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's), economic boards, Kennis- en Innovatie-agenda's van topsectoren, en overige documenten (waaronder het rapport Regionale onderzoeks- en innovatie-ecosystemen van TNO, en het 'Manifest Toplocaties') top-down een eerste lijst van zich ontwikkelende en meer volwassen O&I-ecosystemen opgesteld, verrijkt en getypeerd. Op basis van een confrontatie van beide benaderingen is er een eerste illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen vastgesteld, en zijn op basis van een set criteria acht O&I-ecosystemen geselecteerd voor een case-analyse. De illustratieve niet-limitatieve lijst is vervolgens voorgelegd aan o.a. departementen en TKI's.
- In een **kwantitatieve analyseslag** is vervolgens nagegaan in hoeverre de geselecteerde cases te vertalen waren in een set van bedrijven die deel uitmaken van het betreffende ecosystemen. Voor die ecosystemen waarvoor dat mogelijk bleek (zes

van de acht) zijn vervolgens in de CBS-microdata-omgeving een groot aantal kwantitatieve indicatoren verzameld op basis van een lijst van mogelijke kwantitatieve indicatoren die een O&I-systeem nader zouden kunnen typeren. Ook zijn analyses uitgevoerd op H2020-data (CORDIS-database), de eerdergenoemde TKI-data over PPS R&D-projecten (inzetprojecten 2013-2018) en Techleap.nl-data over startups. Daarnaast zijn diverse andere indicatoren op maat voor de case in kwestie betrokken. De resulterende sets van indicatoren zijn vervolgens gevisualiseerd en, voor zover bruikbaar, benut voor de casestudies.

- In een deels parallel uitgevoerd **kwalitatief onderzoek** zijn op basis van deskresearch de acht casestudies van O&I-ecosystemen geanalyseerd alsook de drie internationale casestudies. Dit alles om te bezien in hoeverre in een relatief korte tijdspanne een goed beeld van betreffende O&I-ecosystemen kan worden geschetst. Voor de acht nationale casestudies zijn daarbij voor zo ver dat mogelijk was de resultaten van de kwantitatieve analyse benut. De rudimentaire versie van de acht (nationale) casestudies is gebruikt als input voor een **workshop** met betrokkenen uit de betreffende ecosystemen. De soms gedetailleerde boodschappen die workshopdeelnemers op voorhand individueel hebben aangedragen, zijn in de workshops besproken met de overige deelnemers, om zo een genuanceerder beeld te creëren van hoe het ecosysteem kan worden afgebakend, hoe het gemeten zou kunnen worden, voor welke uitdagingen het ecosysteem staat en welke oplossingen hierbij zouden passen. Mede op basis van de input zoals geleverd gedurende de workshops zijn de casestudies in verkorte vorm op schrift gesteld. De drie internationale cases zijn eerst uitgeschreven en ter verificatie voorgelegd aan Innovatie Attachées van de Rijksoverheid in respectievelijk Canada, Duitsland en Zweden. Hun commentaar op deze cases is verwerkt in de eindversie.
- In een **finale synthese** zijn alle bovenstaande bouwstenen verwerkt in onderhavige rapportage. Hierin is ook gereflecteerd op de mogelijkheden voor identificatie/selectie, beschrijving, monitoring, en de versterking van O&I-ecosystemen. Voor de reflectie op de mogelijkheden voor versterking is een overall analyse gemaakt van uitdagingen en oplossingsrichtingen, waar O&I-ecosystemen mee worstelen.

Gedurende het onderzoek is veelvuldig overleg gevoerd met de betrokken ambtenaren van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, die deelnamen aan de casestudie workshops en die de inzichten deelden uit de gesprekken die ze hadden met experts in het veld.

1.3 Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt. In Hoofdstuk 2 staan we stil bij de vraag wat O&I-ecosystemen zijn. Dit hoofdstuk verschaft conceptuele duidelijkheid over wat O&I-ecosystemen zijn, hoe ze ingebed zijn in de literatuur en waaruit ze zijn opgebouwd. Daartoe presenteren we niet alleen een definitie, maar een uitgebreid conceptueel kader dat we in de rest van het rapport gebruiken. Vervolgens komt in hoofdstuk 3 aan de orde hoe en welke O&I-ecosystemen geïdentificeerd kunnen worden in de Nederlandse context, en hoe we die kunnen afbakenen. In hoofdstuk 4 beschrijven we de handvatten om O&I-ecosystemen en hun ontwikkeling goed te beschrijven middels de inzet van diverse kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren. We reflecteren daarbij ook op het gebruik van die indicatoren. De identificatie, afbakening en beschrijving van O&I-ecosystemen vormt uiteindelijk een basis om ook te kijken naar de uitdagingen waar O&I-ecosystemen mee te maken hebben, en de oplossingsrichtingen die gevolgd kunnen worden om deze uitdagingen aan te pakken. Hieraan besteden we in hoofdstuk 5 aandacht. In Hoofdstuk 6 sluiten we af met conclusies. De bijlagen bevatten naast een overzicht van mogelijke indicatoren voor O&I-ecosystemen

(Bijlage 1) de verkorte versie van de acht uitgevoerde nationale cases studies (Bijlagen 2-9) en de drie internationale cases (Bijlage 10-12).

2 Wat zijn O&I-ecosystemen?

2.1 Het begrip 'O&I-ecosystemen'

In de Nederlandse beleidsliteratuur komen we het begrip 'O&I-ecosystemen' voor het eerst tegen in de Groeibrief van december 2019.⁴ Het begrip O&I-ecosystemen bevat bekende elementen uit verschillende, maar op elkaar voortbouwende onderzoekstradities die zich bezighouden met dynamiek van onderzoek, innovatie en ondernemerschap in relatie tot economische ontwikkeling met een meer of minder sterkere ruimtelijke component en ruimer (en recenter) het adresseren van maatschappelijke uitdagingen of transformaties.

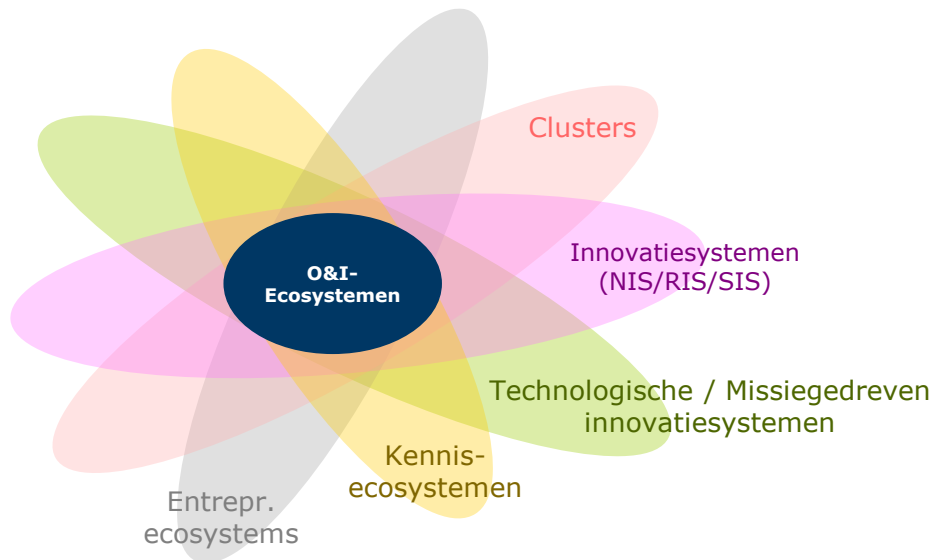
Deze onderzoekstradities zijn ook al deels vertaald in beleidsstrategieën, vaak op basis van netwerksturing, op verschillende bestuursniveaus. Denk aan beleid gericht op het benutten van economische clusters en campussen (bijvoorbeeld vanuit de regionale ontwikkelingsmaatschappijen), of het versterken van 'technologische innovatiesystemen' rondom specifieke innovatiepaden (zoals in de roadmaps van de Topsectoren). Die beleidsstrategieën, waarin overheden in interactie met diverse stakeholders richting proberen te geven, zijn typisch gericht op het verbeteren van concurrentiekracht, innovatievermogen of vernieuwend ondernemerschap van al dan niet ruimtelijk afgebakende groepen van actoren. De term O&I-ecosystemen sluit hier nauw bij aan en legt de nadruk op het samenspel tussen onderzoek en innovatie. Voordat we O&I-ecosystemen kunnen identificeren, beschrijven en monitoren zullen we daarom eerst het begrip nader moeten definiëren. We doen dat pas nadat we kort de vier belangrijkste onderzoekstradities, waarop het begrip voortbouwt c.q. leentjebuurt speelt, hebben aangeduid. Tot slot presenteren we in deze paragraaf een conceptueel model met de belangrijkste samenhangende elementen van een O&I-ecosysteem. In de daaropvolgende paragraaf gaan we in op de legitimatie of rationale van beleid dat is gericht op het versterken of faciliteren van O&I-ecosystemen.

2.1.1 Herkomst van het begrip

Het denken over (regionale) economische ontwikkeling, onderzoek en innovatie en ruimer maatschappelijke transformaties – en beleid – heeft het afgelopen decennium veel verandering ondergaan, mede onder invloed van Nederlandse economen, geografen en innovatiewetenschappers.⁵ Als het gaat om O&I-ecosystemen zijn er diverse concepten die relevant zijn. Ze variëren in hun perspectief op wat er in die ecosystemen gebeurt, hoe de afbakening eruit ziet, waar hun prestaties van afhangen, en welke rol beleid kan spelen. Die verschillen manifesteren zich ook in de mate waarin er bruikbare monitoringstechnieken en relevante gegevens beschikbaar zijn. We onderscheiden hier de in Figuur 1 getoonde tradities.

⁴ Kamerbrief, 13-12-2019, Groeistrategie voor Nederland op de lange termijn, Kamerstuk 29 696, 7.

⁵ In O&I-ecosystemen komen ook beleidsmatig verschillende typen beleid samen, te weten onderzoek-beleid (inclusief valorisatie), innovatiebeleid, ondernemerschapsbeleid, industriebeleid en regionaal-economisch ontwikkelingsbeleid. Die tradities lopen steeds sterker door elkaar heen en komen steeds meer samen in het denken over hoe de gewenste maatschappelijke transformaties als duurzame energievoorziening, circulaire economie of duurzame landbouw kunnen worden bewerkstelligd.



Figuur 1: O&I-ecosystemen als concept op het snijvlak van literatuurstromingen.

Op de eerste plaats is er een rijke onderzoeks- en beleidstraditie als het gaat om **clusters**; *industrial district(s)* waarin samenhangende economische activiteiten plaatsvinden die van elkaars aanwezigheid profiteren. Bij het analyseren en stimuleren van clusters gaat veel aandacht uit naar het versterken van agglomeratievoordelen en het bevorderen van wisselwerkingen tussen kennis-ontwikkende en -toepassende organisaties in dezelfde of aangrenzende waardeketens. De literatuur over clusters gaat terug naar onder andere Michael Porter's "The Competitive Advantage of Nations" (1989), en heeft decennia lang een belangrijke rol gespeeld in beleidsstrategieën van zowel supranationale overheden en organisaties (Europese Commissie, OESO), nationale overheden, en regionale overheden (e.g. Economic Boards).⁶ In Nederland heeft dit rond de eeuwwisseling geleid tot de ontwikkeling van de Clustermonitor, met daarin aandacht voor de systematische beschrijving – kwantitatief en kwalitatief, inclusief knelpunten en aanknopingspunten voor beleid – van value-added clusters.⁷ Op nationaal niveau heeft zich dit na de eeuwwisseling vertaald in de programmatische aanpak in het innovatiebeleid, de latere Topsectorenaanpak en het meer recente missiegedreven innovatiebeleid.

Een tweede traditie is die van de **innovatiesystemen**; de structuren (van actoren, infrastructuur en instituties) waarin kennisontwikkeling, – uitwisseling en -toepassing plaatsvindt.⁸ Hierbij kan het gaan om o.a. nationale innovatiesystemen (NIS), regionale innovatiesystemen (RIS) en sectorale innovatiesystemen (SIS). Dergelijke concepten wisselen in hun afbakening, zowel geografisch als inhoudelijk. Nationale en regionale ecosystemen met duidelijke gebiedsbegrenzing kunnen toegelegd zijn op zeer specifieke of juist zeer uiteenlopende sectoren en technologieën; andersom kunnen sectorale of technologische innovatiesystemen relatief specifiek zijn als het gaat om de kennis en economische activiteit

⁶ Zie Roelandt, T. J.A., P. den Hertog (editors), *Boosting innovation; the cluster approach*, 1999, OECD, Paris en Hertog, P. den, Edward, M. Bergman and David Charles (eds.) *Innovative Clusters. Drivers of Innovation Systems*, 2001, OECD, Paris.

⁷ Zie Berenschot/Dialogic/Technopolis (2000), Clustermonitor, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

⁸ Zie o.a.: Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford University Press on Demand; Malerba, F. (2002). *Sectoral systems of innovation and production*. *Research policy*, 31(2), 247-264.

die centraal staat, maar kan de geografische afbakening weer sterk variëren. Zeker in de literatuur over **technologische innovatiesystemen (TIS)** speelt de specificiteit van onderzoeks- en innovatie-inspanningen een centrale rol.⁹ De gedachte is daar dat innovatie niet zomaar om veel R&D en interactie vraagt, maar in het bijzonder interacties waardoor er meer samenhang en gemeenschappelijke richting komt in de investeringen, infrastructuren, regels, etc. die nodig zijn om specifieke *innovatiepaden* tot wasdom te laten komen. Het ontwikkelen en toepassen van een bepaalde technologie lukt vaak pas goed als er veel uiteenlopende factoren die van belang zijn voor het realiseren van de innovatie ook daadwerkelijk daartoe bijdragen. Dit vraagt om een holistisch perspectief waarin al die complementaire factoren belicht worden. Een recent geïntroduceerd nieuw concept is dat van **'missiegedreven innovatiesystemen' (MIS)**.¹⁰ Het vertrekpunt daarvan is niet een bepaalde technologie (zoals bij een TIS), maar een maatschappelijk vraagstuk. Bij zgn. *wicked challenges*, zoals de energietransitie, is inherent onduidelijk uit welke hoek de meest geschikte oplossing of combinatie van oplossingen komt. Zulke uitdagingen vragen bij uitstek om multidisciplinaire oplossingen die sectoren en regio-grenzen overstijgen, en op veel fronten afstemming vergen tussen bedrijven, onderzoek, beleid en maatschappelijke stakeholders.

Weer een ander concept dat deels in het verlengde ligt van bovenstaande begrippen betreft **kennis-ecosystemen**.¹¹ Deze ecosystemen worden gevormd door actoren die zich toeleggen op onderzoek in een bepaald wetenschappelijk domein of rondom een specifiek thema. Centraal in deze ontluikende literatuur staat vooralsnog hoe actoren met kennis-specialisaties elkaar opzoeken om samen een nieuw ecosysteem te creëren en te bestendigen waarin kennisuitwisseling rondom het centrale thema kan plaatsvinden, hetgeen uiteindelijk ook een voedingsbodem kan zijn voor innovaties.

Een laatste relevante literatuurstroom is die van **entrepreneurial ecosystems (EE)**; eveneens een stroom waarin (territoriale) ecosystemen centraal staan, maar waarbij de aandacht primair uitgaat naar de onderliggende afhankelijke actoren en factoren die samen productief ondernemerschap mogelijk maken - ongeacht het type onderneming waarin dat plaatsvindt.¹² In deze traditie ligt het accent minder nadrukkelijk op onderzoek en innovatie, al kan dat uiteraard in veel gevallen een goede basis voor ondernemerschap vormen. In de loop der jaren zijn er verschillende pogingen gedaan om entrepreneurial ecosystems uit te meten.¹³ Ten opzichte van de literatuur die zich meer op de kern van O&I-systemen richt, geven dergelijke studies meer zicht op o.a. de randvoorwaardelijke condities die bijdragen aan het benutten van de potentie van onderzoek en innovatie in een bepaald ecosysteem.

Uit de beschrijving van het begrip 'O&I-ecosystemen' in de eerdergenoemde Groeibrief uit december 2019 kan worden opgemaakt dat het begrip impliciet gebaseerd is op karakteristieken van alle voornoemde literatuurstromingen. Met de focus op onderzoek en innovatie wordt er sterk aangesloten bij het innovatiesysteem-idee dat kennisontwikkeling- en uitwisseling een fundament vormen voor de vernieuwing die uiteindelijk tot breed gedefinieerde

⁹ Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research policy*, 37(3), 407-429.

¹⁰ Hekkert, M., Janssen, M., Wesseling, J., & Negro, S. (2020). "Mission-oriented innovation systems". *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 76-79.

¹¹ Järvi, K., Almpantopoulou, A., & Ritala, P. (2018). Organization of knowledge ecosystems: Prefigurative and partial forms. *Research Policy*, 47(8), 1523-1537.

¹² Stam, E., & Spigel, B. (2016). Entrepreneurial ecosystems and regional policy. *Sage handbook for entrepreneurship and small business*. London: SAGE.

¹³ Leendertse et al. (2020). Measure twice, cut once: entrepreneurial ecosystem metrics. *USE Working Paper series 20 (01)*.

welvaartsgroei – dus toekomstig verdienvermogen en oplossen van maatschappelijke uitdagingen – kan leiden. Door te spreken over ‘ecosystemen’ in plaats van ‘systemen’ wordt duidelijk dat het beleidsconcept tegelijkertijd ook dient om een koppeling te maken met geografisch geconcentreerde activiteiten, zoals we die kennen uit de literatuur over clusters (als het gaat om vernieuwing in waardeketens met een regionaal zwaartepunt) en entrepreneurial ecosystems (als het gaat om condities om een regio ondernemend te houden, ook richting het betreden van nieuwe waardeketens). Het begrip ecosystemen heeft vanwege de ecologische connotatie ook meer oog voor evolutionaire processen als variatie, competitie, symbiose, etcetera. Tenslotte wordt er in de beleidsdiscussies rondom onderzoek en innovatie steeds sterker nadruk gelegd op de noodzaak om niet zomaar het volume van die activiteiten te bevorderen, maar ook nadrukkelijk mede richting te geven aan de onderzoeks- en innovatiepaden die worden ingeslagen. Dit richten gebeurt om deze inspanningen ook te kunnen laten bijdragen aan het adresseren van maatschappelijke uitdagingen c.q. realiseren van maatschappelijke missies of transformaties.

2.1.2 De definitie

Aansluitend bij de introductie van de diverse onderzoekstradities (inclusief beleid) die helpen om het begrip ‘O&I-ecosystemen’ te kunnen plaatsen, hanteren we in dit onderzoek de volgende definitie:

"Een ecosysteem voor onderzoek en innovatie omvat een dynamische set van samenhangende actoren, activiteiten, faciliteiten en regels die van belang zijn voor het onderzoeks- en innovatievermogen van individuele actoren en groepen van actoren en, hierdoor, voor het creëren van waarde."

Ter verduidelijking lichten we een aantal elementen in de definitie nader toe:

- **Dynamisch** is van belang omdat O&I-systemen, juist vanwege het O&I-aspect, veranderlijk zijn in zowel de actoren¹⁴ die meedoen als de ontwikkelingen en toepassingen waar zij zich mee bezig houden. Hoewel elk O&I-ecosysteem in principe gekenmerkt kan worden door de coherentie en specificiteit van de activiteiten die erin plaatsvinden, is dit allerm minst statisch. Behalve dat de ecosystemen verschillende fasen kunnen doorlopen (vergelijk bijvoorbeeld een ‘jong’ ecosysteem met een paar academische spelers en startups met een ‘volwassen’ systeem waarin een groter palet van organisaties deelnemen), is het ook mogelijk dat een ecosysteem qua focus opschuift en zich gaandeweg met steeds hoogwaardigere kennis en technologie bezighoudt of zich richt op specifieke technologische, economische of maatschappelijke uitdagingen.
- **Regels** kunnen wijzen op zowel ‘harde’ als ‘zachte’ regels. De conceptueel accuratere term zou zijn ‘instituten’ in plaats van ‘regels’. Aangezien deze term in de praktijk vaak leidt tot verwarring, is hier gekozen voor ‘regels’. Harde regels zijn primair wet- en regelgeving. Zachte regels zijn informele regels, normen en waarden, en culturele aspecten (inclusief ‘non-contractual governance’). Ook maatschappelijke organisatievormen en het bestaan van onderzoeks- en adviesorganen die van belang zijn voor het reflecteren op de richtingen waarin een ecosysteem zich wil bewegen (en de prikkels die daarbij ingezet worden) verstaan we onder regels/instituten.
- **Samenhang** kan op diverse manieren tot stand komen. Waar het bij traditionele clusters vooral om vormen van agglomeratievoordelen gaat (in relatie tot

¹⁴ Merk op dat ecosystemen relatief uniforme tot zeer diverse actoren kunnen herbergen (die samenwerken en/of concurreren), en dat sommige actoren in meerdere ecosystemen tegelijkertijd actief zijn.

bijvoorbeeld gemeenschappelijke productiefactoren als kennis, grondstoffen of infrastructuur, meer of minder ruimtelijk geconcentreerd), zien we dat bij technologische en missiegedreven innovatiesystemen de samenhang ook betrekking heeft op een gemeenschappelijke innovatierichting of -pad. Actoren spannen zich in om dat gemeenschappelijke innovatiepad vast te stellen en te realiseren. Een verschil tussen die twee voorbeelden is dat de samenhang natuurlijk kan ontstaan, maar ook actief opgezocht en aangejaagd kan worden met behulp van coördinatie vanuit publieke en private actoren die baat hebben bij een bepaalde innovatierichting. Belangrijk voor het functioneren van O&I-ecosystemen is dat de betrokken actoren die samenhang herkennen, definiëren, actief bevorderen en zo mede sturing geven aan de wijze waarop een O&I-systeem zich ontwikkelt en de uitdagingen die het adresseert.

- **Onderzoeks- en innovatievermogen** verwijst naar de individuele en collectieve capaciteit om voortdurend en systematisch onderzoek uit te voeren en bij te laten dragen aan gerealiseerde innovaties en zo zichzelf voort te sturen en ontwikkelen. Dit komt tot uiting in de bereidheid te investeren en samen te werken in allerlei vormen van onderzoek en ontwikkeling (technologisch- en niet-technologisch, fundamenteel en meer toegepast), en in de vaardigheid dit te vertalen naar nieuwe producten, processen of oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken en de succesvolle vermarkting daarvan. Het draait daarbij nadrukkelijk niet alleen om het produceren van excellente kennis, maar ook om de vaardigheid – van individuele actoren, maar juist ook van het samenspel van actoren – dit te vertalen naar innovaties en innovatieve bedrijfsactiviteiten in bestaande en nieuwe bedrijven.
- **Waarde** wordt niet alleen in enge zin bedoeld als economische waardecreatie in termen van productiviteitsgroei, werkgelegenheid en continuïteit van actoren of economisch verdienvermogen van het ecosysteem op de lange termijn, maar ook de bijdrage die het ecosysteem levert aan welvaart en welzijn in brede zin.¹⁵ Daarmee wordt nadrukkelijk de verbinding gelegd met de bijdrage die O&I-ecosystemen leveren aan oplossing van uiteenlopende maatschappelijke vraagstukken of missies.

Het concept O&I-ecosystemen bestaat dus bij de gratie van interacties en netwerken waarin complementaire kennis, vaardigheden en resources zodanig worden gecombineerd dat ze leiden tot nieuwe toepassingen. Die interacties houden verband met het zoeken naar synergiën tussen productiefactoren en innovatie-ambities. Omdat de samenhang in O&I-ecosystemen te maken kan hebben met zowel waardeketens als maatschappelijke uitdagingen – en alles daar tussenin –, houden O&I-ecosystemen zich niet per se aan één duidelijke specialisatie (e.g. sector of technologie) of aan administratieve gebiedsafbakening (e.g. provinciegrenzen). Een O&I-ecosysteem kan ruimtelijk sterk geconcentreerd zijn of juist meerdere regio's bestrijken en zelfs over landsgrenzen heen reiken.

2.1.3 Conceptueel kader

Ondanks het relatief grote aantal begrippen in de voorgestelde definitie blijft het wellicht nog abstract wat een O&I-ecosysteem nu precies is, hoe het functioneert, en wat het voortbrengt. Om dat concreter te maken, ook met het oog op identificatie, beschrijving en monitoring, presenteren we hieronder een conceptueel kader met daarin een set van 'elementen' die van belang zijn voor een beter begrip wat een O&I-ecosysteem inhoudt en het type dynamiek die hiervoor kenmerkend is. De set is breed omdat het concept van O&I-ecosystemen, zoals hierboven beschreven, gebaseerd is op diverse onderzoekstradities die ieder hun eigen set

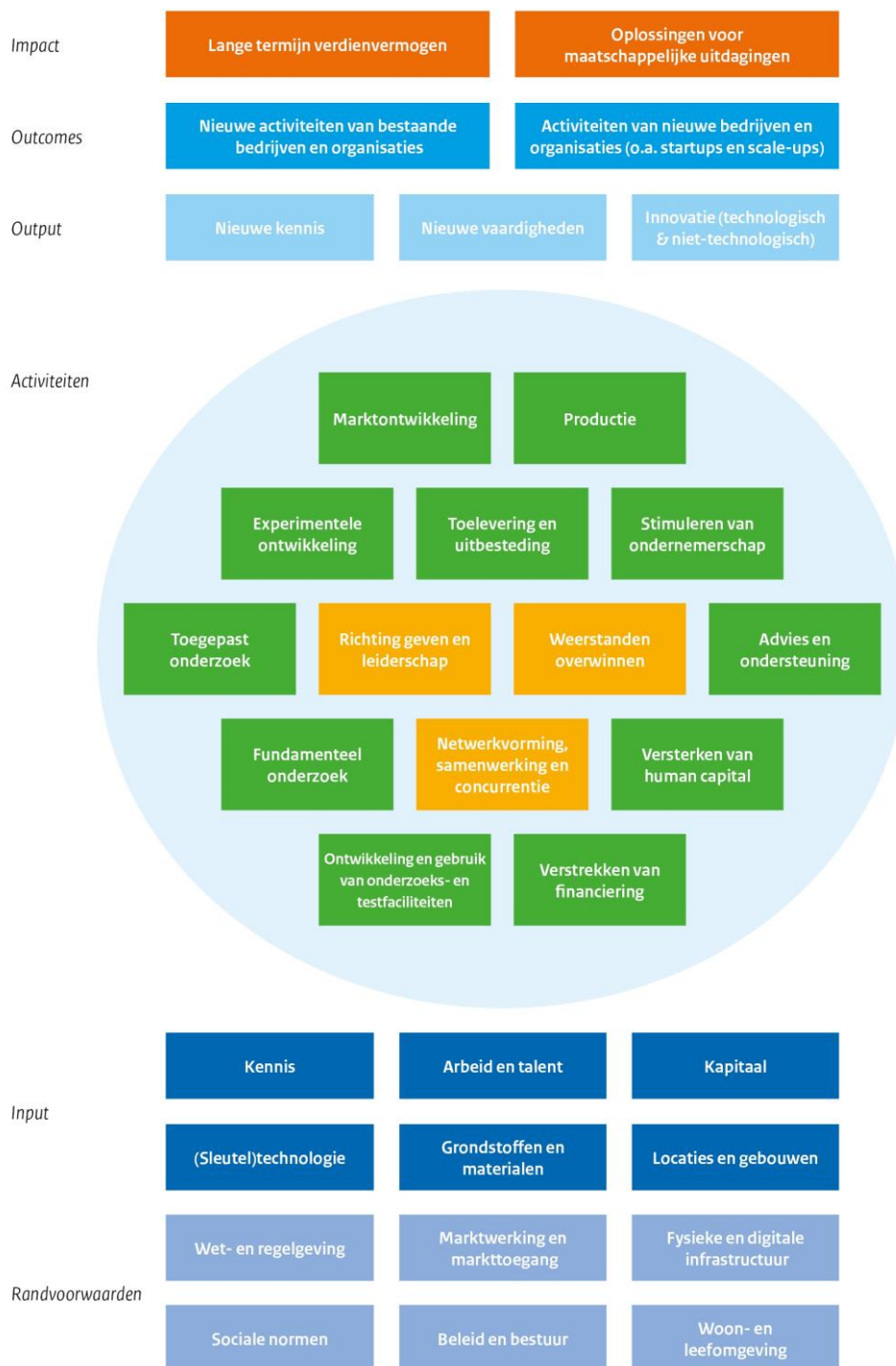
¹⁵ Zie o.a. de 'Monitor Brede Welvaart & SDG's' (CBS) en de 'Brief planbureaus over brede welvaart' (SCP, CPB, PBL, 2019).

van elementen onderscheiden. Zo worden er bij technologische innovatiesystemen zeven 'sleutelprocessen'¹⁶ onderscheiden, die deels overeenkomen met de tien bouwstenen van entrepreneurial ecosystems.¹⁷ In het hieronder getoonde model hebben we getracht de overlap tussen relevante kaders te vermijden, om zo een kader te construeren met zoveel mogelijk unieke elementen. Het kader is relatief uitgebreid en gedisaggregeerd in velerlei dimensies, om hiermee handvatten te bieden aan organisaties om ecosystemen te organiseren of onderzoeken. In lijn met het kader voor entrepreneurial ecosystems is daarnaast ook gekozen voor een opzet waarin de elementen niet zomaar gelijkwaardig zijn, maar waarbij er een logische structuur is die de onderlinge relatie ervan uitdrukt. Die structuur bestaat uit verschillende lagen, gebaseerd op een 'logical framework'-keten van input – throughput of activiteiten – output – outcome en impact. In abstracte termen is telkens de vraag waarom een serie van activiteiten tussen actoren (throughput) in een gegeven context (inputs en randvoorwaarden) leiden tot een direct resultaat (output) en uiteindelijk verwezenlijking van hoger gelegen doelen en ambities (outcome en impact).

Ingevuld voor O&I-ecosystemen gaat het erom in hoeverre alle activiteiten en interacties tussen actoren rond onderzoek, innovatie en ondernemerschap (throughput, de 'kern' in het midden in onderstaande figuur) in een gegeven context in de vorm van productiefactoren, systeemkenmerken en instituties (inputs, donkerblauwe blokken in figuur) en min of meer vaststaande context die breder geldt (randvoorwaarden) leidt tot een direct resultaat (output, lichtblauw) en uiteindelijk realisatie van hoger gelegen doelen (outcome) en overall nagestreefde ambitie (impact, oranje). Het denken vanuit een logical framework wil overigens niet zeggen dat het creëren van die impact een heel lineair en deterministisch traject is; in werkelijkheid zijn er natuurlijk ook veel processen waarbij men vanuit een gewenste impact gaat kijken welke activiteiten en actoren daarvoor relevant kunnen zijn, om daar vervolgens een agenda bij te maken die aangeeft welke inputs er gemobiliseerd moeten worden (en op welke randvoorwaarden druk uitgeoefend moet worden) om de beoogde impact te realiseren.

¹⁶ Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4), 413-432.

¹⁷ Stam, E. (2015). Entrepreneurial ecosystems and regional policy: a sympathetic critique. *European Planning Studies*, 23(9), 1759-1769.



Figuur 2 Conceptueel kader O&I-ecosystemen

De kern van het ecosysteem bestaat uit de groene activiteiten. Het gaat hier in de eerste plaats om de reguliere productieactiviteiten in de waardeketen zoals we die vooral uit de neoklassieke traditie en clustertraditie kennen. Denk daarbij aan (kwaliteit van de uitgeoevende) vraag, productie, toelevering en uitbesteding, marktontwikkeling). Op de tweede plaats draait het hier om specifieke activiteiten en condities die – indachtig de

innovatiesysteembenaderingen - van belang zijn voor het O&I-gehalte van een ecosysteem. Hier gaat het om zaken als het kunnen beschikken of aanbieden van voldoende O&I-faciliteiten, het uitvoeren van O&I, versterken van human capital, stimuleren en ondersteunen van innovatie en ondernemerschap inclusief beschikbaarheid van de benodigde financiering hiervoor. Een derde categorie activiteiten heeft te maken met de meer recente innovatiesysteem (en transitie) literatuur en betreft vooral activiteiten die sturing geven aan de ontwikkelingsrichting van een O&I-systeem. Hoe vindt netwerkvorming plaats, hoe komen collectieve onderzoeksagenda's tot stand, hoe wordt het innovatiepad bepaald en geven spelers richting aan het O&I-ecosysteem. Daarbij kan ook de vraag spelen hoe spelers eventuele weerstanden overwinnen (in bijvoorbeeld wet- en regelgeving, negatieve sentimenten of maatschappelijke weerstand tegen ontwikkeling of inzet van bepaalde technologieën).

Onderaan de figuur vinden we de inputs en randvoorwaarden. Deze kunnen uiteraard door throughput-activiteiten wijzigen, maar zijn statischer van aard en worden veelal gebruikt om een O&I-ecosysteem snel te karakteriseren. Naast de meer klassieke productiefactoren wordt vanuit de innovatiesysteemtraditie ook gekeken naar welke spelers het O&I-ecosysteem bevolken en de structuren en netwerken die bestaan om interacties tussen de spelers of actoren te bevorderen. Ook de aan de innovatiesysteem en transitieliteratuur ontleende zaken als prioriteiten en specifieke wet- en regelgeving zijn van belang omdat ze veelal de ruimte voor en geneigdheid tot onderzoek en innovatie in een O&I-ecosysteem mede bepalen (en slechts langzaam aan te passen zijn). In de periferie kunnen meer generiek randvoorwaarden van belang zijn voor de ontwikkeling van een O&I-ecosysteem. Dit zijn meer klassieke ondernemingsklimaat factoren die niettemin van grote invloed kunnen zijn op de groei en ontwikkeling van O&I-ecosystemen zoals bijvoorbeeld de kwaliteit (en voorspelbaarheid) van wet- en regelgeving, kwaliteit van woon- en leefomgeving (denk aan het bekende voorbeeld van de beschikbaarheid van voldoende geschikte huisvesting of internationale scholen voor sterk geïnternationaliseerde ecosystemen die afhankelijk zijn van buitenlandse kenniswerkers). Ook marktwerking rekenen we tot de randvoorwaarden. Dit zijn factoren die allen van belang zijn, maar veelal niet op het niveau van het individuele O&I-ecosysteem worden geregeld.

Hogerop in het conceptuele kader dat we gebruiken om O&I-ecosystemen te kunnen identificeren, beschrijven en mogelijk te monitoren is zijn die zaken opgenomen die te maken hebben met de (meetbare) resultaten waar O&I-ecosystemen aan bijdragen. Typische directe outputs zijn de nieuwe kennis, vaardigheden en verschillende typen technologische en niet-technologisch innovaties¹⁸ waaraan goed functionerende O&I-ecosystemen bijdragen. Deze zijn op hun beurt nodig om bestaande bedrijven innovatiever te maken en om nieuwe bedrijvigheid te realiseren (outcome). Feitelijk gaat het erom dat spelers in O&I-ecosystemen erin slagen om zich individueel en collectief voortdurend te vernieuwen en aan te passen. Uiteindelijk moet de dynamiek van succesvolle O&I-ertoe bijdragen dat de hogere orde doelen of missies worden gerealiseerd. Dan gaat het om het veiligstellen van een duurzaam verdienvermogen (en dus om zaken als productiviteitsgroei, werkgelegenheid en uiteindelijk welvaart) en het daadwerkelijk in staat zijn om maatschappelijke uitdagingen het hoofd te kunnen bieden. Succesvolle O&I-ecosystemen moeten niet alleen bijdragen aan economische groei, maar ook bij de oplossing van concrete maatschappelijke vraagstukken. Dat zijn overigens doelstellingen die elkaar in belangrijke mate kunnen versterken.

¹⁸ De 'Oslo Manual' voor het meten van innovatie (OECD, 2018) onderscheidt de volgende soorten innovatie: productinnovatie (goederen, diensten), procesinnovatie (productie, distributie, IT systemen), organisatorische innovatie (bedrijfsvoering en management), marketing-innovatie, en product- en bedrijfsproces-ontwikkeling.

In hoofdstuk 4 gaan we nader in op de opbouw van O&I-ecosystemen en de mogelijkheden om deze aan de hand van dit conceptuele kader en met gebruikmaking van kwalitatieve en kwantitatieve indicatoren nader te beschrijven. In de casestudies zoals vervat in de bijlagen zijn de O&I-ecosystemen vooral kwalitatief beschreven aan de hand van de opeenvolgende lagen uit het conceptuele model.

2.2 Rationale voor O&I-ecosystemen-beleid

Door het concept O&I-ecosystemen te definiëren en in verschillende literatuurstromingen te plaatsen hebben we niet meteen ook al een legitieme reden om er beleid op te voeren. Om duidelijk te maken wat geschikte interventiegronden kunnen zijn, staan we hier stil bij de diverse soorten rationales die economen, geografen en innovatiewetenschappers onderscheiden. Een algemeen uitgangspunt daarbij is dat nieuwe combinaties van complementaire productiefactoren als diverse vormen van kennis, kapitaal, faciliteiten en grondstoffen leiden tot nieuwe vormen van kennis, vaardigheden en uiteindelijk innovaties (en ruimer nieuwe innovatiepaden) en daarop gebaseerde nieuwe bedrijvigheid in bestaande of nieuw gevormde ondernemingen. De meerwaarde van die nieuwe combinaties kan te maken hebben met bijvoorbeeld schaalvoordelen (als veel partijen de kosten van bepaalde faciliteiten en investeringen kunnen delen) of nieuwe groei mogelijkheden (als de uitwisseling en co-creatie van kennis leidt tot het aanboren van nieuwe innovatiepaden en markten). Er zijn echter ook redenen waarom dergelijke nieuwe combinaties en de die daaraan ten grondslag liggen niet vanzelf tot stand komen. Ecosystemen presteren niet automatisch zo goed als ze zouden kunnen. Hieronder bespreken we eerst de drie perspectieven op typen 'falen' die belemmerend kunnen werken voor onderzoek-, innovatie- en productieprocessen. Deze typen falen kunnen overheidsinterventie legitimeren. Vervolgens beschrijven we hoe de op falen gebaseerde interventiegronden relevant kunnen zijn voor O&I-ecosystemen.

2.2.1 Interventiegronden: Markt-, systeem- en transformatiefalen¹⁹

Het meest gebruikelijke kader met interventiegronden, althans in de neoklassieke economie, is gebaseerd op de notie van **marktfalen**. Marktfalen doet zich voor wanneer er inefficiënties optreden in de allocatiemechanismen waar marktwerking op gebaseerd is.²⁰ Die inefficiënties kunnen het resultaat zijn van diverse vormen van falen, zoals coördinatiegebreken (actoren weten elkaar niet goed te vinden), informatie-asymmetrie (actoren kunnen de waarde van een product niet goed beoordelen), marktmacht (actoren kunnen bij gebrek aan concurrentie prijzen hanteren die disproportioneel hoog zijn t.o.v. gemaakte kosten), publieke goederen (producten zijn niet-uitsluitbaar en niet-rivaliserend, en worden dus niet door de markt voortgebracht), en positieve dan wel negatieve externaliteiten (de waarde of schade die wordt voortgebracht worden niet correct verwerkt in de beprijzing ervan). Wanneer marktfalen zich voordoet kunnen overheden ingrijpen om dit te corrigeren. Daarbij is het wel essentieel dat het gevoerde beleid niet zelf weer marktverstoring is (overheidsfalen).

Als het gaat over interventiegronden voor bedrijvenbeleid wordt er ook vaak gebruik gemaakt van andere theoretische perspectieven. Illustratief in dit kader is de Doorlichting van het innovatie- en ondernemersbeleid (Dialogic/EZK, 2015), waarin de legitimiteit van ruim 60 beleidsinstrumenten tegen het licht gehouden is. Een bekend alternatief theoretisch kader is het systeemperspectief uit de evolutionaire economie, waarin economieën worden gezien als de eerder besproken 'innovatiesystemen' die kennisontwikkeling, -uitwisseling en

¹⁹ De tekst uit deze paragraaf is deels ontleend uit een eerdere Dialogic-studie in opdracht van het ministerie van EZK ('Onderzoek beleidsaanpak MKB-financieringsmarkt', november 2019).

²⁰ Expertwerkgroep Effectmeting / Commissie Theeuwes (2012). Durft te meten.

-toepassing mogelijk maken. Om dergelijke processen optimaal te laten verlopen dient een economie te beschikken over op elkaar afgestemde organisaties, vaardigheden en instituties. Beleidsinterventie is legitiem wanneer er sprake is van *system failures* (**stysteemfalen**).²¹ Hieronder vallen onder andere tekortkomingen bij het ontwikkelen van essentiële infrastructuur (*infrastructural failure*), het introduceren van harde instituties als wetten en regelgeving of zachte instituties als waarden en normen (*institutional failure*), het waarborgen van voldoende afstemming in een systeem (*interaction failure*), en het ontwikkelen van vaardigheden die actoren nodig hebben om effectief mee te kunnen doen in een markt of systeem (*capabilities failure*).

Een aanvullende manier van denken is het transformatieperspectief.²² Daarbij gaat de aandacht uit naar richting geven en het combineren van ontwikkelingen die het samen mogelijk maken om grootschalige veranderingen in gang te zetten. Zoals ook al erkend is in de literatuur over innovatiesystemen kan er soms een 'lock-in' ontstaan in een economie doordat een diepe specialisatie (en de co-specialisatie die dit ontketent) verhindert dat actoren ook nog nieuwe activiteiten ontplooiën. Zelfs zonder diepe specialisaties kan het voorkomen dat de samenhang van economische activiteiten belemmert dat productie-consumptie-structuren zich kunnen bewegen naar een productievere en/of duurzamere inrichting. Dit vraagt om transitie van socio-economische en mogelijk technische aard, bijvoorbeeld op het vlak van milieubehoud of andere maatschappelijke thema's. Kenmerkend is dat transitie alleen tot stand komen als er een reeks complementaire factoren in stelling worden gebracht waardoor de inertia van het bestaande systeem doorbroken kan worden. Denk bijvoorbeeld aan technologische innovatie en veranderingen in regelgeving, financiële oplossingen en publieke acceptatie die samen de brede invoering van de circulaire economie mogelijk maken. Het welslagen van op zich wenselijke transitie wordt belemmerd door *transformation failures* (**transformatiefalen**).²³ Hieronder wordt verstaan: gebrek aan eenduidige richting in het laten cumuleren van veranderingen (*directionality failure*), de afwezigheid van vraag naar de resultaten van een transitie (*demand articulation failure*), gebrekkige afstemming tussen beleidsprikkels die een transitie dienen te bevorderen (*policy coordination failure*), en beperkingen in het bepalen van waarom een transitie uitblijft of hoe ver die al is (*reflexivity failure*).

2.2.2 Interventiegronden in relatie tot O&I-ecosystemen

Als we de besproken perspectieven op overheidsingrijpen relateren aan definitie (en bijbehorend conceptueel kader) van O&I-ecosystemen, dan kunnen de diverse soorten falen op verschillende manieren aanleiding vormen voor beleidsinterventie.

Op de eerste plaats is het mogelijk dat het functioneren van ecosystemen belemmerd wordt doordat er marktfalen optreedt op specifieke elementen uit het conceptueel kader. In zijn algemeenheid is er bij onderzoek en ontwikkeling sprake van positieve externaliteiten, doordat partijen die kennis(-spillovers) voortbrengen zich niet volledig de waarde kunnen toe-eigenen die ze voor de economie genereren. Negatieve externaliteiten doen zich voor als een ecosysteem juist niet de compensatie levert voor de schadelijke impact die ze heeft op de omgeving, zoals bij het vervuilen van waterwegen waar een ecosysteem voor haar transport

²¹ Klein-Woolthuis et al. (2015). A system failure framework for innovation policy design. *Technovation*.

²² Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.

²³ Weber & Rohracher (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change. Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework. *Research Policy*.

en industriële processen van afhankelijk is. Bij de human capital waar een ecosysteem gebruik van maakt kan sprake zijn van informatie-asymmetrie, bijvoorbeeld als aankomende studenten geen goede inschatting kunnen maken van de (lokale) arbeidsmarktkansen van hun voorkeursopleiding. In het geval van financieel kapitaal is er sprake van informatie-asymmetrie als financiers vanwege onzekerheden en informatie-gebreken onderschatten (of overschatten) hoe kansrijk de innovatieplannen van actoren in een O&I-ecosysteem zijn. Het marktfalen coördinatiegebreken doet zich voor op het moment dat actoren in een ecosysteem niet overzien op welke punten ze elkaar kunnen versterken, bijvoorbeeld omdat ze elkaar niet kennen of niet begrijpen waar hun innovatieplannen elkaar raken.

Er is sprake van systeemfalen wanneer de verschillende onderdelen en activiteiten in een O&I-ecosysteem niet goed in elkaar grijpen. Dit kan het geval zijn wanneer het ecosysteem meerdere sub-netwerken omvat die onvoldoende kennis en producten uitwisselen, wat het geval kan zijn als het ene sub-netwerk zich bijvoorbeeld sterk op kennisontwikkeling toelegt en het andere meer op kennistoepassing. Mogelijk lijkt het dan alsof er in een ecosysteem voldoende van beide plaatsvindt, maar de crux is juist dat er ook voldoende wisselwerking moet zijn zodat gebruikers en aanbieders van innovaties hun activiteiten goed op elkaar kunnen afstemmen (waardoor de succesansen van de innovaties toenemen). Instituties op ecosysteem-niveau kunnen hier een belangrijke rol in spelen, zowel positief als negatief. Denk hierbij aan lokale regelgeving die vervuiling belast (of zelfs verbiedt), of aan maatschappelijke initiatieven die circulaire activiteiten als het verzamelen en recyclen van afval bevorderen. Dergelijke harde en zachte instituties kunnen de vraag naar bepaalde innovaties versterken, terwijl de kansen daarvan ook belemmerd kunnen worden door (oude) regelgeving die vernieuwing in de weg staat. Systeemfalen op het vlak van infrastructuur doet zich voor als een O&I-ecosysteem niet beschikt over de fysieke of digitale faciliteiten die nodig zijn om collectief te floreren. Klassieke voorbeelden zijn transport-infrastructuren en de aanwezigheid van campussen met onderzoeksfaciliteiten en huisvesting voor startende bedrijven. Zonder die basis kan het lastig zijn om potentieel complementaire activiteiten bijeen te brengen en te realiseren. Tenslotte kan een ecosysteem te maken hebben met capability failures in de zin van tekorten aan arbeidskrachten met geschikte vaardigheden. Mogelijke oorzaken zijn beperking in mogelijkheden voor werknemers om zich bij te scholen, arbeidskrachten die een ecosysteem verlaten, of onvoldoende toegang tot relevante arbeidskrachten van buitenaf. Behalve op het niveau van individuen kunnen capability failures ook aangetroffen worden op het niveau van organisaties. Dit kan het geval zijn wanneer een ecosysteem hoogwaardige kennis voortbrengt, maar onvoldoende bedrijven herbergt die ook dermate thuis zijn in de materie om er waarde mee te creëren. Soms lijken er van een afstand gezien wel een groot aantal bedrijven met activiteiten in de toepassingsgebieden en waardeketens waar de O&I-activiteiten in een systeem zich voor lenen, maar zijn die bedrijven bij nader inzien niet goed in staat om de kennis te absorberen (vanwege hun eigen beperkingen, of vanwege barrières in de omgeving en markten waarin ze opereren). Wederom draait het bij systeemfalen dus niet alleen om de aanwezigheid van de juiste actoren en factoren, maar vooral om de vraag of die ook voldoende aansluiting bij elkaar vinden, elkaar kunnen uitdagen en samen tot nieuwe onderzoeksagenda's, innovatiepaden en uiteindelijk oplossingen kunnen komen.

Vanuit het perspectief van transformatiefalen kan beleidssteun voor O&I-ecosystemen nodig zijn op het moment dat er weliswaar vernieuwing plaatsvindt, maar niet of onvoldoende op de maatschappelijke thema's die baat zouden kunnen hebben bij het onderzoeks- en innovatievermogen in het systeem. Deze situatie kan zich voordoen als de actoren in een ecosysteem zich uitsluitend laten leiden door wat hun eigen afnemers verlangen, zonder te kijken of er op dat punt ook een brug te slaan is met wat wenselijk zou zijn vanuit bredere socio-economische en milieutechnische overwegingen. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat er onvoldoende eenduidigheid is over de richting waarin het ecosysteem zich zou kunnen

bewegen. In zo'n geval ligt het voor de hand om steun te bieden aan initiatieven (structuren, agenda's) die actoren helpen om te ontdekken op welke punten ze elkaar aanvullen bij het ontwikkelen van innovatieve oplossingen waar maatschappelijk behoefte aan is. Het transformatiefalen met betrekking tot beleidscoördinatie doet zich voor wanneer het opbouwen en toepassen van kansrijke innovatierichtingen gehinderd wordt door inconsistenties in de beleidsmaatregelen waarmee de actoren in een O&I-ecosysteem te maken hebben. Soms is het moeilijk om van een prille ontwikkelingsfase de stap te maken naar een latere fase, en nog ernstiger is de situatie waarin beleidsinstrumenten en regelingen elkaar tegenspreken. Het transformatiefalen aangaande 'demand articulation' is aan de orde wanneer er nog geen duidelijk marktperspectief is voor de innovatierichting(en) die de actoren in een O&I-ecosysteem gezamenlijk in het vizier hebben. Beleid kan hieraan tegemoetkomen door markten te creëren middels bijvoorbeeld normering of het aanpassen van de inkoopcriteria van aanbestedende overheden. Een laatste type transformatiefalen waar O&I-ecosystemen tegenaan kunnen lopen is een gebrek aan reflexiviteit; het vermogen om kritisch te kijken of de ingeslagen richtingen op langere termijn nog wel houdbaar zijn. Zeker voor traditionele clusters kan het verleidelijk zijn om voort te borduren op behaalde successen en de verworven positie in (globale) waardeketens. Tegelijkertijd kan dat ook een handicap vormen op het moment dat de specialisatie van het cluster aan relevantie inboet als gevolg van bijvoorbeeld technologische ontwikkeling, verschuivende waardeketens, of simpelweg structurele vraagdalingen. Beleidsmatig gezien kan het verstandig zijn om O&I-ecosystemen te behouden voor 'lock-ins' door processen te steunen waardoor experimenteren met nieuwe diversificatie-opties meer kans krijgen en bijvoorbeeld nieuwe crosssectorale samenwerking ontstaat, nieuwe technologische opties worden verkend of de koppeling wordt gelegd met acute maatschappelijke vraagstukken die een oplossing behoeven (en ook op termijn een concurrentievoordeel kunnen opleveren).

Samengevat zien we dat een perspectief als marktfalen al sterk in beeld komt bij beleid gericht op specifieke elementen van een O&I-ecosysteem, die overigens niet automatisch ook ecosysteem-specifiek hoeven te zijn (oftewel, 'financiering' is één van de elementen die van belang is voor het functioneren van een bepaald ecosysteem, maar marktfalen op dat punt kan ook generiek voor alle ecosystemen in Nederland gelden). Hoewel sommige vormen van systeemfalen eveneens betrekking kunnen hebben op specifieke elementen (bijv. infrastructuur, verouderde wet- en regelgeving of capabilities) ligt er vanuit dat perspectief meer nadruk op het functioneren van een systeem als geheel. Uitgangspunt van systeemdenken is immers vaak dat het geheel meer is dan de som der delen. Men zou kunnen zeggen dat de vormen van systeemfalen enigszins een verbijzondering zijn van de coördinatiegebreken uit het marktperspectief. Bij transformatiefalen geldt nog meer dat dit een basis kan bieden voor beleid gericht op hoe een ecosysteem functioneert en wat dat bijdraagt aan maatschappelijk gewenste transformaties.

Vanuit alle drie de perspectieven is beleidsmatige ondersteuning van O&I-ecosystemen mogelijk te rechtvaardigen en dus legitiem. Het nastreven van alleen meer afstemming is onvoldoende. Uiteindelijk gaat het er om die afstemming zo in te zetten dat meer kansen ontstaan voor maatschappelijk wenselijke innovatierichtingen waar het betreffende O&I-ecosysteem aan kan bijdragen. In hoeverre beleid daarbij effectief en additioneel kan zijn, is een delicate kwestie. Enerzijds lijkt het weinig zinvol om veel te investeren (middelen, maar ook beleidsinspanningen) in nieuwe O&I-ecosystemen waarin nog maar heel weinig sprake is van afstemming en coördinatie; in dat geval zijn er immers veel onzekerheden ten aanzien van hoeveel momentum het systeem (mede dankzij de verstrekte steun en aandacht) kan opbouwen. Anderzijds kan de meerwaarde van een stimulans op ecosysteem-niveau afnemen op het moment dat een bestaand ecosysteem al wel georganiseerd is rondom een netwerk met sterke verbindingen en duidelijke richtingen. Bij overwegingen ten aanzien van beleidssteun en beleidsaandacht blijft het dus belangrijk om telkens zorgvuldig na te gaan

in hoeverre er echt al sprake is van samenhangende activiteiten, en in hoeverre de potentie daarvan geremd wordt door de hierboven besproken vormen van falen (hetzij op elementniveau, hetzij op systeemniveau).

3 Identificatie en afbakening O&I-ecosystemen

In dit hoofdstuk beschrijven we hoe we O&I-ecosystemen in Nederland hebben geïdentificeerd (3.1), en hoe dit heeft geleid tot een eerste illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen in Nederland (3.2).

Met deze eerste illustratieve niet-limitatieve lijst hebben we een 'grof' beeld van bestaande O&I-ecosystemen, maar hebben we nog geen scherpe afbakening van deze ecosystemen. In 3.3 gaan we in op of én hoe een O&I-ecosysteem afgebakend kan worden, en tegen welke uitdagingen we daarbij aanlopen.

3.1 Het identificeren van O&I-ecosystemen

Gedurende dit onderzoek hebben we geobserveerd dat er bij verschillende individuen en organisaties verschillende beelden bestaan over welke O&I-ecosystemen er aanwezig zijn in Nederland. Vanuit eenieders expertise is er vaak veel kennis over een deel van het landschap van O&I-ecosystemen, en relatief minder kennis over andere delen van het landschap. Deze kennis bij de overheid, kennisinstellingen en het bedrijfsleven is waardevol voor het identificeren van O&I-ecosystemen, en tegelijkertijd bestaat er voor ieder individu ook een bias in hetgeen hij/zij wel of niet op het vizier heeft. Om deze reden hebben we in dit onderzoek getracht om op *systematische wijze* de O&I-ecosystemen zo goed mogelijk in kaart te brengen. We hebben hierbij twee verschillende systematische benaderingen gebruikt:

1. **'Bottom-up' identificatie van O&I-ecosystemen.** In deze benadering hebben we verkend welke O&I-ecosystemen we kunnen identificeren met behulp van data over publiek-private samenwerking op het gebied van onderzoek (en innovatie).
2. **'Top-down' identificatie van O&I-ecosystemen.** In deze benadering hebben we op basis van bestaande documentatie en feedback van experts een illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen opgesteld.

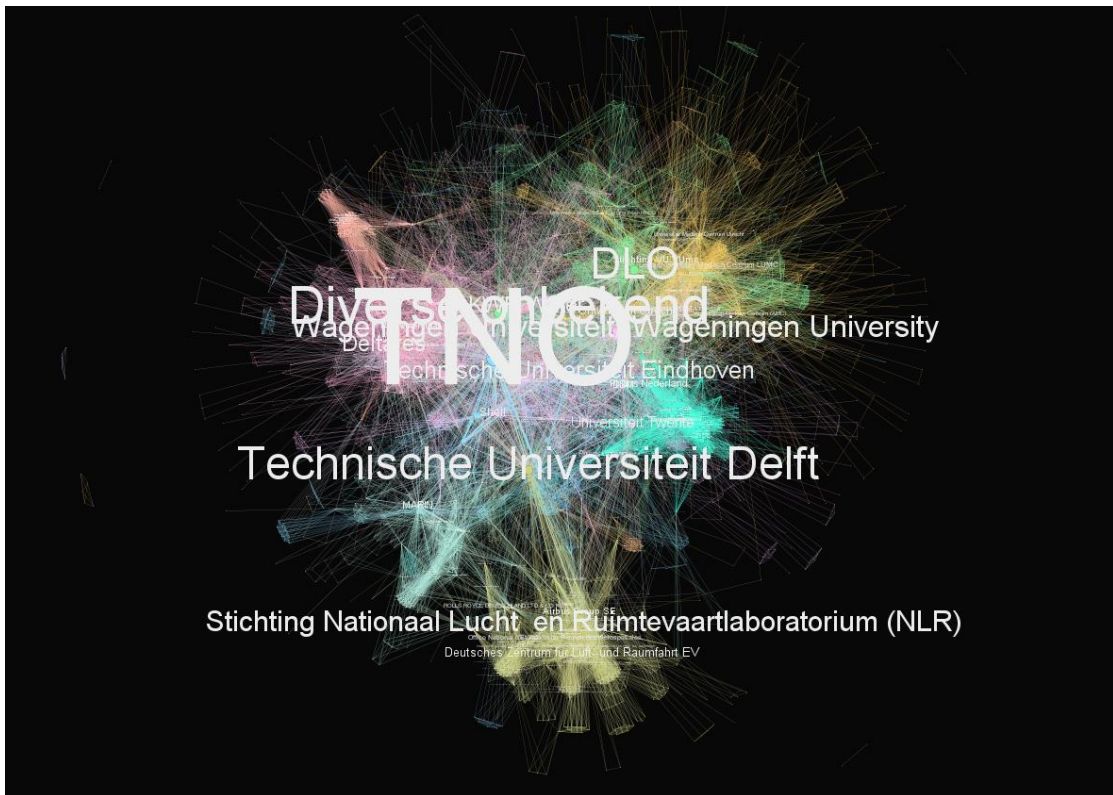
Uiteindelijk is de top-down-benadering de meest wenselijke en haalbare benadering gebleken. Hieronder zullen we beide identificatiewijzen nader toelichten, en onderbouwen hoe we tot de eerste illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen (3.2) gekomen zijn.

3.1.1 Bottom-up identificatie van ecosystemen

In de bottom-up-benadering hebben we verkend welke O&I-ecosystemen we met behulp van een data-gedreven aanpak kunnen identificeren. De data die we hiervoor hebben gebruikt, hebben betrekking op publiek-private samenwerking op het gebied van onderzoek (en innovatie). Meer specifiek gaat het over de 'inzetprojecten' m.b.t. de PPS-toeslag binnen de Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI), geregistreerd door de TKI-bureaus en RVO. De filosofie van deze data-gedreven benadering is dat we niet afhankelijk zijn van wat mensen zeggen over O&I-ecosystemen, maar dat we gedrag kunnen observeren en zien wat er 'daadwerkelijk gebeurt'. Binnen de PPS-data hebben we namelijk informatie over wie met wie samenwerkt en binnen welke projecten.

De uitdaging is vervolgens hoe we O&I-ecosystemen identificeren op basis van deze data. In overeenstemming met de beschrijving van O&I-ecosystemen in hoofdstuk 2, willen we groepen van partijen identificeren, die de nodige samenhang vertonen. Hiertoe hebben we allereerst een algoritme voor zogenaamde 'community detection' ingezet; dit algoritme

bepaalt welke partijen, op basis van hun onderlinge (samenwerkings)relaties, tot dezelfde groep lijken te behoren. Onderstaande figuur illustreert visueel het O&I-landschap op basis van deze data, waarbij iedere 'groep' een eigen kleur heeft, een puntje/bolletje een organisatie representeert, en de lijntjes de relaties tussen organisaties representeren.



Figuur 3. Community detection binnen de TKI-PPS-data. Bron: RVO, bewerking Dialogic

Dergelijke resultaten geven ons meer zicht op wat er gebeurt en welke partijen in relatief veel samenhang met elkaar werken. Er worden bepaalde communities zichtbaar. Echter, deze vorm van 'community detection' heeft het fundamentele probleem dat iedere organisatie aan één groep wordt toegekend. Voor vele partijen is dit geen enkel bezwaar; zij zijn binnen het O&I-landschap enkel actief binnen één thema zoals de landbouw of de luchtvaart. Andere partijen, zoals universiteiten en veel grote bedrijven, zijn actief in meerdere ecosystemen op meerdere thema's. Om op een verantwoorde wijze ecosystemen te identificeren moeten we dus niet enkel kijken naar wie met wie werkt, maar ook op welke *thema's* of onderwerpen (zie ook hoofdstuk 2). Of in technisch jargon: de relaties (edges) tussen organisaties moeten voorzien worden van een thema.

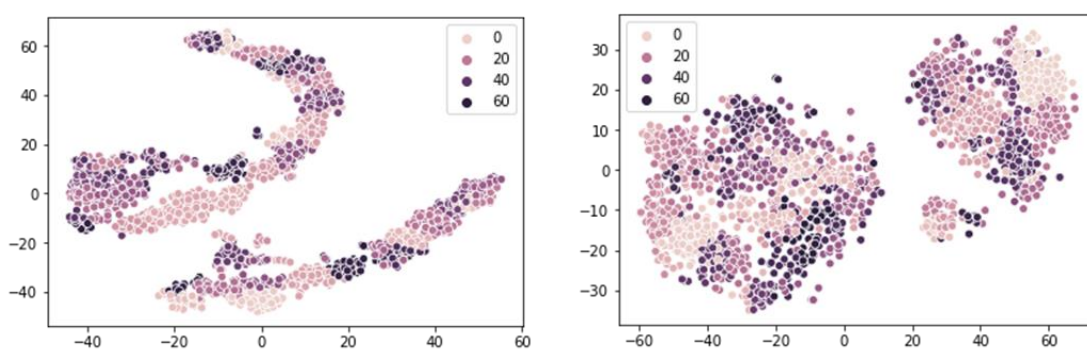
De vervolgvraag is naar welke thema's we dan zouden moeten kijken. Zoals eerder benoemd, willen we in deze bottom-up benadering niet zelf opleggen welke organisaties en thema's relevant zijn, maar willen we 'de data laten spreken'. Om deze reden hebben we gekeken naar de projectomschrijvingen van PPS-projecten, welke een bron zouden kunnen zijn voor het identificeren van de thema's waar men aan werkt. Op deze projectbeschrijvingen hebben we twee methoden toegepast om 'bottom-up' thema's te identificeren:

- **Topic modelling (Latent Dirichlet Allocation).** Dit algoritme veronderstelt dat een projectbeschrijving bestaat uit één of meerdere onderwerpen, en dat een onderwerp beschreven kan worden aan de hand van een bepaalde 'woordverdeling'. Bij het onderwerp 'Landbouw' zouden bijvoorbeeld woorden zoals "voeding", "boeren" en "akkers" relatief vaak voorkomen, en woorden als "chipfabrikant" en

“baksteen” relatief weinig. Dit algoritme creëert een (vooraf bepaald) aantal onderwerpen met bijbehorende woord distributies.

- **Xtreme Language Model – RoBERTa (XLM-R).** Met behulp van de AI-techniek XLM-R hebben we een taalmodel kunnen inzetten om een semantische (wiskundige) data-representatie van de projectbeschrijvingen te maken. Vervolgens is deze semantische (wiskundige) data-representatie gebruikt om semantisch nabijgelegen projectbeschrijvingen te clusteren, om op die manier thema’s te identificeren.

Na het bestuderen van de resultaten zijn we tot de conclusie gekomen dat we geen heldere set aan thema’s kunnen identificeren aan de hand van zowel topic modelling als de route met XLM-R. De reden hiervoor is dat de gebruikte projectbeschrijvingen te weinig informatie over de thema’s bevatten, en derhalve was er te weinig semantisch onderscheid te maken (zie Figuur 4). Ten eerste waren de voor ons beschikbare projectbeschrijvingen zeer kort. Ten tweede bevatten veel van de projectbeschrijvingen passages als “we gaan in dit project als samenwerkingsverband van overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen werken aan een maatschappelijke uitdaging”. In andere woorden: de beschrijvingen gingen vaak maar beperkt over het thema waar men aan werkte.



Figuur 4. Weinig onderscheidende 'groepen projectbeschrijvingen' op basis van XLM-R, gevisualiseerd in 2D door toepassing van TSNE en k-Means clustering

In theorie zou er dus meer mogelijk kunnen zijn met een bovenbeschreven bottom-up benadering, maar met de beschikbare data voor dit onderzoek is het niet mogelijk gebleken om accuraat thema’s te identificeren. Daarmee is ook het accuraat identificeren van O&I-ecosystemen binnen de PPS-data onvoldoende mogelijk gebleken.

Afgezien van de operationele uitdagingen rondom de PPS-data, zijn er nog twee andere fundamentele bezwaren tegen de bottom-up benadering naar voren gekomen:

1. **Beperkt beeld van de werkelijkheid.** Data geven nooit de volledige werkelijkheid weer. Het is altijd [1] een representatie van [2] een deel van de werkelijkheid. In dit geval is er gewerkt met PPS-data van RVO. Hoewel dit een rijke bron van informatie is, is er ook veel dat niet door deze data gevangen wordt. Zo worden bijvoorbeeld samenwerkingen buiten de inzetprojecten niet gerepresenteerd, zijn veel organisaties niet actief binnen de TKI (waaronder veel start-ups en kleine bedrijven), en worden andere relevante activiteiten binnen het O&I-ecosysteem (bijv. gezamenlijk optrekken in onderwijs-arbeidsmarktvoorstellen) niet gerepresenteerd.
2. **Te weinig herkenning in het veld.** Individuen en organisaties hebben vaak een heel duidelijk beeld over hun ecosysteem, wie ze zijn, wat ze doen, etc. Een uitsnede uit bepaalde data, die weliswaar 'wiskundig logisch' kan zijn, wordt vaak niet herkend. Dit heeft enerzijds te maken met het eerste punt dat data altijd maar een beperkte representatie van de werkelijkheid geven, maar ook met feit dat partijen in de praktijk vaak 'grenzen' anders leggen en andere definities hanteren. Hoe je

bijvoorbeeld een 'thema' definieert en afbakent is niet triviaal, en de kans dat een computer dit op een volledig vergelijkbare wijze doet als de mensen in een bepaald ecosysteem is zeer klein.

Naast het gebruiken van PPS-data zou uiteraard ook met andere databronnen gewerkt kunnen worden. Zo werkt het CWTS bijvoorbeeld met data over wetenschappelijke publicaties, en kunnen zij op die manier kennisgebieden en ecosystemen vanuit het 'publicatieperspectief' in kaart brengen. Ook met alternatieve bronnen blijft de kritiek bestaan dat het maar een deel van de werkelijkheid reflecteert.

Conclusie

Wij concluderen dat de bottom-up benadering te veel beperkingen kent om 'stand-alone' te stellen welke O&I-ecosystemen er in Nederland zijn. Wel is de benadering waardevol in het verkrijgen van eerste ideeën over de breedte van het O&I-landschap, het verkrijgen van inzicht in (een selectie van) betrokken organisaties, en het verkrijgen van eerste inzichten in de thema's waar men aan werkt. Daarbij is de gebruikte data ook potentieel waardevol om delen van ecosystemen mee te beschrijven.

3.1.2 Top-down identificatie van ecosystemen

In de tweede gevolgde benadering, de top-down benadering, hebben we op basis van bestaande documentatie input van verschillende partijen (o.a. verschillende departementen en ROMs) een illustratieve niet-limitatieve lijst van O&I-ecosystemen opgesteld. Hieronder lichten we toe hoe we tot deze lijst gekomen zijn, waarbij we opmerken dat de verschillende ecosystemen in Nederland als onderdeel van het gehele Nederlandse O&I-ecosysteem gezien kan worden.

We zijn langs twee routes (en typen bronnen) op zoek gegaan naar O&I-ecosystemen:

- A. **Thematisch/sectoraal.** Om thematisch de O&I-sterktes van Nederland te kunnen bepalen, hebben we de roadmaps en KIA's van de verschillende Topsectoren als uitgangspunt genomen. Hierin hebben het bedrijfsleven, de kennisinstellingen en de overheid zelf aangegeven waar O&I ondernomen wordt en gaat worden. Ook hebben we de meer dan 50 Smart Industry fieldlabs als input gebruikt om vooral de 'emerging' thematische O&I-ecosystemen te kunnen identificeren. Tot slot is er ter volledigheid ook nog online gezocht naar O&I-ecosystemen middels trefwoorden.
- B. **Regionaal.** Om vanuit regionaal perspectief ecosystemen te identificeren, hebben we recente beleidsstukken van alle Economic Boards, Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen, provincies, Valorisatieprogramma's en landsdelen geanalyseerd.

Op basis van dit materiaal zijn we O&I-ecosystemen gaan toevoegen aan de niet-limitatieve lijst. Hiervoor hebben we verschillende criteria gehanteerd. De belangrijkste drie zijn, op basis van de definitie van een O&I-ecosysteem²⁴:

1. dat er onderzoek en innovatie plaatsvindt in het ecosysteem;
2. dat er verbondenheid is tussen de spelers in het ecosysteem;
3. dat het ecosysteem enige substantie heeft.

Het eerste criterium is relevant om ervoor te zorgen dat de focus blijft liggen op onderzoeks- en innovatie-ecosystemen, en geen andersoortige ecosystemen (bijv. puur

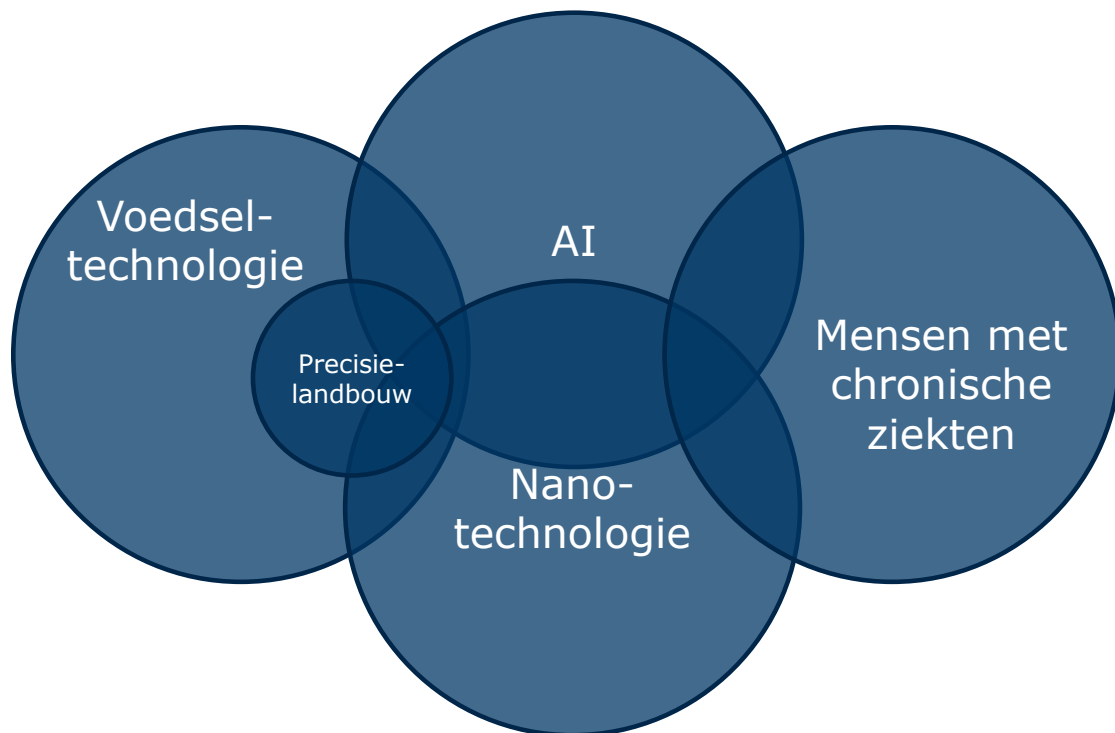
²⁴ Een ecosysteem voor onderzoek en innovatie omvat een dynamische set van samenhangende actoren, activiteiten, faciliteiten en regels die van belang zijn voor het onderzoeks- en innovatievermogen van individuele actoren en groepen van actoren en, hierdoor, voor het creëren van waarde.

ondernemerschapsecosystemen of ecosystemen binnen de productie of retail). Het tweede criterium zorgt ervoor dat er voldaan wordt aan de eis van samenhang. Zo zien we bijvoorbeeld dat het onderwerp 'Energietransitie' te geaggregeerd is en te weinig samenhang kent, maar een aggregatieniveau lager zien we rondom 'Waterstof' wel voldoende samenhang. Het derde criterium zorgt ervoor dat de niet-limitatieve lijst geen individuele projecten of programma's bevat, maar dat deze worden gepositioneerd in het betreffende ecosysteem.

Ecosystemen zijn vaak thematisch (wetenschappelijk traject, technologie, sector, maatschappelijke uitdaging) en hebben vaak één of meerdere regionale zwaartepunten in Nederland. Een ecosysteemstudie over 'quantum' vanuit Birch Consultants laat ook goed zien hoe Delft als regionaal zwaartepunt gezien kan worden in het quantum-ecosysteem, en hoe Delft hierbij verbonden is met andere steden.²⁵ Soms hebben ecosystemen juist een regionale insteek, waarbij meerdere thema's bij elkaar komen met schaal- en synergievoordelen (bijv. Brainport, Twente, Amsterdam). Campussen en andere geografische concentraties van partijen zien we hier als een onderdeel van bredere O&I-ecosystemen, en niet als O&I-ecosystemen op zichzelf. De Twente Safety Campus is bijvoorbeeld onderdeel van het bredere O&I-ecosysteem rondom Veiligheid.

Bovenstaande exercitie heeft in een eerste stadium geleid tot een longlist van meer dan 200 O&I-ecosystemen. Deze ecosystemen hebben we verschillende metadata meegegeven, zoals een voor het veld herkenbaar label, inhoudelijke (thematische) focus, een selectie van centrale spelers binnen het ecosysteem, en eventuele regionale focus. Na verdere inspectie van deze longlist bleek dat de gevonden ecosystemen uit de verschillende typen bronnen (thematisch en regionaal) vaak vrij goed op elkaar passen; de regionale ecosystemen (en bijbehorende documentatie) geven vaak de regionale foci aan van de thematische ecosystemen. Daarnaast bleken er op basis van verschillende documentatiebronnen ook dubbelingen te ontstaan waarbij verschillende organisaties en/of netwerken een licht andere insteek of benaming kiezen, maar wel degelijk met elkaar verbonden zijn. In de praktijk is het lastig om O&I-ecosystemen eenduidig van elkaar te onderscheiden, omdat ze vaak **overlappen** en **genest** zijn, zie ter illustratie Figuur 5. Deze figuur toont op hoofdlijnen hoe enkele ecosystemen aan elkaar gerelateerd zijn, maar in de praktijk zien we dat er tussen de meeste ecosystemen wel ergens één of meerdere links bestaat. Ook zijn Nederlandse O&I-ecosystemen vaak weer onderdeel van een groter internationaal ecosysteem.

²⁵ Birch Consultants (2018): "Q-campus Background study. In support of "building a q-campus - realising a quantum ecosystem in Delft"



Figuur 5. Illustratie overlap en genest karakter binnen O&I-ecosystemen

We hebben de lijst verder ingedikt, wat heeft geresulteerd in 56 O&I-ecosystemen. Tot slot is deze lijst voorgelegd bij verschillende partijen, waaronder diverse departementen en regionale partijen. Zij hebben feedback gegeven op de lijst, die is verwerkt in de lijst zoals hij nu is opgenomen.

Conclusie

De illustratieve niet-limitatieve lijst geeft een goede indruk van het O&I-landschap in Nederland. We willen wel benadrukken dat de lijst geen absolute waarheid schetst wat betreft de O&I-ecosystemen in Nederland. De lijst is **niet uitputtend**, is **continu in beweging**, er blijft op onderdelen sprake van **overlap**, en er is inherent een zekere mate van **subjectiviteit** betrokken bij het labelen en rubriceren van de ecosystemen.

3.2 Illustratieve niet-limitatieve lijst ecosystemen

De in 3.1 beschreven methode om O&I-ecosystemen te identificeren heeft geleid tot een **illustratieve niet-limitatieve lijst** van 56 O&I-ecosystemen. Deze lijst is opgenomen in Bijlage 1.

Nogmaals: deze lijst illustreert het landschap van O&I-ecosystemen, maar **is niet uitputtend**, is **continu in beweging** (dus het is een momentopname), er blijft op onderdelen **overlap**, en er is inherent een **zekere mate van subjectiviteit** betrokken bij het labelen en rubriceren van de ecosystemen.

De selectie van spelers die getoond wordt focust zich op spelers in de Nederlandse context. Uiteraard maken Nederlandse O&I-ecosystemen ook onderdeel uit van een breder internationaal netwerk, en wordt er veelvuldig samengewerkt binnen Europese en andere supranationale contexten.

3.3 Afbakenen van O&I-ecosystemen

In de voorgaande secties hebben we beschreven hoe O&I-ecosystemen geïdentificeerd kunnen worden (3.1), en hoe dat binnen dit onderzoek heeft geresulteerd in een illustratieve niet-limitatieve lijst van ecosystemen (3.2). Op hoofdlijnen hebben we daarmee een goed beeld verkregen van de verschillende O&I-ecosystemen in Nederland, maar het is daarmee nog niet duidelijk hoe we deze O&I-ecosystemen operationeel kunnen afbakenen. Er is nog geen eenduidig antwoord op vragen als “welke organisaties vallen binnen/buiten het ecosysteem?”, “op welke onderwerpen en thema’s heeft het ecosysteem wel/geen betrekking?”, en “welke activiteiten zijn wel/niet aan het ecosysteem toe te rekenen?”. Antwoorden op deze vragen kunnen zinvol zijn om het O&I-ecosysteem nauwkeurig te beschrijven, om relevante aspecten te meten en ontwikkelingen te volgen (zie hoofdstuk 4).

Hoewel de definitie van een O&I-ecosysteem een theoretisch kader geeft om een O&I-ecosysteem af te bakenen, is er voor het operationaliseren in de praktijk een additionele concretiseringslag vereist. Om O&I-ecosystemen goed af te bakenen, kijken we naar de volgende aspecten:

1. **Wie**; welke organisaties en personen zijn onderdeel van het O&I-ecosysteem?
2. **Wat**; met welke thematiek houdt men zich bezig binnen het O&I-ecosysteem?
3. **Waar**; op welke geografische locaties is het O&I-ecosysteem gevestigd?)

Uit de workshops blijkt dat met name ‘Wie’ en ‘Wat’ relevant zijn voor een afbakening; de geografische component is weliswaar relevant, maar verdwijnt soms naar de achtergrond doordat veel O&I-ecosystemen een nationaal of zelfs internationaal karakter hebben.

Het scherp afbakenen van O&I-ecosystemen is allesbehalve triviaal, en kent de nodige uitdagingen. In 3.3.1 zetten we eerst de belangrijkste uitdagingen uiteen, waarna we in 3.3.2 bespreken welke mogelijkheden wij zien voor afbakening in de praktijk.

3.3.1 Uitdagingen bij het (operationeel) afbakenen van O&I-ecosystemen

Bij het afbakenen van O&I-ecosystemen zien wij drie fundamentele uitdagingen, die gerelateerd zijn aan de inherente eigenschappen van een ecosysteem:

1. Ecosystemen zijn dynamisch.

Deze eigenschap is inherent aan de definitie; het gaat immers om een “dynamische set van samenhangende actoren, activiteiten, faciliteiten en regels, ...”. Dit dynamisch karakter betekent dat ecosystemen continu veranderen. Zowel de betrokken spelers als de thematiek veranderen continu. In de verschillende casestudies zien we dit ook terugkomen. Bij bijvoorbeeld quantumtechnologie zien we dat er door de jaren heen meer en meer bedrijven betrokken raken (ook bij lage TRL-niveaus), en bij AI zien we dat er in toenemende mate ‘potentiële gebruikers van AI’ toetreden tot het ecosysteem. Naast toetredende nieuwe spelers zijn er uiteraard ook spelers die het ecosysteem verlaten. Met betrekking tot de thematiek zien we ook continue verandering en ontwikkeling. Zo past het nanotechnologie-ecosysteem zich continu thematisch aan, wat terug te zien is in de ontwikkeling van het programma NanoNextNL naar Nano4Society. Het feit dat ecosystemen continu veranderen maakt het lastig om eenduidig te stellen wie er tot het ecosysteem behoren en waar deze spelers zich mee bezighouden. Een eventueel gemaakte afbakening kan een dag later alweer verouderd zijn.

2. Ecosystemen hebben fluïde grenzen.

Het is vaak goed mogelijk om een 'kern' van het ecosysteem aan te wijzen. Deze kern bestaat vaak uit een groep organisaties die primair bezig zijn met de onderzoeks- en innovatieactiviteiten van het ecosysteem; een kern die de coördinatie van het ecosysteem op zich neemt en een belangrijke rol speelt bij het bepalen van de richting. Bij nanotechnologie zijn dit onder andere de TU's, MinacNed, en NanoLabNL, bij quantumtechnologie wordt er al snel gekeken naar QuTech, de universiteiten (met een grote rol voor de TUD) en enkele multinationals, en in de regio Chemelot lijkt de motor voor (technologische) innovatie te liggen bij de bedrijven op de Chemelot Campus.

Hoe verder af van deze intuïtieve 'kern' van het ecosysteem, en hoe verder richting de grenzen van het ecosysteem, hoe meer ambigu en fluïde de afbakening wordt. De ecosystemen maken onderdeel uit van een bredere waardeketen, een breder netwerk, en uiteindelijk een bredere economie en maatschappij. Neem bijvoorbeeld het ecosysteem rondom precisielandbouw (binnen de voedseltransitie): onderzoek en innovatie op dit thema, bijvoorbeeld in de regio Wageningen, behoren logischerwijs tot het ecosysteem. Tegelijkertijd raken precisielandbouwsystemen uiteindelijk ook het hart van het werk van de boeren, raken ze (indirect) de erfbetreders, raken ze spelers én thema's in de logistiek en retail, raken ze aan politieke en beleidsmatige keuzes, en uiteindelijk zijn direct en indirect ook de burger/consument betrokken. Ook in de workshops komt naar voren dat alle spelers in de gehele keten (nadrukkelijk inclusief de consument/burger/eindgebruiker) onderdeel zijn van het ecosysteem. Daarbij wordt meermaals opgemerkt dat de focus vaak te veel ligt op spelers die zich bezighouden met onderzoek, technologie en innovatie, en te weinig op eindgebruikers en de maatschappij; dat terwijl deze laatste groepen essentieel zijn voor vertrouwen, maatschappelijke acceptatie en adoptie van innovatie.

Als vuistregel zien we dat spelers 'verder weg van de kern' vaak een kleiner deel van hun tijd kwijt zijn aan het desbetreffende ecosysteem, en dat onderwerpen verder weg van de kern maar ten dele geattribueerd kunnen worden aan de centrale thema's binnen het ecosysteem. Zo is het (sub)ecosysteem Organ-on-Chip direct gerelateerd aan het ecosysteem Regeneratieve Geneeskunde, maar heeft het ook een eigen karakter en heeft het ook andere toepassingsgebieden. Ondanks dat bepaalde organisaties en thema's niet exclusief zijn voor een ecosysteem, neemt dat niet weg dat ze wel degelijk onderdeel van het ecosysteem (kunnen) zijn.

Wanneer we de spelers en activiteiten 'verder weg van de kern' niet meenemen in de afbakening doen we het ecosysteem te kort. Nemen we hen wel allemaal (volledig) mee, dan wordt al snel een groot deel van Nederland meegenomen in de afbakening van het ecosysteem. De grenzen zijn fluïde.

3. Ecosystemen zijn enabling/interacterend.

In lijn met het fluïde karakter van het ecosysteem zelf, zien we ook dat ecosystemen met elkaar interacteren en zien we dat ecosystemen 'enabling' kunnen zijn voor andere ecosystemen. Een ecosysteem is vaak een onderdeel van een ander ecosysteem, en is regelmatig zelfs randvoorwaardelijk voor een ander ecosysteem. Het nanotechnologie-ecosysteem is bijvoorbeeld enabling voor vele andere ecosystemen en sectoren, waaronder quantumtechnologie en life sciences. De ruimtevaart is enabling voor de precisielandbouw, en AI is enabling voor de mobiliteit, transport en logistiek en sectoren als de high tech industrie en gezondheid en zorg. Hoewel de ecosystemen op technologisch vaak nog onderscheiden zouden kunnen worden, representeert hetgeen dat enabled wordt ook een relevante markt vraag. De (veeleisende) markt vraag is op haar beurt weer onderdeel van een ecosysteem.

Dit zijn slechts enkele voorbeelden, maar het geeft aan dat veel van onze economische en technologische structuren als een kaartenhuis gezien kunnen worden; zodra je één kaart wegneemt stort het huis in. Dit roept de vraag op of hetgeen dat enabled wordt door een ecosysteem, daarmee ook onderdeel is van het ecosysteem zelf.

Deze fundamentele uitdagingen zetten sterke vraagtekens bij het feit of O&I-ecosystemen überhaupt eenduidig afgebakend kunnen worden.

Naast deze fundamentele uitdagingen bij het afbakenen van O&I-ecosystemen zijn er nog een aantal aanvullende uitdagingen:

- **'De' afbakening verandert afhankelijk van het genomen perspectief.** Afhankelijk van het perspectief dat gekozen wordt, is er een andere afbakening van het ecosysteem te definiëren. Wanneer het ecosysteem bijvoorbeeld gezien wordt vanuit een perspectief van fiscaal klimaat, staan de Rijksoverheid en nationale wetgeving centraal. Kijkt men naar het ecosysteem vanuit uitdagingen op het gebied van onderwijs en arbeidsmarkt, dan zijn veelal regionale overheden, regionaal gevestigde onderwijsinstellingen en bedrijven relevant. Ook partijen die doorgaans niet tot het ecosysteem gerekend zouden worden, kunnen relevant zijn afhankelijk van het gekozen perspectief. In de workshop met de 'Regio Chemelot' kwam bijvoorbeeld naar voren dat VDL NedCar een relevante partij is bij het gezamenlijk aanpakken van onderwijs-arbeidsmarkt vraagstukken, terwijl zij buiten de (circulaire) chemie opereren. Neemt men een internationaal perspectief, dan worden internationale samenwerkingspartners, de Europese Commissie, en concepten als 'global pipelines' relevant. Kortom, ieder perspectief heeft een 'eigen set' aan relevante partijen.
- **Attributie van het aandeel van een organisatie/activiteit/project aan een ecosysteem is uitdagend.** Een ecosysteem heeft veel betrokken organisaties en personen. Enkele van hen zijn volledig bezig met activiteiten die zich binnen het ecosysteem afspelen, maar vaker is het zo dat organisaties maar ten dele werken binnen het ecosysteem en haar thematiek. Denk bijvoorbeeld aan een universiteit die actief is op vele gebieden, of een bedrijf als Philips dat in vele ecosystemen actief is. Hetzelfde zien we bij onderzoeks- en innovatieprojecten, die slechts ten dele zijn toe te schrijven aan een specifiek ecosysteem. Ook hier geldt dat wanneer we alle partijen en activiteiten voor 100% attribueren aan het ecosysteem in kwestie, we het ecosysteem (inclusief haar spelers en activiteiten) flink kunnen overschatten. Om een ecosysteem accuraat af te bakenen is het dus wenselijk om goed zicht te hebben op de aandelen van partijen en activiteiten, die toe te schrijven zijn aan het ecosysteem in kwestie.
- **Herkenning door het veld is essentieel.** O&I-ecosystemen zijn in theorie op verschillende manieren af te bakenen. Op basis van de georganiseerde workshops concluderen wij dat het essentieel is om ecosystemen zelf te betrekken bij de afbakening, omdat anders het gevaar bestaat dat zij zich er zelf niet in herkennen. O&I-ecosystemen kennen een hoge mate van specialisatie op specifieke thema's en een eigen complexe dynamiek; het luistert heel nauw om recht te doen aan het ecosysteem. Uiteindelijk is het ecosysteem zelf het beste op de hoogte van wat er gebeurt en welke richting men op wil.
- **Potentieel 'onterecht' gebruik van het label O&I-ecosysteem.** Indien er beleidsinstrumentarium gericht zal worden op O&I-ecosystemen, en omvang en/of impact van ecosystemen is een belangrijke factor hierbij, dient men wel rekening te houden met eventueel strategisch gedrag vanuit het veld. Een ecosysteem kan zich groter en aantrekkelijker profileren dan in werkelijkheid mogelijk het geval is. Ook kunnen partijen, die feitelijk geen O&I-ecosysteem representeren, zich wel als zodanig presenteren. Tegelijkertijd zou een terechte kritische blik er niet toe moeten

leiden dat enkel incumbents en 'usual suspects' als O&I-ecosysteem geïnterpreteerd kunnen worden; ook uitdagers moeten ruimte hebben om zich (verder) te ontwikkelen als O&I-ecosysteem. Er zal dus een balans gevonden moeten worden tussen het 'subjectieve' oordeel en de presentatie van consortia/ecosystemen zelf en 'objectieve' maatstaven die door personen buiten het ecosysteem geïnterpreteerd kunnen worden (zie ook hoofdstuk 4). Het voeren van een goede dialoog tussen beleidsmakers en ecosystemen lijkt hier in ieder geval een belangrijk element bij.

3.3.2 Mogelijkheden bij het (operationeel) afbakenen van O&I-ecosystemen

Het scherp afbakenen van O&I-ecosystemen komt, zoals 3.3.1 laat zien, met stevige uitdagingen. Tegelijkertijd hebben we een afbakening nodig, wanneer we een ecosysteem goed willen beschrijven en ontwikkelingen willen volgen. In deze sectie beschrijven we wat wij, op basis van onze bevindingen, mogelijk achten ten aanzien van het afbakenen.

Afbakenen van ecosystemen: een reeks foto's

Zoals eerder benoemd zijn ecosystemen inherent dynamisch van aard. Deze continue veranderingen maakt het onmogelijk om een vaste afbakening in termen van betrokken organisaties en relevante thematiek te maken, die gedurende lange periode constant blijft. Wel is het mogelijk om periodiek de afbakening bij te stellen en te updaten, waardoor de afbakening (en hieruit volgende beschrijving) als het ware een momentopname of foto wordt. Door foto's achter elkaar te plaatsen ontstaat er toch een filmpje, waarbij het ook niet problematisch is als bepaalde zaken van een foto verdwijnen of zaken toegevoegd worden aan een foto. Op deze foto's zullen bepaalde organisaties toegevoegd worden, terwijl andere organisaties verdwijnen. Nieuwe thematiek zal ontstaan, terwijl andere thematiek verdwijnt.

Openheid en transparantie over keuzes m.b.t. de afbakening

In de praktijk ontkomt men er niet aan om operationele keuzes te maken ten aanzien van de afbakening. Aangezien ecosystemen zodanig omvangrijk en complex zijn, zal iedere keuze zijn beperkingen kennen. Dit betekent niet dat deze keuzes niet gemaakt kunnen worden. Wel is het essentieel dat de beperkingen van deze keuzes open en transparant gecommuniceerd worden. Wanneer we bijvoorbeeld kijken naar de samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven op het gebied van watertechnologie, kunnen we alle partijen die deelnemen aan PPS-inzetprojecten (binnen de TKI's) op het gebied van watertechnologie als afbakening van betrokken organisaties nemen. Niet alle samenwerking zal echter door deze specifieke vorm van samenwerking gerepresenteerd worden, en derhalve zal de afbakening ook niet compleet zijn. Tegelijkertijd is er met deze afbakening wel het nodige te zeggen over het ecosysteem watertechnologie en de PPS'en hierbinnen. Kiezen voor een bepaalde operationele afbakening kan dus waardevol zijn, zolang er open en transparant gecommuniceerd wordt over wat het wel én niet afbakent, en wat de implicaties daarvan zijn.

De inbreng vanuit O&I-ecosystemen zelf

Er zijn geen silver bullets als het aankomt op afbakening (en de beschrijving) van ecosystemen. Ieder ecosysteem kent een eigen dynamiek, zit in een specifieke fase, en kent haar eigen complexiteit. Desalniettemin zijn er aanknopingspunten om een afbakening te maken, die voor meerdere ecosystemen relevant kunnen zijn. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van ledenlijsten van netwerkplatforms en lijsten van gebruikers van beleidsinstrumentarium om relevante spelers in het ecosysteem in kaart te brengen. Tegelijkertijd kan ieder ecosysteem inschatten welke wijze van afbakening het meest recht doet aan haar eigen context.

Het lijkt daarom opportuun om de regie bij O&I-ecosystemen te beleggen, waarbij zij uiteraard gevoed kunnen worden met handvatten en input om een afbakening vorm te geven.

Suggesties afbakening via relevante organisaties en personen

Ecosystemen kunnen (deels) beschreven en bestudeerd worden door uit te gaan van de organisaties en personen die betrokken zijn bij dit ecosysteem. Wanneer het ecosysteem in staat is om met een systematische lijst aan te geven wie er betrokken is, kan deze lijst gebruikt worden om op verschillende onderdelen van het ecosysteem meer informatie boven water te krijgen. Hieronder geven we een aantal voorbeelden.

- Gebruik van overheidsregelingen (o.a. van RVO) kan bestudeerd worden door de **KVK-nummers** van de betrokken partijen te identificeren.
- Statistieken op het gebied van economie en innovatie bij het CBS kunnen ontwikkeld worden door gebruik te maken van **KVK-nummers**, en de hiermee te koppelen gebruikte entiteiten bij het CBS (**CBS_persoon, BE_ID, ROG_ID**).
- Start-ups (via Techleap.nl) kunnen geïdentificeerd worden door te beschikken over de **namen**.
- Bibliometrie kan ontwikkeld worden door te werken vanuit **onderzoeksgroepen** en de **namen van wetenschappers**.
- Financiering (o.a. bij NWO) kan bestudeerd worden door te werken met o.a. namen.

Naast het benoemen van relevante organisaties en personen is het ook relevant om een inschatting te hebben van het aandeel van de organisatie en activiteiten dat te attribueren is aan het ecosysteem.

Suggesties afbakening via relevante thematiek

Ook relevante thematiek binnen een ecosysteem kan dienen als een vertrekpunt voor de (operationele) afbakening van een ecosysteem. Het is dan wel essentieel dat de relevante thematiek goed geoperationaliseerd wordt. We zien bijvoorbeeld in de praktijk dat ecosystemen zich niet goed thematisch laten beschrijven aan de hand van de Standaard Bedrijfsindeling (SBI). Deze sectorcodes representeren een andere uitsnede van (economische) activiteiten; ecosystemen zijn terug te vinden in meerdere SBI-codes, en doorgaans zijn er geen SBI-codes die volledig relevant zijn voor een ecosysteem. Het is dus noodzakelijk om fijnmazigere informatie te hebben om een thematische afbakening te maken in de praktijk. Er zijn diverse informatiebronnen die aanknopingspunten kunnen bieden hiervoor. Voorbeelden zijn:

- De beschrijving van een organisatie en/of haar activiteiten (bijv. in een aanvraag, op een organisatiewebsite, ...)
- De beschrijving van een project (bijv. binnen de WBSO-administratie of TKI-data)
- Regelingen met een specifieke focus, waarbij deze focus volledig binnen een ecosysteem ligt.
- Wetenschappelijke publicaties en hun abstracts
- Relevante (thematische) journals, welke volledig aan een ecosysteem zijn te relateren.
- ...

Om een scherpe thematische afbakening te realiseren is het belangrijk om adequate methoden toe te passen. Soms is het mogelijk om een afbakening volledig 'human based' vorm te geven. Denk bijvoorbeeld aan het gebruik van keywords om teksten te doorzoeken, het toepassen van specifieke codes/namen van wetenschappelijke journals, of het benoemen van specifieke regelingnummers. Soms kan het uitkomst bieden om een 'machine based' benadering te kiezen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het inzetten van machine learning en

text classifiers om beschrijvingen te classificeren naar thema's die al dan niet relevant zijn voor een ecosysteem. Een belangrijk (potentieel) voordeel van het inzetten van machine learning is dat het kan helpen bij het bestuderen van grote datasets, terwijl het teveel arbeidskracht zou kosten door het met mensen te analyseren. In de praktijk is het ook mogelijk om een hybride vorm te kiezen, bijvoorbeeld door te starten met zoektermen die door experts bedacht zijn en aanvullende suggesties voor zoektermen te laten geven door de computer.²⁶

Bestaande én nieuwe data als basis voor afbakening

Om ecosystemen af te bakenen, zij het via de betrokken organisaties en/of de relevante thema's, is uiteindelijk informatie benodigd. Soms is deze informatie reeds bestaand ('secundaire data'), bijvoorbeeld in de vorm van ledenlijsten, deelnemers van programma's, gebruikers van overheidsinstrumentarium, of wetenschappelijke publicaties. Het kan ook goed voorkomen dat informatie, die benodigd is om het ecosysteem goed af te bakenen (en te beschrijven), nog niet bestaat en dat deze op maat verzameld moet worden. Er kan nieuwe data verzameld worden ('primaire data') om het ecosysteem goed af te bakenen en te beschrijven, bijvoorbeeld via een enquête. Uit de workshops komt bijvoorbeeld naar voren dat het zonder een enquête vrijwel onmogelijk is om een goede schatting te maken van het aandeel van een organisatie dat bezig is met een bepaald ecosysteem; deze informatie wordt immers (nog) niet geregistreerd. Bij het (operationeel) afbakenen van een ecosysteem hoeft men zich dus niet noodzakelijkerwijs te beperken tot reeds bestaande data.

²⁶ Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van Word2Vec, waarmee semantisch nabijgelegen woorden teruggegeven kunnen worden aan de gebruiker.

4 Beschrijven en meten van O&I-ecosystemen

4.1 Introductie

Hoofdstuk 3 is afgesloten met een toelichting op hoe O&I-ecosystemen afgebakend zouden kunnen worden. Met behulp van deze afbakeningen is het vervolgens mogelijk om het O&I-ecosysteem te beschrijven en elementen hiervan te meten. In dit hoofdstuk geven we concrete suggesties voor hoe O&I-ecosystemen beschreven en gemeten (met behulp van indicatoren) zouden kunnen worden. Aan de hand van het conceptuele kader, dat gepresenteerd is in 2.1.3, wordt er systematisch besproken wat theoretisch gezien idealiter gemeten zou worden, hoe dit geoperationaliseerd kan worden in de praktijk, en welke overwegingen hierbij in ogenschouw genomen zouden moeten worden.

Gedurende het onderzoekstraject is er veel discussie gevoerd over de mogelijkheden én onmogelijkheden van (het gebruik van) indicatoren in de context van O&I-ecosystemen. Voordat we in detail ingaan op potentieel waardevolle indicatoren voor het beschrijven en meten van O&I-ecosystemen (4.3), staan we eerst stil bij deze (on)mogelijkheden (4.2). Het is in onze optiek van economisch en maatschappelijk belang om indicatoren over O&I-ecosystemen op een verantwoorde manier te gebruiken; om deze reden achten wij het dan ook belangrijk om een gedeeld beeld te hebben van wat indicatoren wel én niet kunnen betekenen.

4.2 Verantwoord gebruik van indicatoren

4.2.1 Beschrijven versus het beoordelen van prestatie

Het kunnen beschrijven van ecosystemen is relevant om grip te krijgen op de ecosystemen: hoe zien ze eruit, wat typeert hen, waar liggen kansen en uitdagingen, en hoe kunnen we relevante ontwikkelingen volgen? Uit ons onderzoek blijkt dat goed gekozen en goed geoperationaliseerde indicatoren van waarde kunnen zijn om **ecosystemen te beschrijven**. Daarbij kunnen indicatoren ook waardevol zijn om (een deel van de) uitdagingen en **prestaties van een individueel ecosysteem** kwantitatief te beschrijven en te volgen. Wanneer een ecosysteem bijvoorbeeld aangeeft moeite te hebben met het vertalen van wetenschappelijke vindingen naar de markt via nieuw opgerichte bedrijven (start-ups), kan het aantal start-ups in kaart gebracht worden en gemonitord worden over tijd. Dit kan het ecosysteem helpen om haar eigen voortgang en prestatie te volgen. Geeft een ecosysteem bijvoorbeeld aan dat er nog veel kansen liggen in het gebruik van een bepaalde technologie door (eind)gebruikers, dan kan het meten en volgen van de adoptie van die specifieke technologie juist uitkomst bieden.

Ondanks dat bepaalde indicatoren (op hoofdlijnen) voor meerdere O&I-ecosystemen relevant kunnen zijn, constateren we ook dat 'de relevante indicatoren' met bijbehorende operationalisering vaak verschillen tussen ecosystemen. De voornaamste verklaring hiervoor is dat O&I-ecosystemen een eigen aard, fase en dynamiek kennen. Het idiosyncratische karakter van O&I-ecosystemen zorgt ervoor dat er geen 'one-size-fits-all-benadering' bestaat voor het adequaat meten van alle ecosystemen. In lijn met deze bevinding concluderen we ook dat het **(vrijwel) onmogelijk is om indicatoren aan te wijzen die objectief kunnen vaststellen welk ecosysteem 'beter presteert' dan een ander ecosysteem**. Zo kunnen zes startups in het quantum-ecosysteem er veel zijn, terwijl zes startups in het AI-

ecosysteem er juist heel weinig zijn. Simpelweg de prestatie van alle O&I-ecosystemen op het gebied van 'vermarkting van wetenschappelijke kennis' vergelijken op basis van het aantal startups zou geen recht doen aan de unieke karakters en contexten.

Ecosystemen kunnen daarentegen **wel op een descriptieve manier vergeleken worden**. Bijvoorbeeld: "ecosysteem A zit in een 'vroeg' fase met veel fundamenteel onderzoek en weinig markttoepassingen, terwijl ecosysteem B ook een hoog TRL kent en al veel toepassingen op de markt zet". Indicatoren kunnen dus wel degelijk helpen om grip te krijgen op verschillende ecosystemen, maar wij adviseren om zeer voorzichtig en zorgvuldig om te gaan met het koppelen van eventuele normatieve uitspraken ("ecosysteem A doet het beter dan ecosysteem B").

Onderstaande schema vat deze bevindingen samen.

		Gebruik indicatoren voor O&I-ecosystemen	
		Scope: Eén ecosysteem	Scope: Meerdere ecosystemen
Doel: Beschrijven	Een O&I-ecosysteem kan beschreven worden aan de hand van indicatoren, die relevant zijn voor dat specifieke ecosysteem	O&I-ecosystemen kunnen <i>descriptief</i> met elkaar vergeleken worden aan de hand van indicatoren	
Doel: Beoordelen prestatie	De prestatie van een O&I-ecosysteem kan beschreven, gevolgd en beoordeeld worden aan de hand van indicatoren, die relevant zijn voor dat specifieke ecosysteem	Prestaties van O&I-ecosystemen kunnen niet met elkaar vergeleken worden op basis van eenduidige scores op indicatoren	

Figuur 6 Gebruik van indicatoren voor O&I-ecosystemen – beschrijven versus prestatie

4.2.2 Indicatoren en kijken naar de toekomst

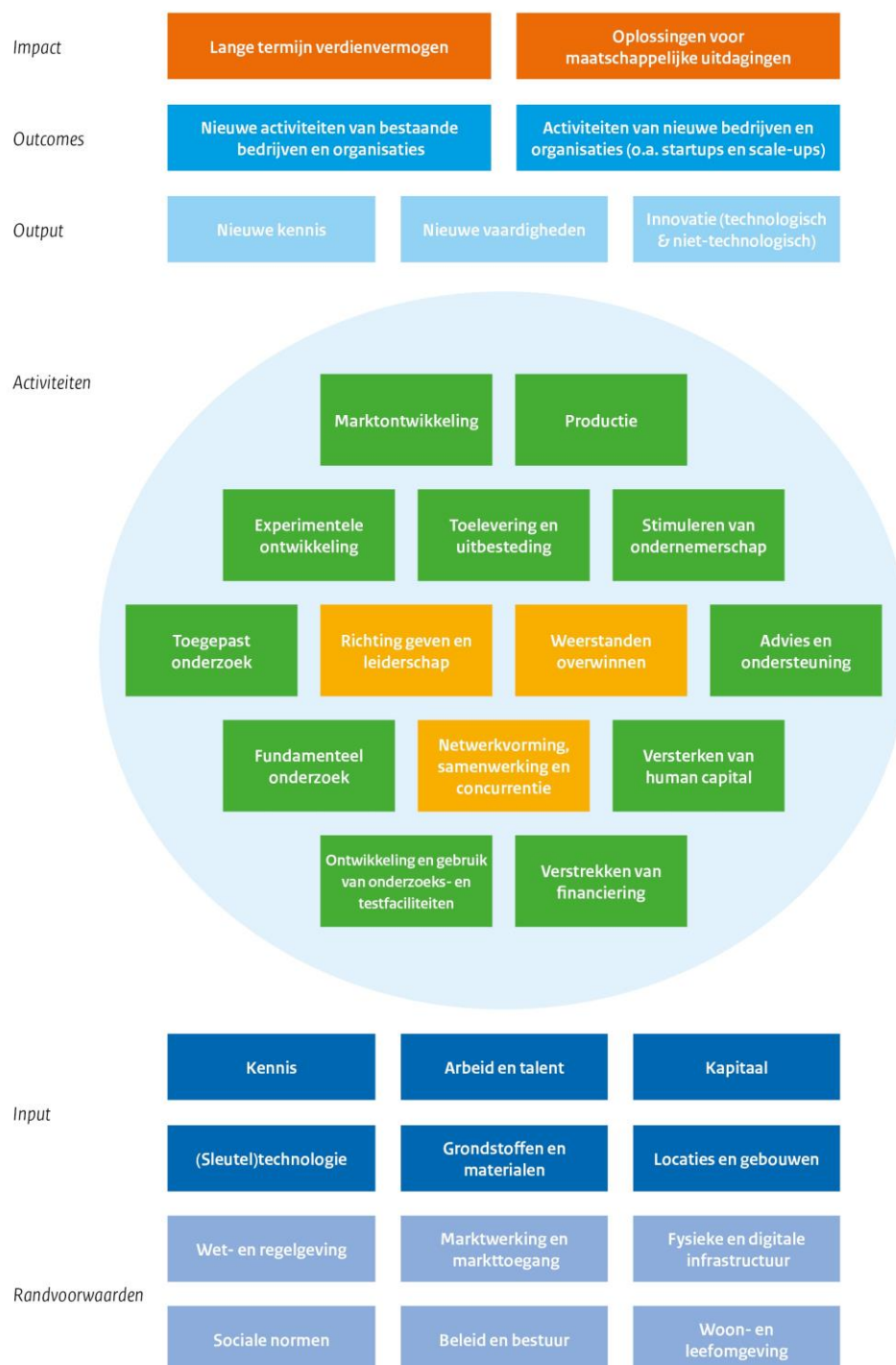
Een derde benoemd beleidsdoel (1.1) van het meer zicht krijgen op O&I-ecosystemen is het selecteren van ecosystemen, bijvoorbeeld ten behoeve van het steunen van O&I-ecosystemen. Zo heeft het Groeifonds voor ogen om het lange termijn verdienvermogen van Nederland te versterken via het versterken van O&I-ecosystemen. Voor dergelijke beleidsdoeleinden, waarbij de focus ligt op de toekomst, gaat het nadrukkelijk om [1] potentie in de toekomst, en [2] het benutten van die potentie. Het verleden en heden kunnen uiteraard relevant zijn voor de toekomst, bijvoorbeeld door het bestaan van pad-afhankelijkheid en het hebben van comparatieve en/of competitieve voordelen. Tegelijkertijd geeft het verleden geen garantie voor de toekomst. Belangrijk in deze context is dat data en indicatoren per

definitie altijd betrekking hebben op het verleden, nooit op de toekomst. **Nog niet bestaande of net opkomende ecosystemen zijn dus ook niet terug te vinden in historische data**; daarvoor is het van belang om nieuwe ecosystemen goed en tijdig op kwalitatieve wijze mee te nemen. Er is dus altijd menselijke logica en onderbouwing nodig om uitspraken te doen over de toekomst en de relatie met de stand van zaken in het heden (eventueel gerepresenteerd door indicatoren). Data en indicatoren kunnen in dergelijke contexten dus **enkel gebruikt worden om de (huidige) uitgangssituatie te schetsen, maar kunnen op zichzelf geen objectief beeld geven over de impact op het lange termijn verdienvermogen**. Het is vooruitrijden op de weg (visie, logica en onderbouwing) met een blik op de achteruitkijkspiegel (indicatoren).

4.3 Indicatoren voor het beschrijven van O&I-ecosystemen

Het conceptuele kader bestaat uit verschillende lagen. We zullen per laag suggesties geven over hoe deze laag te beschrijven en te meten is, en hoe dit te operationaliseren is richting concrete indicatoren. In Figuur 7 is het conceptueel kader nogmaals weergegeven.

De suggesties richten zich primair op kwantitatieve indicatoren, maar we willen benadrukken dat **kwalitatieve inzichten en beschrijvingen vaak minstens zo belangrijk zijn om een goed beeld te krijgen** van een O&I-ecosysteem. Denk bijvoorbeeld aan de coördinatie en agendavorming binnen een ecosysteem, maatschappelijke impact en het betrekken van gebruikers: dit is moeilijk kwantitatief te beschrijven, maar kwalitatief is dit juist goed mogelijk. De suggesties voor indicatoren richten zich daarbij inherent op bestaande ecosystemen en niet op nieuwe (nog niet bestaande) ecosystemen, omdat er nog geen data beschikbaar is voor deze laatste groep.



Figuur 7 Conceptueel kader O&I-ecosystemen

In het kader van deze indicatoren worden verschillende bestaande databronnen genoemd. Hoewel deze bronnen niet uitputtend zijn wat betreft de mogelijkheden om O&I-ecosystemen te beschrijven, illustreren zij de rijke mogelijkheden die er bestaan. In de tabel hieronder worden een aantal bronnen illustratief weergegeven:

Tabel 1 Mogelijke databronnen / bronhouders voor indicatoren (niet-uitputtend)

Bron(houder)	Beschrijving
CBS	Informatie over uiteenlopende onderwerpen (bedrijven, innovatie, human capital, financiële cijfers, etc.)
RVO	Informatie over regelingen en regelinggebruik (bijv. TKI-PPS-data)
Techleap.nl	Informatie over start-ups en scale-ups
NWO	Informatie over onderzoek, onderzoeksfinanciering en onderzoeksfaciliteiten
VSNU	Informatie over universiteiten, hun personeel en hun studenten
Vereniging Hogescholen	Informatie over hogescholen, hun personeel en hun studenten
DUO	Informatie over inschrijvingen, instroom, uitstroom en gediplomeerden in het onderwijs
Web of Science / Scopus / ScienceFinder	Informatie over wetenschappers en wetenschappelijke publicaties
EU-CORDIS	Informatie over Europese onderzoeks- en innovatieprojecten
Erasmus Center for Entrepreneurship	Informatie over scale-ups
University rankings	Informatie over universiteiten, hun karakteristieken en prestaties
Espacenet	Informatie over patenten
Jobdigger	Informatie over (Nederlandse) vacatures
WIOD	Informatie over 'world input-output'
...	

In Bijlage 2 worden per laag de suggesties voor indicatoren behandeld. Deze suggesties zijn tot stand gekomen door een inventarisatie van potentieel relevante indicatoren middels desk research, discussies tussen het onderzoeksteam en het projectteam van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, input die de workshopdeelnemers voorafgaand aan de workshops en tijdens de workshops hebben geleverd, en input die we hebben ontvangen van overige experts (o.a. databronhouders).

In **Tabel 2** is een selectie van potentieel relevante indicatoren opgenomen, waarvan wij inschatten dat deze voor meerdere O&I-ecosystemen relevant kunnen zijn. Sommige indicatoren hebben een kwantitatief karakter, terwijl andere indicatoren juist kwalitatief van aard zijn. Indicatoren die specifiek relevant zijn voor een individueel ecosysteem hebben we hierin niet opgenomen. Denk bijvoorbeeld aan "*Kosten in € en ziektelast in DALY (Disability-Adjusted Life Years), voor ziekten die door Regeneratieve Geneeskunde genezen kunnen worden*" of "*het aantal boeren dat variabele bemesting toepast*". De tabel is bedoeld om te **illustreeren** hoe een O&I-ecosysteem beschreven kan worden; er zijn nog vele andere kwalitatieve en kwantitatieve manieren om O&I-ecosystemen te beschrijven en typeren.

De tabel met indicatoren richt zich op 'wat' we kunnen meten; 'over wie' we meten vliegen we aan via de besproken afbakening van het ecosysteem (welke

organisaties/personen/thema's nemen we mee). De getoonde indicatoren kunnen, indien voldoende fijnmazigheid in de data bestaat, dus ook uitgesplitst worden naar geografische locaties en/of organisaties. Zo kan bijvoorbeeld getoond worden dat 'het aantal betrokken bedrijven' geconcentreerd is in de regio Groningen, dat 'WBSO-gebruik' binnen een ecosysteem geconcentreerd is in de regio Eindhoven, of dat de 'het aantal wetenschappelijke publicaties' geconcentreerd is op de WUR. Concepten als colocatie, clustering en agglomeratievoordelen kunnen dus met de bril van de afbakening ('over wie meten we') bekeken worden.

Het feit dat er een lange traditie is van het meten van ecosystemen, zij het met een (licht) andere invalshoek dan we hier nemen met het concept 'O&I-ecosystemen', betekent ook dat er al veel onderzoek en analyses over (O&I-)ecosystemen uitgevoerd zijn. De suggesties in dit rapport kunnen als aanvulling op eerder werk gezien worden. Verschillende andere spelers hebben immers al jarenlang gewerkt aan (delen van) de thematiek die in dit rapport aan bod komt. Enkele voorbeelden hiervan zijn:

- TNO, bijvoorbeeld met het onderzoek naar 'Regionale onderzoeks- en innovatie-ecosystemen';
- Birch Consultants, bijvoorbeeld met het rapport 'Q-campus Background study. In support of "building a q-campus - realising a quantum ecosystem in Delft";
- CWTS, bijvoorbeeld met het rapport 'De wetenschappelijke en technologische rol van Nederland in het domein cybersecurity sinds 2005';
- RVO, bijvoorbeeld met de systeemverkenningen naar 'Hightech materials' en 'Regeneratieve medicijnen';
- Technopolis, bijvoorbeeld met het rapport 'Publieke investeringen in sleuteltechnologieën - een vergelijking van tien focuslanden';
- Dialogic, bijvoorbeeld met het rapport 'Evaluatie van de topsectorenaanpak';
- Rathenau, bijvoorbeeld met het rapport 'Balans van de wetenschap 2020';
- CBS, met het ontwikkelen van de 'Community Innovation Survey';
- Diverse andere partijen

Hieronder worden de suggesties voor indicatoren voor het analyseren van O&I-ecosystemen getoond, waarna we in 4.4 dit hoofdstuk afsluiten met belangrijke (terugkerende) aandachtspunten bij het meten van O&I-ecosystemen.

Tabel 2 **Selectie** potentieel relevante indicatoren

#	Categorie	Indicator	Bron
1	Impact	Arbeidsproductiviteit (toegevoegde waarde / aantal arbeidsuren)	CBS-microdata ²⁷ (Productiestatistieken, Polisbestanden, Algemeen Bedrijvenregister)
2	Impact	Toegevoegde waarde	CBS-microdata (Productiestatistieken, Algemeen Bedrijvenregister)
3	Impact	Aantal werkzame personen (in FTE)	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister)
4	Impact	Impact op maatschappelijke uitdagingen. Dit is maatwerk, bijvoorbeeld de impact van onderzoek en innovatie (naast andere factoren) op klimaat, biodiversiteit, zorg en gezondheid, sociale cohesie en inclusie, veiligheid, energie, voedsel, en circulariteit. ²⁸	Divers, waaronder de Monitor Brede Welvaart & de Sustainable Development Goals (CBS), De sociale staat van Nederland (CPB) en de monitor circulaire economie die het PBL ontwikkelt samen met o.a. het CBS, het CPB en het RIVM. Aandachtspunt is het inschatten van de langetermijn effecten van onderzoek en innovatie (naast andere factoren)
5	Outcomes	Omzet uit nieuwe producten en diensten	Community Innovation Survey (CIS)
6	Outcomes	Aantal scale-ups (young gazelles), waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister), Scale-up Monitor van het Erasmus Centre for Entrepreneurship
7	Outcomes	Aantal startups, waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	Techleap.nl, CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister)
8	Outcomes	Aantal spin-offs bij kennisinstellingen (o.b.v. Intellectueel Eigendom van kennisinstelling)	Techleap.nl

²⁷ CBS-microdata biedt beperkte mogelijkheden voor dataverzameling en -analyse over kleine ecosystemen omdat de data niet herleidbaar mag zijn naar individuele bedrijven.

²⁸ In deze tabel worden voorbeelden van maatschappelijke impact gegeven, maar in de praktijk zal ieder ecosysteem enkele ecosysteem-specifieke doelen en indicatoren hebben om maatschappelijke impact te meten.

#	Categorie	Indicator	Bron
9	Outcomes	Aantal nieuwe en bestaande bedrijven met Speurwerk & Ontwikkeling-uren binnen de WBSO	WBSO-data RVO
10	Outcomes	Nieuwe activiteiten van publieke organisaties. Dit is maatwerk, bijvoorbeeld uitbreiding van de dienstverlening van overheden en kennisinstellingen aan bedrijven en burgers	Divers, waaronder de Monitor Digitale Overheid (ICTU) en jaarverslagen van overheden, agent-schappen en ZBO's
11	Outcomes	Gedragsverandering bij burgers, consumenten en professionals, inclusief onderliggende veranderingen in beleving. Dit is maatwerk, bijvoorbeeld het gebruik van nieuwe producten en diensten op de werkvloer, thuis en in de openbare ruimte, mede onder invloed van de beleving van b.v. veiligheid, risico's en klimaatuitdagingen	Divers, waaronder imago-, belevings- en gedrags-onderzoek onder burgers
12	Output	Innovatie: kwalitatieve beschrijving van technologische en sociale innovatie (product, dienst, proces, organisatie) en combinaties hiervan, inclusief beschrijving van de onderliggende doorbraken in wetenschap en technologie	Divers
13	Output	Innovatie: niveau van product-, dienst-, proces-, en organisatorische innovatie, waar mogelijk met de uitsplitsing tussen nieuw voor het bedrijf, de markt of de wereld	Community Innovation Survey (CIS) en CBS-micro-data
14	Output	Aantal patenten, waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	Espacenet of andere patent-database
15	Output	Aantal wetenschappelijke publicaties, waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	Web of Science, Scopus, of andere database met wetenschappelijke publicaties
16	Activiteiten	Aantal wetenschappelijke co-publicaties (samenwerking publiek-publiek en/of publiek-privaat)	WoS, Scopus, ScienceFinder of andere database met wetenschappelijke informatie
17	Activiteiten	Aantal wetenschappers met dubbele aanstelling	Universiteiten, hogescholen, RKI's, TO2-instellingen, NWO- en KNAW-instituten, university rankings, Web of Science

#	Categorie	Indicator	Bron
18	Activiteiten	Aantal samenwerkingsrelaties tussen deelnemers in TKI-PPS-projecten, Horizon 2020 en Horizon Europe-projecten	TKI-data RVO, CORDIS
19	Activiteiten	Aantal S&O-uren binnen WBSO (en ontwikkeling daarvan)	WBSO-data RVO
20	Activiteiten	Productiewaarde / omzet	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, BTW, Productiestatistieken)
21	Activiteiten	Mate waarin onderzoeksfaciliteiten gebruikt worden door kennisinstellingen en bedrijfsleven (waaronder mkb en startups)	Beheerders van onderzoeksfaciliteiten (vaak kennisinstellingen en onderzoeksinstituten, soms een PPS)
22	Activiteiten	Investerings in leven lang leren/ontwikkelen	CBS-microdata (Enquête Beroepsbevolking, Algemeen Bedrijvenregister)
23	Activiteiten	In- en uitstroom studenten uit relevante opleidingen voor het ecosysteem	DUO
24	Activiteiten	Aantrekken en behoud van internationaal talent	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, Polisbestanden, GBA-migratiebus)
25	Activiteiten	Bereidheid van wetenschappers om ondernemerschap te overwegen	Survey wetenschappers
26	Activiteiten	Mate waarin toegang tot financiering een uitdaging voor bedrijfsvoering vormde	Financieringsmonitor (in CBS-microdata)
27	Activiteiten	Gebruik van diverse financieringsinstrumenten (DVI, MIT, Seed Capital, Innovatiekrediet, VFF)	RVO
28	Activiteiten	Venture capital-investeringen	NVP, Techleap.nl
29	Activiteiten	Aantal participerende actoren in het ecosysteem, met uitsplitsing naar verschillende typen publieke en private actoren en naar expertise/discipline	Divers
30	Activiteiten	Kwalitatieve beschrijving relevante structuren en netwerken in het ecosysteem	Divers

#	Categorie	Indicator	Bron
31	Activiteiten	Aantal netwerkevents en bereik hiervan (o.a. congressen, match-making-events, inspiratiesessies)	Divers
32	Activiteiten	Inschatting door betrokkenen in het ecosysteem van de bijdrage van samenwerking in het ecosysteem aan het onderzoeks- en innovatievermogen	Survey betrokkenen
33	Activiteiten	Gemeenschappelijke aanpak van gedeelde uitdagingen zoals standaarden/interoperabiliteit	Divers
34	Activiteiten	Aanwezigheid van documentatie die leiderschap en het geven van richting expliciteert (bijv. gezamenlijke agenda, roadmap, strategiedocument)	Divers
35	Activiteiten	Initiatieven tot programmering van meerjarige onderzoeks- en innovatieprogramma's	Divers
36	Activiteiten	Mate waarin (maatschappelijke) weerstanden erkend en geadresseerd worden	Divers, waaronder agenda's, roadmaps, actieplannen, betrokkenheid van maatschappelijke organisaties zoals ngo's en burgercollectieven, bijdrage aan maatschappelijk debat, suggesties voor aanpassingen in wet- en regelgeving
37	Activiteiten	Organisatiegraad: welk percentage van mogelijke, relevante participanten neemt actief deel aan het ecosysteem	Divers
38	Activiteiten	Kwaliteit van advies en ondersteuning voor ondernemers	Divers (surveys)
39	Activiteiten	Het betrekken van (potentiele) gebruikers, waaronder consumenten, professionals en burgers	Divers, waaronder rapportages van onderzoeks-, test- en demonstratieactiviteiten
40	Input	Percentage werknemers per opleidingsniveau	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, polisbestanden, Hoogste Opleidingen Tab)
41	Input	Aantallen studenten, promovendi, wetenschappelijke staf (per sector, instelling)	VSNU en VH

#	Categorie	Indicator	Bron
42	Input	Gebruik energie en grondstoffen	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, Productiestatistieken, NFO)
43	Input	Private investeringen in (im)materiële vaste activa	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + Investerings)
44	Input	Financiering vanuit departementen	Rathenau Instituut en begrotingen van departementen met o.a. data over investeringen in kennis en kennisinstellingen
45	Input	Financiering vanuit NWO-programma's	NWO
46	Input	Aanwezigheid specifieke locaties voor onderzoek, ontwikkeling, experimenten, innovatie	Divers
47	Randvoorwaarden	Mate waarin wet- en regelgeving een uitdaging vormt voor bedrijfsvoering	Financieringsmonitor
48	Randvoorwaarden	Import en export (EU en niet-EU)	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + BTW + Productiestatistieken)
49	Randvoorwaarden	Dekking glasvezelnetwerk (vaste netwerken) en dekking 4G/5G (mobiele netwerken)	Telecomproviders, EZK en Agentschap Telecom
50	Randvoorwaarden	Sociale normen, bijvoorbeeld op het gebied van samenwerking, openheid, vertrouwen, oriëntatie op de korte of lange termijn, veiligheid, duurzaamheid en ethiek	Divers, waaronder bevraging van actoren in een ecosysteem en generieke bronnen zoals de Monitor Brede Welvaart & de Sustainable Development Goals (CBS) en De sociale staat van Nederland (SCP)

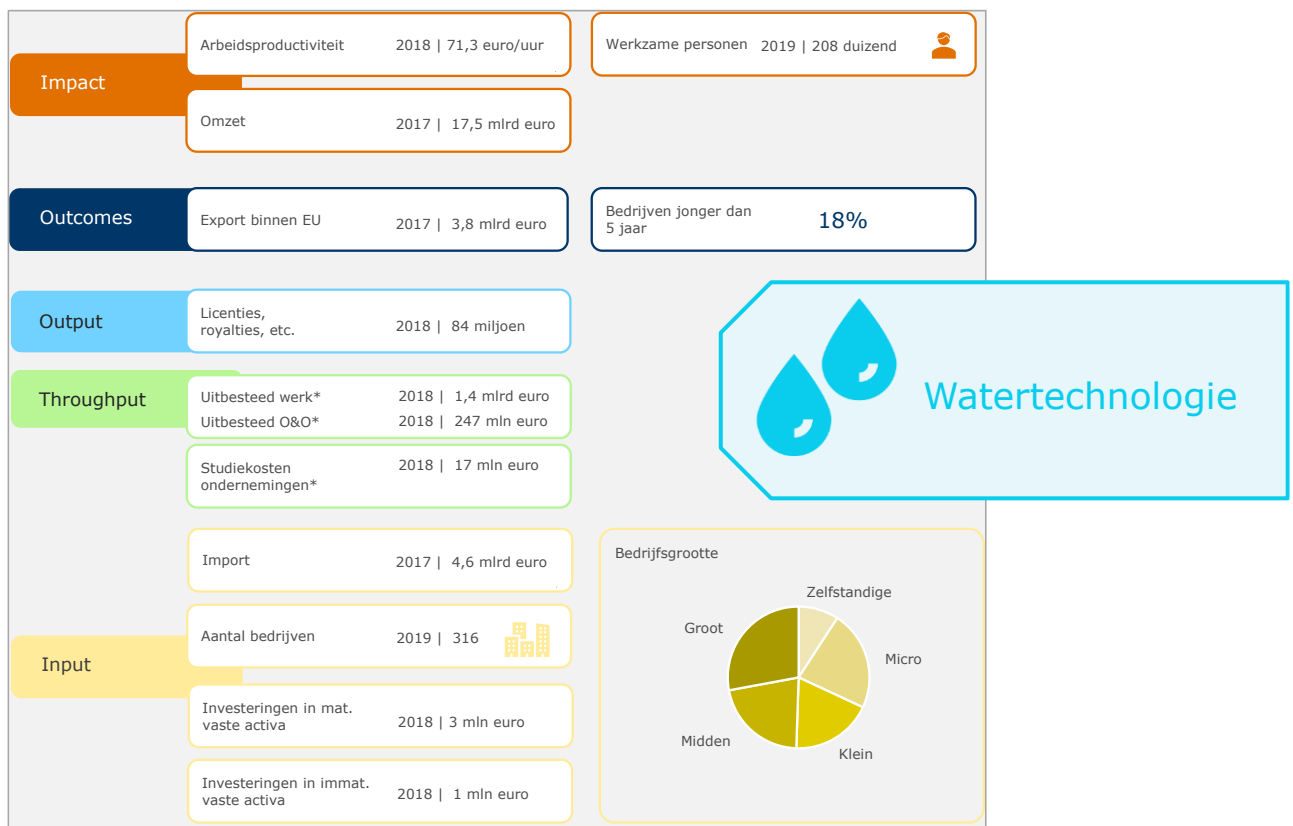
4.4 Belangrijke aandachtspunten bij het meten van O&I-ecosystemen

4.4.1 Afbakening is cruciaal om kwantitatieve indicatoren in te zetten

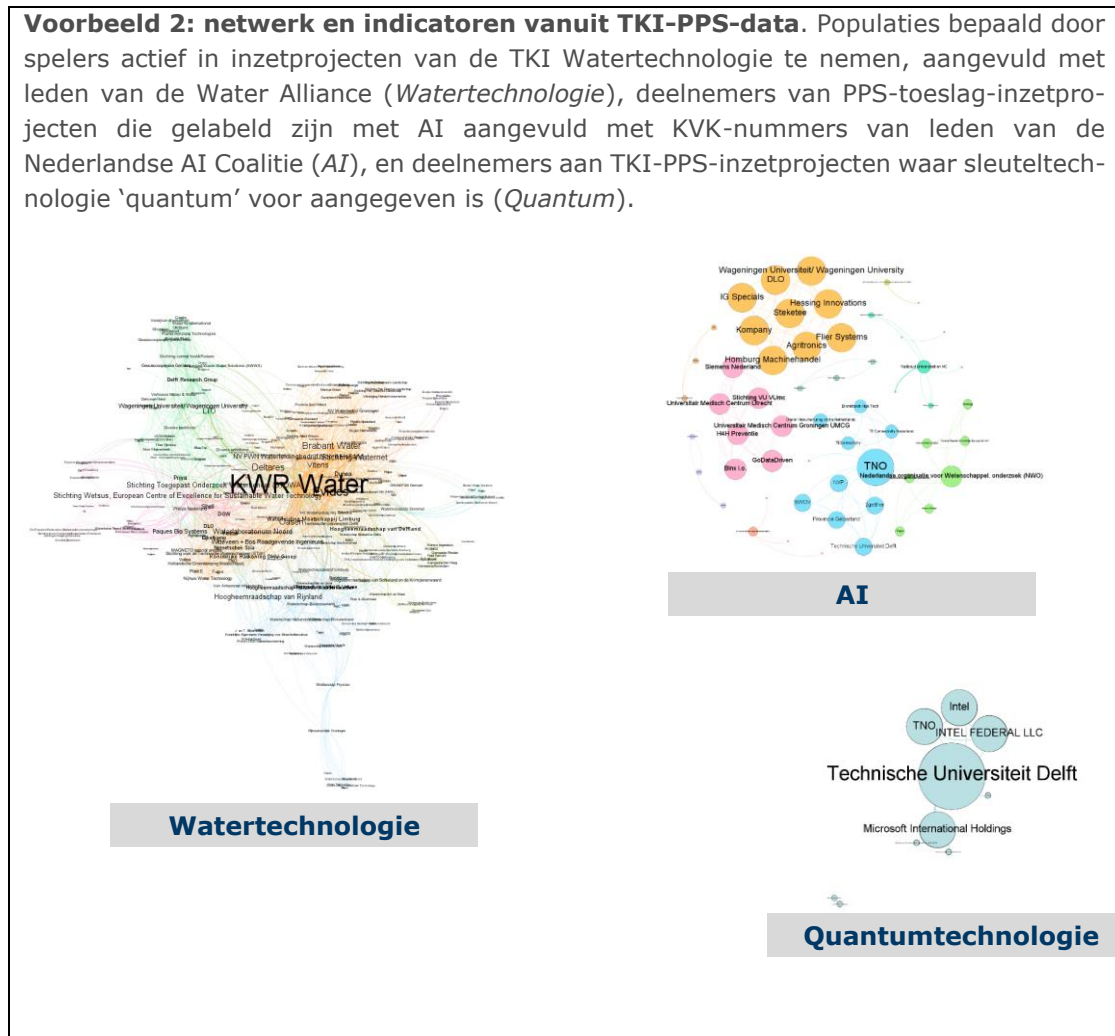
Voor iedere kwantitatieve indicator stuiten we op dezelfde vraag: hoe bakenen we het O&I-ecosysteem af? Hoe bakenen we het ecosysteem af in termen van relevante organisaties/personen en thematiek?

Voor veel indicatoren is het belangrijk om een afbakening te hebben in termen van relevante organisaties. Zo is dit bijvoorbeeld nodig voor vrijwel alle indicatoren die binnen de CBS-microdata-omgeving geconstrueerd kunnen worden. Voor de casestudies in dit onderzoek hebben we een lijst van relevante organisaties opgesteld, hier de KVK-nummers bij gezocht, en deze vervolgens geïmporteerd in de CBS-microdata-omgeving. Hoewel de indicatoren op zichzelf vaak wat kunnen zeggen over het O&I-ecosysteem, moet de afbakening ("over wie meten we" en "welk aandeel bij deze organisaties is relevant voor het ecosysteem"), **verliezen de indicatoren direct hun waarde wanneer de afbakening niet correct is**. Zo stuiten wij tijdens de workshops (terecht) direct op weerstand, wanneer de afbakeningen niet volledig dekkend waren. In voorbeeld 1 is illustratief weergegeven wat met CBS-microdata onder andere mogelijk is voor Watertechnologie. Merk op dat er een praktische afbakening gekozen is, die niet volledig overeenkomt met het daadwerkelijke ecosysteem.

Voorbeeld 1: indicatoren vanuit CBS-microdata. Populatie bepaald door spelers actief in de TKI Watertechnologie te nemen, aangevuld met leden van de Water Alliance.



Ook in andere databronnen lopen we tegen hetzelfde vraagstuk. Hieronder is bijvoorbeeld weergegeven hoe het netwerk van spelers binnen PPS'en in kaart gebracht kan worden. **Ook hier geldt: klopt de afbakening niet, dan klopt de gehele indicator niet.**



Ook wanneer een thematische afbakening geoperationaliseerd dient te worden lopen we continu tegen hetzelfde vraagstuk aan: hoe kunnen we, vaak op basis van teksten/beschrijvingen, bepalen of een organisatie/project/publicatie/patent/... tot het O&I-ecosysteem behoort? In vrijwel alle databronnen zal er middels slimme tekstanalyse een afbakening gemaakt moeten worden. Dit kan volledig human-based geschieden (vaststellen van 'keywords' door experts), machine-based (tekstclassificatie door de computer te voeden met een trainingsset van gelabelde data), of een hybride vorm (bijv. keywords vanuit experts combineren met data-gedreven suggesties van de computer). Deze operationele uitdaging komen wij onder andere tegen bij data van RVO, Techleap.nl, data m.b.t. wetenschappelijke publicaties, patenten, onderzoeksprojecten, innovatieprojecten.

Zoals eerder vermeld is het vrijwel onmogelijk om een perfecte afbakening te maken. Desalniettemin zullen er keuzes gemaakt moeten worden voor de operationele afbakening, waarbij transparant aangegeven kan worden hoe de afbakening gemaakt is, en wat de mitzen en maren hierbij zijn. Daarnaast achten we het belangrijk dat de ecosystemen zich zelf kunnen herkennen in de gekozen afbakeningen. Dergelijke afbakeningen dienen dus zowel op het niveau van 'Wie' (organisaties, personen) als 'Wat' (thematiek) gemaakt te worden.

4.4.2 Andere aandachtspunten bij het meten

Naast de grote uitdaging rondom afbakening komen we nog verscheidene andere uitdagingen tegen bij het meten van O&I-ecosystemen:

- Sommige databronnen zijn steekproef-gebaseerd, zoals de Community Innovation Survey. De dekking binnen een O&I-ecosysteem is hierdoor vaak beperkt, waardoor representativiteit in het geding kan komen. Daarnaast kunnen de kleine aantallen ertoe leiden dat er bij het CBS onthullingsrisico's bestaan, waardoor er maar beperkt uitsplitsingen gemaakt kunnen worden in de data.
- Financiële cijfers van individuele organisaties kunnen flink verschillen tussen jaren, bijvoorbeeld door carry-forward- en carry-back-constructies, of door (internationale) boekhoudkundige keuzes. Dit kan het monitoren van bepaalde indicatoren over tijd fragiel maken, zeker wanneer enkele grote spelers deze schommelingen vertonen.
- Voor verschillende elementen van een O&I-ecosysteem is simpelweg geen toereikende data beschikbaar. Hiervoor kan het verzamelen van nieuwe data (bijvoorbeeld het bevragen van de achterban middels een enquête) uitkomst bieden.

Tot slot willen we nogmaals benadrukken dat veel elementen en ontwikkelingen van O&I-ecosystemen **zich beter lenen om kwalitatief beschreven** te worden. Veel complexiteit is niet goed in (enkele) cijfers te vatten. Indien kwantitatieve indicatoren het beeld en de ontwikkelingen van een O&I-ecosysteem kunnen **ondersteunen**, kan dat waardevol zijn. Het beschrijven van O&I-ecosystemen moet niet teruggedrongen worden tot zaken die (toevallig) wel gemeten kunnen worden.

5 Het versterken van O&I-ecosystemen: uitdagingen en oplossingen

5.1 Introductie

Conceptueel en empirisch inzicht in de aard en prestaties van O&I-ecosystemen heeft op velerlei manieren beleidsrelevantie; zo kan het van pas komen bij het bepalen van welke systemen ondersteuning nodig hebben - of juist niet - en hoe dat uitpakt. Op nationaal niveau is het bovendien belangrijk om zicht te hebben op wie er in die systemen zitten, waar ze zich bevinden, wat er in de ecosystemen gedaan wordt, en hoe ze zich tot elkaar verhouden. Al deze aspecten zijn relevant voor beleidsstrategieën t.a.v. het accelereren en verbinden van coherente zwaartepunten in het nationale landschap van onderzoeks- en innovatieactiviteiten. Hierbij kan het gaan om zowel landelijk beleid als regionaal beleid, alsook om initiatieven (anders dan beleid) die door actoren uit de ecosystemen zelf ondernomen worden. Immers, voor veel soorten belemmeringen zijn deelnemende stakeholders zelf in staat om knelpunten te identificeren en mee te werken aan het oplossen ervan.²⁹

In de voorgaande twee hoofdstukken hebben we respectievelijk stil gestaan bij de (on)mogelijkheden van het identificeren en afbakenen (hoofdstuk 3) en het beschrijven en meten van O&I-ecosystemen (hoofdstuk 4). In dit hoofdstuk kijken we naar de vraag hoe O&I-ecosystemen versterkt kunnen worden: Welke aspecten in het functioneren van een individueel O&I-ecosystemen- of - meer generiek welke aspecten in het functioneren van O&I-ecosystemen *across the board* verdienen beleidsaandacht? Het betreft hier een verkenning die vooral is gebaseerd op de acht casestudies die zijn uitgevoerd en de workshops die als onderdeel van die casestudies zijn gehouden.

Om in iets meer detail te kunnen spreken over beleidsopties is er in dit onderzoek ook bekeken welke uitdagingen er *binnen* enkele afzonderlijke O&I-ecosystemen spelen, en wat voor oplossingen daarbij zouden kunnen horen. Hoewel sommige van die oplossingen vragen om beleidsinterventies (op lokaal, nationaal of supranationaal niveau) zijn er uiteraard ook zaken die door andere partijen binnen de ecosystemen opgepakt kunnen worden. Hieronder rapporteren we enkele van de uitdagingen en oplossingsrichtingen die zijn aangedragen in de workshops die onderdeel uitmaakten van de acht casestudies uit de bijlagen van dit rapport. Het gaat hierbij nadrukkelijk om percepties van de ± 80 stakeholders die hebben deelgenomen aan de acht workshops.

De in totaal tien uitdagingen (en bijbehorende oplossingen) worden hier in twee aparte paragrafen besproken. Allereerst komen de uitdagingen aan bod die nauw aansluiten bij specifieke systeem-factoren uit het conceptuele model voor O&I-ecosystemen (paragraaf

²⁹ Bezien we dit vanuit de diverse soorten falen uit hoofdstuk 2, dan zouden we kunnen stellen dat ecosysteem-deelnemers zelf een belangrijke rol spelen bij het verhelpen van bijv. coördinatiegebreken, infrastructural failures, capability failures, reflexivity failures etc. Omdat hiervoor vaak specifieke kennis nodig is kan een overheid dit lang niet altijd voor ze doen; het zou zelfs negatief kunnen uitpakken (overheidsfalen). Wat een nationale of regionale overheid wél kan doen is ondersteuning bieden aan lokale partijen op het moment dat die vanuit hun eigen belangen niet geneigd zijn de diverse soorten falen te verhelpen (bijv. vanwege onderliggende marktfalens). Middels o.a. financiering, regulering en regie kunnen partijen geprikkeld worden om hun capaciteit in te zetten om knelpunten in hun systeem te verhelpen en zo het publieke belang te dienen.

5.2). Daarnaast zijn er ook uitdagingen die meer overstijgend van aard zijn, en op het functioneren van het systeem als zodanig betrekking hebben (paragraaf 5.3).

Bij het duiden en wegen van de uitdagingen en oplossingen is het evident dat hun relevantie sterk per ecosysteem kan verschillen. Zoals eerder aangegeven in dit rapport verschillen O&I-ecosystemen op vele dimensies, zoals de mate waarin ze gebaseerd zijn op fundamenteel onderzoek, hun volwassenheid (*maturity*), de locatie en spreiding van de meest centrale netwerken (bijv. onderzoekswereld vs. industrie), de reikwijdte van de toepassingsgebieden voor de producten en diensten die ze genereren, en het deel daarvan dat sterk door overheden gereguleerde markten betreft. Ook de mate waarin ze in hun werking direct kunnen aansluiten bij maatschappelijke uitdagingen verschilt. Dit zijn slechts enkele voorbeelden. In de beschrijving van de uitdagingen en oplossingen geven we telkens aan als ze voornamelijk in de interactie met een specifiek ecosysteem naar voren zijn gekomen.

5.2 Uitdagingen en oplossingen op individuele O&I-ecosysteem-elementen

Enkele uitdagingen op het niveau van individuele systeem-factoren die we in meerdere van de acht cases zijn tegengekomen beschrijven we hier. Hoewel een andere set casestudies tot deels andere uitdagingen zou kunnen leiden, komen de gevonden uitdagingen ook terug in validatiebijeenkomsten en interviews die door het projectteam van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap zijn georganiseerd. Ze tonen in de eerste plaats dat het analyseren en beschrijven van individuele O&I-ecosystemen met gebruikmaking van eenzelfde conceptueel model aanwijzingen kan opleveren welke systeem-factoren aandacht behoeven. We noemen en passant enkele aanknopingspunten voor oplossingsrichtingen, maar ook deze zijn indicatief en zeker niet uitputtend.

- 1) **Investerings in onderzoeks- en testfaciliteiten.** In de context van O&I-ecosystemen is het niet verwonderlijk dat er veel aandacht uitgaat naar het behoud van voldoende onderzoekscapaciteit. Het algemene beeld is steeds dat er op dit moment relevant onderzoek van hoge kwaliteit plaatsvindt, maar dat het voor de toekomst van enkele ecosystemen van vitaal belang is om dit te ook te handhaven of zelfs te versterken. Vooral vanuit de ecosystemen Quantum, RegMed en Nano zijn er sterke signalen dat men uitdagingen ziet op het overeind houden van voldoende financiering voor excellent onderzoek en de benodigde onderzoeksinfrastructuren (incl. demotes). Om later ook hoogwaardige oplossingen te kunnen ontwikkelen blijft fundamenteel onderzoek een vereiste, waarbij men zowel verwijst naar monodisciplinair (Nano) als multidisciplinair onderzoek (Quantum en RegMed). Men geeft aan dat het feit dat een ecosysteem óók activiteiten van hogere TRL's kent, dat niet wegneemt dat er tegelijkertijd nog steeds nieuwe activiteiten op lage TRL's plaatsvinden. Ontwikkelingen op lage TRL's kunnen (doorgaans) niet 'gekruisfinancierd' worden door opbrengsten gerelateerd aan hogere TRL's, en dus blijft een permanente ondersteuning nodig. De oplossingen voor dit knelpunt zoekt men vooral op het vlak van uitbreiden dan wel reorganiseren van onderzoeksfinanciering. Ook het verbeteren van regie en eventueel focus kan bijdragen aan het realiseren van een kritische massa fundamenteel onderzoek.
- 2) **Toptalent.** Nauw gerelateerd aan onderzoekscapaciteit is de bezorgdheid om de kwaliteit en omvang van geschikt 'human capital' op de Nederlandse arbeidsmarkt. Een regionale dimensie wordt hier opvallend weinig genoemd. Gesprekspartners wijzen op een structureel tekort aan vooral technisch personeel, en op hoe lastig het is om aan onderzoekers of medewerkers te komen. Dit is bijvoorbeeld genoemd in het RegMed O&I-ecosysteem, waarin aangegeven werd dat er voor life sciences in de brede zin

diverse technische professionals hard nodig zijn. Het tekort is waarschijnlijk momenteel het meest prominent als het gaat om professionals met een data science achtergrond. Dit speelt onder andere voor de ecosystemen AI en Nano, maar ook in andere O&I-ecosystemen. Een barrière voor het verhelpen van dit knelpunt is dat onderwijsinstellingen met relevante opleidingen een toestroom van geïnteresseerde studenten mogelijk niet aankunnen.³⁰ Tevens is er de angst dat goed geschoold personeel vertrekt naar andere ecosystemen of zelfs landen. Om de beschikbaarheid van geschikt human capital toch op peil te houden wordt er gedacht aan test- en trainingscentra waar onderzoek, experimenteren en onderwijs gecombineerd kunnen worden. Dit model past op het oog goed bij het wezen van O&I-systemen, aangezien daarin een belangrijke plek is weggelegd voor de koppeling tussen kennis en toepassing (wat o.a. kan lopen via scholing). Stakeholders uit het Precisielandbouw-ecosysteem benadrukken ook het belang van bij-scholingsmogelijkheden, bijvoorbeeld voor boeren die niet onderlegd zijn met voldoende ICT-vaardigheden om nieuwe kansen te benutten. Ook hier denkt men aan (regionale) centra, waarbij het accent in dit geval nog meer op scholing dan op onderzoek zou kunnen liggen.

- 3) **Financiering voor startups en scale-ups: vroege fase financiering en doorgroei.** Op het moment dat bedrijven aan de slag willen gaan met kennisgebaseerde innovatie vergt dat soms investeringen die zeker voor wat kleinere partijen (waaronder startups) moeilijk zijn op te brengen. In o.a. de ecosystemen rondom Nano, RegMed en Chemelot is men erg beducht voor scenario's waarbij kansrijke innovatieve jonge bedrijven vast komen te zitten in de 'valley of death' – of met al hun kennis en potentie naar het buitenland vertrekken als daar makkelijker kapitaal te verkrijgen is. Uit de workshops blijkt dat het lastig is om oplossingsrichtingen aan te dragen die specifiek betrekking hebben op het versterken van de kapitaalmarkt voor MKB en startups. Mogelijk hangt dit samen met de relatief generieke aard van dit knelpunt; sommige ecosystemen hebben er meer last van, maar in algemene zin speelt er al langer een discussie over de diverse 'gaps' die innovatieve bedrijven tegen kunnen komen in hun groei.³¹ Ecosysteem-specifieke oplossingen die worden aangedragen in de CERN- en Precisielandbouw-workshops betreffen onder andere het belang van goede coaches die MKB-bedrijven en startups kunnen begeleiden bij het organiseren van financieringsronden, zodat die laatsten niet afgeleid worden in hun inspanningen m.b.t. ontwikkeling en commercialisatie. Dit hangt ook nauw samen met het valorisatie-aspect bij coördinatie en richting geven. Overigens geldt dat het niet altijd een kwestie is van alleen meer financiering. In een aantal workshops is opgemerkt dat er zoveel verspreide initiatieven en fondsen zijn, dat men soms het overzicht dreigt te verliezen.
- 4) **Marktcreatie en het betrekken van gebruikers bij onderzoek en innovatie.** De potentie van een ecosysteem wordt uiteindelijk sterk bepaald door de mate waarin ze een markt vraag weet te vervullen. Die vraag kan afkomstig zijn uit het bedrijfsleven en/of de maatschappij, nationaal of internationaal. Een knelpunt hier is dat sommige ecosystemen last hebben van Europese aanbestedingsregels waardoor hun innovatieve proposities maar weinig kans maken (bijv. omdat ze afgerekend worden op een relatief hoge prijs, terwijl er relevante maatschappelijke waarde gecreëerd wordt die niet in de beoordeling wordt meegenomen). In het kader van onderzoek en innovatie wijst men ook vaak op belemmeringen als gevolg van staatssteunregels; wanneer partijen uit een ecosysteem innovatieve oplossingen voor een overheid ontwikkelen kunnen die steeds minder steun ontvangen naarmate ze verder de test- en toepassingsfase in gaan. Zeker

³⁰ Getuige bijvoorbeeld het aantal opleidingen met een numerus fixus, zie [studiekeuze123](#).

³¹ Zie o.a. Dialogic / RSM / ECE (2019). Beleidsonderzoek MKB-financieringsmarkt.

op het moment dat O&I-ecosystemen de ambitie hebben om maatschappelijke waarde te creëren, bestaat er een behoefte dat overheden dit mogelijk maken door zelf als launching customer op te treden en met *use cases* te komen waarmee nieuwe oplossingen getest en verbeterd kunnen worden. Op het vlak van innovatiegericht inkopen ziet men nog meer mogelijkheden dan er momenteel benut worden (ook regionaal). Los van deze algemene punten wijzen gesprekspartners vaak op marktomstandigheden die vrij specifiek zijn voor de producten en diensten die ze helpen voortbrengen. Zo is het voor de Regeneratieve Geneeskunde van belang dat nieuwe behandelingen vergoed worden; 'regie op betaalbaarheid' zou hier wenselijk zijn. Vertegenwoordigers van Chemelot zoeken het eveneens in een sterkere rol van de overheid. De markt voor duurzame chemie is momenteel nog maar klein doordat het kostentechnisch vaak moeilijk te verkopen is; een overheid zou hier middels bijv. prijnsbeleid en normering verandering in kunnen brengen. Bij de ecosystemen Nano en Precisielandbouw worstelt men tenslotte met het inzichtelijk maken van de waarde die ze helpen creëren (en dus met het formeren van een markt). In de Precisielandbouw lijkt er sprake van 'rendementasymmetrie'; leveranciers en afnemers hebben baat bij de nieuwe oplossingen, maar doordat die waarde moeilijk in kaart te brengen en toe te eigenen is blijft het rendement voor de boeren zelf achter. Bij AI is de waardecreatie veelal indirect vanwege het enabling karakter voor innovaties. Voor het ecosysteem Quantum is markt- en vraagontwikkeling nog extra uitdagend, omdat veel toepassingen en bijbehorende economische en maatschappelijke baten wat verder in de toekomst liggen. Doordat dit ecosysteem in dit stadium primair de focus heeft op fundamenteel onderzoek en lage TRL's, is het moeilijker om 'de markt' te betrekken. Desalniettemin lukt het wel al om private betrokkenheid te organiseren (ook op lage TRL's) en zijn er al een aantal start-ups van start gegaan.

Behalve de juridische en ethische aspecten zijn er bij de ontwikkelingen in de O&I-systemen soms ook sociale aspecten in het geding. Bij de ontwikkelingen waar de AI-, Nano-, Quantum- en RegMed-ecosystemen zich op toeleggen hebben burgers zorgen over mogelijke keerzijden of zelfs wantrouwen jegens de technologie als zodanig. Bij het AI-ecosysteem wordt maatschappelijke acceptatie als een uitdaging gezien en is het zaak om ook burgers te betrekken bij het ecosysteem ('quadruple helix'). De quadruple helix wordt bij het AI-ecosysteem al toegepast in de NLAIC en er zijn concrete plannen voor Maatschappelijke Co-Creatie Omgevingen (ELSA Labs) om maatschappelijke acceptatie en inclusie te bevorderen.³² Het thema 'betrokkenheid van de burger / eindgebruiker' komt bij veel ecosystemen terug, overigens zonder dat daar altijd concrete ideeën aan verbonden worden voor de manier waarop die betrokkenheid het beste vormgegeven kan worden. Een uitzondering daarop is het idee om via citizen science over en weer meer begrip te creëren en creativiteit te benutten.

- 5) **Het faciliteren van verbindingen tussen ecosystemen.** Vooral voor de zich vormende ecosystemen geldt dat het soms lang duurt voordat regie vorm krijgt, waarbij ook de verbindingen met andere ecosystemen nog onvoldoende effectief gelegd worden. Zeker wanneer de onderliggende wetenschapsgebieden en mogelijke toepassingen breed zijn, betekent dit dat nog lang in de breedte wordt geïnvesteerd en veel verschillende mogelijke innovatiepaden worden opengehouden. Het ecosysteem AI laat zich bijvoorbeeld kenmerken door een enorme breedte in termen van toepassingsmogelijkheden, en probeert derhalve met behulp van regie (onder meer via de Nederlandse AI Coalitie, NL AIC) de inspanningen goed op elkaar af te stemmen en het ecosysteem in succesvolle banen te leiden. Vanuit NL AIC wordt nadrukkelijk aangegeven dat zij daarbij oog hebben voor het principe van 'separation of concerns', om de individuele en collectieve belangen

³² Zie datascienceinitiative.eu en NLAIC.com

op een lijn te krijgen en te houden. Daarnaast trachten zij door het voeren van regie de hoeveelheid 'dubbel werk' naar beneden te schroeven. Voor ecosystemen geldt verder dat een vorm van regie ertoe zou kunnen bijdragen dat de inspanningen – vaak ook van verschillende regio's en sub-ecosystemen – beter op elkaar afgestemd zouden kunnen worden en dus eerder enige vorm van *verdergaande specialisatie* van de zich vormende ecosystemen kan ontstaan. Die specialisatie kan ook ontstaan door koppeling aan concrete toepassingsgebieden. De keuze van RegMed XB om als regisseur vooralsnog te focussen op vier grote ziektebeelden is een voorbeeld hoe richting kan worden gegeven aan een ecosysteem.

- 6) **Vaardigheden en absorptiecapaciteit in het mkb.** Een prominent punt van zorg is dat hoogwaardige kennis onvoldoende geabsorbeerd en toegepast wordt door kleine en middelgrote bedrijven. Vrijwel in elke workshop wordt gesignaleerd dat de aanwezige O&I-netwerken er te weinig in slagen nieuwe startups te genereren of kleine en middelgrote bedrijven aan te haken. Vanuit CERN en Nano bezien is dit deels te wijten aan suboptimale voorzieningen op het vlak van knowledge en technology transfer. Wel zijn er bijvoorbeeld business incubation centra van CERN in Nederland in samenwerking met Nikhef. Er bestaan regelingen en budgetten, maar het aanbod daarvan beschouwt men niet als toereikend. Zo is de PPS-toeslagregeling naar verluid onvoldoende interessant voor MKB-bedrijven die niet zelf al tot de innovatieve top van hun domein behoren.
- 7) **Versterken kennisoverdracht en valorisatieproces voor meer impact.** De observatie dat bedrijven maar moeilijk de voor hen relevante kennisinstellingen of bedrijfspartners weten te vinden komt vaak terug. Om dit te verhelpen wordt er veelvuldig gevraagd om stimuleringsregelingen voor gezamenlijk experimenteren of kennisuitwisseling, dus op hogere *technology readiness levels* dan men normaal in NWO- en PPS-onderzoek tegenkomt. Het beeld dat soms wel eens leeft is dat er veel moeite wordt gestoken in onderzoek en toepassingsagenda's, maar dat het vervolgens moeilijk is om dit dan ook gezamenlijk ten uitvoer te brengen. Laagdrempelige samenwerkingsprogramma's zouden een uitkomst kunnen zijn. Vanuit het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap is bijvoorbeeld de regeling Thematische Technology Transfer (TTT) gelanceerd met het doel om samenwerkingen tussen onderzoeksorganisaties te versterken en investeringen in kennisstarters te stimuleren, met een budget van €24 in 2020 waarbij het consortium RegMed XB/DCVA in 2019 €8 miljoen heeft ontvangen.³³ Voor het betrekken en op weg helpen van MKB'ers zou daarnaast ook gedacht kunnen worden aan thematische communities of kennis- en innovatieadviseurs die goed de weg weten in een bepaald ecosysteem. Bij het ecosysteem precisielandbouw wordt een belangrijke rol toegedicht aan onafhankelijke kennis- en innovatieadviseurs om agrarische ondernemers te informeren over precisielandbouwtechnieken. Daar waar het gaat om kennisuitwisseling dichterbij de 'knowledge frontier' zien gesprekspartners ook dat er nog ruimte ligt om (jonge) onderzoekers meer redenen en mogelijkheden te geven om zich met de toepassing van hun kennis te bemoeien – via onderzoek met/bij bedrijven of via startups. Daarbij kunnen ook specifieke barrières spelen zoals de strikte voorwaarden in medische centra voor het starten van een eigen bedrijf in combinatie met een academische carrière.

³³ Zie rvo.nl en rijksoverheid.nl

- 8) **Eerder in het proces aandacht besteden aan wet- en regelgeving.** Spelers in een ecosysteem zien zich geconfronteerd met diverse wet- en regelgeving. Soms wordt deze wet- en regelgeving als effectief en adequaat ervaren; in andere gevallen niet. Kaders die innovatie onnodig hinderen, kunnen weerstand opleveren op het moment dat ze innovatieve ontwikkelingen in een ecosysteem tegenhouden. Andersom geredeneerd kan wet- en regelgeving ook een boost geven aan innovatie, door kaders te stellen die innovatie juist in de hand werken. In het Water-ecosysteem wordt regelmatig gewezen op belemmeringen als gevolg van regelgeving op verschillende thema's en regionale schalen waarmee men in dat domein te maken heeft. Tegelijkertijd is er behoefte aan nieuwe kaders voor thema's als databeheer en -bescherming, bijvoorbeeld vanuit de boeren in het Precisielandbouw-ecosysteem. Er zijn ook zorgen ten aanzien van nieuwe regelgeving, bijvoorbeeld op het gebied van privacy en veiligheid. Bij Chemelot erkent men het belang van veiligheid, maar deelt men de zorg dat overmatige 'risk governance' sommige ontwikkelingen in de weg kan staan. Dit is duidelijk een delicate balans die alleen met zeer veel kennis van zaken opgepakt kan worden. Ook in het geval van RegMed is wet- en regelgeving een belangrijke maar complexe aangelegenheid. Voor thema's als celtherapieën dienen er nieuwe juridische en ethische kaders ontworpen te worden, waarbij het de vraag is of dat niet op een meer generiek niveau geregeld moet worden (ATMP's). Deze zijn van bijzonder belang voor een ecosysteem dat weliswaar geografische zwaartepunten kent, maar voor het ontwikkelen van veilige zorgproducten sterk afhankelijk is van wat er op (surpra)nationaal niveau besloten wordt. Om dit goed te voeden hecht men belang aan deskundige counterparts bij relevante overheden, die de relatie kunnen leggen tussen kennisgebaseerde ontwikkelingen en (regelgeving t.a.v.) mogelijke maatschappelijke consequenties.

5.3 Uitdagingen en oplossingen op 'ecosysteem-functioneren'

Onderstaand noemen we enkele meer generieke uitdagingen voor het functioneren van O&I-ecosystemen als geheel. Net als bij de identificatie van uitdagingen en oplossingsrichtingen bij individuele O&I-ecosysteemfactoren zijn deze uitdagingen indicatief, niet uitputtend en gebaseerd op een beperkte set van korte casestudies, maar komen de gevonden uitdagingen ook terug in validatiebijeenkomsten en interviews die door het projectteam van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap zijn georganiseerd.

- 9) **Het organiserend vermogen van O&I-ecosystemen.** Voor het creëren en benutten van synergiën in hun ecosysteem wijzen veel stakeholders op de noodzaak om het organiserend vermogen in O&I-ecosystemen te versterken. In veel gevallen blijkt het toch nog moeilijk om bij het versterken van de hiervoor genoemde punten met één stem te spreken, hetgeen wel belangrijk is wanneer er keuzes gemaakt moeten worden over wat te doen aan onderzoeksfinanciering, talent-versterking, aanpassing wet- en regelgeving, enzovoorts. Het is van belang om de ecosysteem-cultuur te versterken en daarbinnen de eigen organisatiecultuur, om gewenst leiderschap te ontwikkelen (hiertoe is het ontwikkelen van wendbare functieprofielen wenselijk). De onderzochte ecosystemen zijn geselecteerd omdat er al voldoende sprake was van een (kern)netwerk met een samenhangende agenda, maar in de praktijk zijn veel activiteiten in de ecosystemen nog beperkt op elkaar aangesloten. Zo spreekt men bij Quantum van concurrentie op het gebied van financiering waardoor kennis niet altijd open wordt gedeeld, terwijl er in de Precisielandbouw nadruk wordt gelegd op versnippering in termen van bedrijven die maar beperkt samenwerken wanneer innovatietrajecten de fase van marktintroductie naderen. Daarnaast liggen er voor veel ecosystemen uitdagingen in zorgvuldig afstemmen (van belangen en activiteiten) als het gaat om andere ecosystemen. Zoals eerder in dit rapport besproken is de grens tussen sommige ecosystemen niet altijd duidelijk;

omdat er overlap zit in de technologie waar ze zich mee bezighouden (CERN, AI, Nano, Quantum), omdat ze technologie uit meerdere domeinen verenigen (Precisielandbouw leunt op de Agro/Tuinbouw- en Hightech-ecosystemen) of omdat ze innovaties ontwikkelingen die in veel andere domeinen toegepast kunnen worden. Deels is dit beter te organiseren door extra structuren en agenda's aan te leggen, maar de bestuurlijke drukte waarin dit mogelijk resulteert kan ook weer verwarrend en verlamdend werken. In de workshops zijn diverse organisatieprincipes gedeeld die kunnen helpen om coherentie binnen én tussen de ecosystemen te waarborgen. Daarbij wordt vooral benadrukt dat vertrouwen en leiderschap belangrijke ingrediënten zijn in een gebalanceerd ecosystem-governance-model dat er verder op gericht moet zijn om visies neer te leggen en inspirerende en motiverende ambities te ontwikkelen. Dit werkt volgens enkele stakeholders het best als er een klein team aan het roer staat, dat oog heeft voor feedback, leren, integriteit, pragmatisme, transparantie en communicatie. Met name het belang van die laatste factor wordt benadrukt. Heldere communicatie vanuit de ecosystemen helpt om duidelijk te maken waar ze voor staan en wat hun positie is ten opzichte van andere structuren en systemen.

10) **Lange-termijn-blik en samenhang bij investeringen in onderzoek en innovatie.**

Behalve dat silo's tussen ecosystemen voorkomen moeten worden is er ook een zorg dat er aan de overheidskant onvoldoende coherente ondersteuning is. Veel ecosystemen hebben op regionaal en landelijk niveau met diverse vakdepartementen te maken bij investeringen en instrumenten, nog afgezien dat ministeries van OCW, EZK, SZW, LNV en meer incidenteel ook IenW en VWS al gauw in beeld zijn als het gaat om de keten van onderzoek naar economische activiteit. Om die reden wordt er in meerdere workshops gepleit voor coherentie en consistentie in beleid, waarbij 'beleid' dus gaat over de volle breedte van de reeds besproken 'systeemfactoren'. Regelmatig wijst men erop dat mogelijkheden om inhoudelijke afstemming tussen overheden te waarborgen gegroeid zijn met de Topsectorenaanpak en de huidige Missiegedreven variant daarop.³⁴ Doordat de missies innovatiecapaciteit mobiliseren voor maatschappelijke uitdagingen zijn het van nature al thema's waarbij meerdere overheden een rol hebben in het behalen van de gestelde doelstellingen. Voor de ecosystemen levert dit wel de vraag hoe hun eigen netwerken en agenda's zich verhouden tot die van de missies. Het gevaar is reëel dat er steeds meer verschillende 'gedeelde' agenda's over elkaar heen buitelen, daar waar het doorpakken naar uitvoering en ondersteuning van een goede gedeelde agenda minstens even belangrijk is. Daarnaast bestaan er vragen over de mate waarin er integrale ondersteuning geboden kan worden aan innovatietrajecten, specifiek op het spectrum van fundamenteel onderzoek – experimenteel onderzoek – toepassing (dat zeker in ecosystemen niet per se lineair doorlopen wordt). Voor financiële ondersteuning zijn de ecosystemen en hun agenda's/programma's vaak afhankelijk van een palet aan instrumenten die ieder een bepaald aspect of bepaalde fase van een innovatietraject beslaan, zoals enkele *technological readiness levels* of *societal readiness levels*. Stakeholders percipiëren dit als hordes die ze moeten nemen. Liever ziet men mogelijkheden voor programmatische financiering, waarbij individuele projecten en trajecten gedurende het doorlopen van ontwikkelingsfasen ondersteuning kunnen krijgen zonder steeds naar andere financiers en regelingen te moeten stappen.

Een aanverwant aspect dat vaak aangesneden wordt, is de noodzaak om door te kunnen pakken op het moment dat een ecosysteem als zodanig succesvol is in het uitvoeren van onderzoeks- en innovatie-activiteiten die ook leiden tot maatschappelijke wenselijke

³⁴ Ook de NWA en NWA-routes – zij het op een andere manier - bijgedragen aan afstemming.

uitkomsten, of het nu smalle of brede welvaart betreft. Liever dan steun in de vorm van een eenmalige financiële bijdrage ('impulsfinanciering') zoeken de meeste ecosystemen naar mogelijkheden om op langere termijn de financiering goed te organiseren. Daarbij wordt in de gesprekken niet gespecificeerd voor welk soort uitgaven structurele financiering gewenst is. Een uitgangspunt om rekening mee te houden bij het waarborgen van continuïteit is het principe om succes te belonen, mits aanvullende steun ook weer een additioneel effect oplevert. Nu constateert men af en toe dat er in de ecosystemen mooie initiatieven worden opgezet (voor ecosysteem-versterking, of concrete innovatietrajecten) die vanwege hun korte doorlooptijd en geringe omvang nooit het momentum krijgen dat nodig is om echt impact te hebben. Wederom is dit niet een knelpunt waar hele concrete oplossingen bij horen, maar eerder een punt van aandacht dat betrekking kan hebben op alle besproken systeem-factoren.

6 Epiloog

In dit rapport is achtereenvolgens uiteengezet wat onderzoeks- en innovatie- (O&I-ecosystemen) zijn, welke redenen er kunnen zijn om ze beleidsmatig te ondersteunen, hoe we ze kunnen identificeren en afbakenen, hoe we hun prestaties kunnen beschrijven en meten, en welke uitdagingen we aantreffen in O&I-ecosystemen in Nederland.

We kijken in dit afsluitende hoofdstuk terug naar de in hoofdstuk 1 genoemde beleidsdoel-einden waarvoor de kaders en verkennende analyses zoals beschreven in hoofdstuk 2-5 relevant kunnen zijn:

1. het identificeren en afbakenen van O&I-ecosystemen, relevant voor het stimuleren van O&I-ecosystemen als zodanig (hebben we te maken met reële O&I-ecosystemen, in aanleg dan wel al meer volwassen, en hoe kunnen deze afgebakend worden) [**hoofdstuk 2 en 3**];
2. het beschrijven van de ontwikkelingen en 'prestaties' van ecosystemen (onder andere van belang indien vanuit het Algemeen Groeifonds O&I-ecosystemen gericht ondersteund en het functioneren en presteren gemonitord gaan worden) [**hoofdstuk 4**];
3. het versterken van ecosystemen (welke aspecten in het functioneren van een specifiek O&I-ecosystemen verdient aandacht – of – meer generiek welke aspecten in het functioneren van O&I-ecosystemen *across the board* verdienen beleidsaandacht) [**hoofdstuk 5**].

Hieronder zullen enkele aanvullende aandachtspunten benoemd worden voor beleidsdoelen [1] en [2] in 6.1, en voor beleidsdoel [3] in 6.2.

6.1 Identificatie, afbakening en beschrijving van ecosystemen

In hoofdstuk 2 hebben we een conceptueel kader van O&I-ecosystemen gepresenteerd dat tot doel heeft nader aan te duiden wat we als de belangrijkste onderdelen van en processen binnen O&I-ecosysteem zien. Vervolgens zijn we in hoofdstuk 3 nagegaan in hoeverre de conceptueel geïdentificeerde O&I-ecosystemen in de praktijk ook te identificeren én af te bakenen zijn. Deze afbakening kan vervolgens gebruikt worden om het desbetreffende O&I-ecosysteem te beschrijven (zie hoofdstuk 4). Voor het identificeren, afbakenen en het beschrijven van O&I-ecosystemen zijn zowel mogelijkheden als onmogelijkheden aan bod gekomen.

Op basis van de bevindingen met betrekking tot het identificeren, afbakenen en beschrijven van ecosystemen, komen we nog tot twee aanvullende aandachtspunten.

1. Als het beleidsdoel is om de **momenteel sterkste** ecosystemen te identificeren (en eventueel te faciliteren), constateren we dat er geen individuele deelanalyses zijn die objectief aan kunnen geven wat momenteel de sterkste ecosystemen zijn. Om toch onderbouwd tot een oordeel te komen, adviseren we om diverse deelanalyses naast elkaar te leggen en te kijken of daar een objectief beeld uit ontstaat van de empirisch aantoonbaar sterkste ecosystemen. En hoe meer dimensies in de verschillende deelanalyses meegenomen kunnen worden (zoals regionale en sectorale karakteristieken), hoe sterker eventuele verschillen empirisch onderbouwd kunnen worden.
2. Als het beleidsdoel is om **potentieel sterke** ecosystemen te identificeren, dan is het relatief minder belangrijk in hoeverre de data al laat zien dat er samenhangende

O&I-activiteiten in een bepaald domein plaatsvinden. In dat geval komt er meer nadruk te liggen op het organiserende vermogen (netwerkvorming, richting geven) dat nodig is om alle schakels in een ecosysteem in de juiste stand te krijgen. Op het moment dat de netwerkorganisaties die ecosysteem regisseren/faciliteren zich melden kan de eerdergenoemde top-down route vooral helpen om te laten zien of er al massa en momentum is.

6.2 Versterking van ecosystemen

Op basis van casestudies en workshops is in hoofdstuk 5 beschreven met welke uitdagingen stakeholders in O&I-ecosystemen kampen, en welke oplossingsrichtingen ze als kansrijk beschouwen. Daarbij zijn twee soorten uitdagingen naar voren gekomen; knelpunten die te maken hebben met specifieke elementen uit het conceptuele model voor O&I-ecosystemen (zie paragraaf 2.1), en knelpunten die betrekking hebben op het functioneren van het ecosysteem als geheel. Op basis van deze bevindingen komen we nog tot vijf aanvullende aandachtspunten.

1. Als we de geïdentificeerde knelpunten relateren aan de theoretische gronden voor overheidsingrijpen (zie paragraaf 2.2), dan valt op dat veel knelpunten vanuit meerdere perspectieven een legitieme basis voor interventie vormen. Gebrekkige kennisuitwisseling kan het gevolg zijn van marktfalens 'coördinatiegebreken' en 'informatie-asymmetrie' (onduidelijkheid over wie binnen het ecosysteem relevante kennis heeft, en moeite bij inschatten van hoe waardevol die kennis is voor innovatietrajecten met veel onzekerheden), van systeemfalen (onvoldoende gelegenheden waarbij kennis-ontwikkelaars en -toepassers elkaar treffen, of onvoldoende vaardigheden van laatstgenoemden om effectief gebruik te maken van kennis), en van transformatiefalen (gebrek aan kennis-accumulatie vanwege onduidelijkheid over de richting waarin het O&I-ecosysteem zich ontwikkelt). Voor het knelpunt rondom marktomstandigheden (vraag) zou dit neerkomen op bijvoorbeeld marktfalen aangaande ontbrekende vraag naar niet-beproefde innovatieve oplossingen, systeemfalen vanwege regels die het totstandkomen van de vraagzijde belemmeren, of transformatiefalen als gevolg van demand articulation failures (de vraag is wel latent aanwezig, maar niet voldoende expliciet om een substantieel perspectief te bieden voor mogelijke aanbieders). Alle geïdentificeerde knelpunten kunnen vanuit meerdere perspectieven geïnterpreteerd worden. **Het kunnen benoemen van een mogelijke vorm van falen is echter niet voldoende om te concluderen dat overheidsinterventie gewenst is. Daarvoor is het te allen tijde zaak om in meer detail na te gaan waarom bepaalde transacties, interacties en richtinggevend afstemmingen niet tot stand komen.** Het verklaren van de aard van een probleem (en dus het soort falen dat erbij hoort) is een exercitie die per ecosysteem verricht moet worden, en niet generiek voor het thema 'O&I-ecosystemen' als zodanig.
2. Sommige knelpunten spelen in vrijwel alle O&I-ecosystemen, en lijken daarmee karakteristiek te zijn voor het nationale innovatiesysteem als zodanig. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het gebrek aan (technisch) talent. Het oplossen hiervan kan verlopen door in bepaalde regio's, sectoren en netwerken nieuwe initiatieven op te zetten, maar is misschien ook deels te ondervangen door interventies op landelijk niveau. In die zin kunnen de beschrijving en analyses van een set van O&I-ecosystemen ook aanwijzingen geven voor **generieke knelpunten die opgelost moeten worden en waarvan de oplossing nagenoeg alle O&I-ecosystemen ten goede zou komen.**
3. Dat de governance van ecosystemen erop gericht is om kritische massa te benutten en bestaande structuren aan te haken is een kracht, maar het maakt het ook lastiger

om te bepalen waar nationaal beleid vervolgens nog een verschil kan maken. Daar waar **generieke of nationale oplossingen** evident mogelijk zijn (met ruimte voor differentiatie naar ecosystemen) heeft dit de voorkeur boven oplossingen op het niveau van individuele O&I-ecosystemen.

4. Diverse van de onderzochte ecosystemen lijken op dit moment belangstelling of zelfs commitment georganiseerd te hebben voor een specifiek thema of een specifieke ontwikkelingsrichting. De duurzaamheid en kracht van deze ontwikkelrichting zou sterk kunnen afhangen van de beschikbare beleidsondersteuning om daadkrachtig de beoogde richting op te bewegen. Dit roept de vraag op of het verstandiger is om de ecosystemen te **ondersteunen in termen van 'systeem-functioneren', of dat het versterken van zwakke 'systeem-factoren'** juist vanzelf al leidt tot bestending van het organiserend vermogen.
5. **Maatschappelijke vraagstukken als 'duurzame landbouw' kunnen sterk wervend en sturend werken** om actoren en de benodigde kennis en cross-sectorale samenwerking te arrangeren die hiervoor benodigd is. Deze maatschappelijke vraagstukken moeten daarbij voldoende substantie hebben en langere tijd wervend en sturend kunnen zijn, zodat de O&I-ecosystemen zich hier daadwerkelijk op kunnen richten, hierin kunnen investeren, kunnen innoveren en hier organisatorisch op kunnen aanpassen. Dat vereist dat enerzijds niet te gemakkelijk telkens nieuwe 'families van maatschappelijke uitdagingen' worden geformuleerd en anderzijds dat de maatschappelijke vraagstellingen voldoende specifiek worden geformuleerd om uitdagend te zijn. Er is behoefte aan een logische opeenvolging en verdieping van wervende thema's die op elkaar voortbouwen, waardoor duurzame samenwerking en afstemming loont en diep gespecialiseerde O&I-ecosystemen ontstaan die zichzelf voortdurend kunnen aanpassen en vernieuwen.

Bijlage 1. Illustratieve niet-limitatieve lijst O&I-ecosystemen

Tabel 3. Illustratieve niet-limitatieve lijst O&I-ecosystemen. Deze lijst **illustreert** het landschap van O&I-ecosystemen, maar is **niet uitputtend**, is **continu in beweging** (dus het is een momentopname), er blijft op onderdelen **overlap** en er is inherent **een zekere mate van subjectiviteit** betrokken bij het labelen en rubriceren van de ecosystemen. De topsectoren en bijbehorende Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) zijn nauw betrokken bij veel van de hieronder genoemde ecosystemen. Zij hebben een belangrijke rol bij het coördineren van de uitvoering van onderzoek en innovatie, het betrekken en verbinden van publieke en private partners en daarmee de totstandkoming en doorontwikkeling van ecosystemen. In verband met de leesbaarheid hebben we ervoor gekozen om de topsectoren en TKI's hier in algemene zin te benoemen zodat de lijst met een selectie van betrokken spelers compact kan blijven.

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
1	Big science	Internationale wetenschappelijke instrumenten, Subatomaire fysica	Nederland	CERN, NIKHEF (UT, RUG, RU, UU, VU, UvA), NWO-I, High Tech XL, Brightlands, ASML, VDL/ETG, Capable, van Halteren, Boessenkool, Amsterdam Scientific Instruments, Aircision, Dynaxion, NeCEN
2	Nieuwe materialen	Chemistry of Advanced Materials	Nederland	AKZONOBEL, DOW, DPI, MESA+, M2i, NRK, VNCI, SKF, Tata Steel, CBPM, BMC, SAM consortium, TU Delft, RUG, Materialen-NL
3	Composieten	Luchtvaart (civiel + militair), automobiellindustrie, satellieten	Den Haag, Marknesse, Woensdrecht, Enschede, Delft, Hoogeveen	Kuka, Siemens, Airborne, TU Delft, NLR, Luchtmacht, Demcon, Fokker, Flevobike, GKN, Polymer Science Park, DSM, GKN/Fokker Aerostructures, Composites-NL, WCCS, Toray
4	Circulaire Materialen	Hergebruik van metaal, bouw materiaal, voedsel en plastics	Nederland, Drachten, Budel, Chemelot	Bouwend Nederland, PBL, Spark, Nyrstar, BAM, Dura Vermeer, Heijmans, TU/e, Fiberplast, Ioniqa, Black Bear Carbon, QCP, BTIC

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
5	Biobased Materials	Biobased Materials & recycling	Nederland, Zeeland, Noord-Brabant, Zuid-Holland, Heerenveen, Emmen, Chemelot, Rotterdam?	Impuls Zeeland, Innovation Quarter, Provincie Zeeland, Senbis, Cumapol, TU/e, AMIBM, Incite, Biorizon, WUR, Advanced Research Center Chemical Building Blocks Chemie, Avantium, Havenbedrijf Rotterdam
6	Petrochemie	Olierafinage	Rotterdam + Amsterdam, Moerdijk, Chemelot, Terneuzen	Shell, DOW, Sabic, BP, Esso, TU Delft
7	Waterstof	(Groene) waterstof, waterstof als energiedrager, infra en toepassingen	Nederland, Rotterdam Groningen, Arnhem, Chemelot, Terneuzen	Air Liquide, Linde, VDL, Pitpoint, Remeha, Engie, Bredenoord, Vopak, Nouryon, Hygro, Hydron, Differ, Stork, Eekels, Enexis, Hydrogreenn netwerk Noord, TNO, Nedstack, Hyet Solar, DENS, JTI Fuel Cells, IPCEI Waterstof
8	Biobased Energie / Biobased fuels	Biobased Energie	Nederland	Dutch Biorefinery Cluster, Topell, Torr-coal, Biolake, Biotortech, Essent, EON, BTW, DHV Kema, WUR, provincies Gelderland en Overijssel, CoE Biobased Economy, Oost NL, Schiphol SkyNRG (kerosine), LNG, Differ, Yara, JTI Biobased Industries EU, KIC EIT InnoEnergy .
9	Groene en circulaire chemie	Proceschemie, groene chemie, circulaire chemie	Chemelot + Delft + Noord-Nederland / Delfzijl	DSM, Sabic, Mammoet, Stork, ENGIE, Air Liquide, Flowserve, Eurofiber, platform chemische recycling, Brightlands, Chemport Europe, Black Bear Carbon, Avantium en Corbion, Climate-KIC
10	Industrial biotech	Circulaire (industriële) processen	Nederland	RUG, Innolab Chemistry, Zernike NanoLab Groningen, BASF, Friesland Campina, Nouryon

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
11	Duurzame proces-technologie	Energie-efficiëntie industrie	Nederland, Groningen/Drenthe, Chemelot	Acordio, Akzo, Avantium, DOW, BASF, DOTx, DSM, RUG, Solsep, Zeton, Chemport Europe, Brightsite, Smart Delta Resources
12	Chemische conversie en procestechnologie	Chemische conversie naar o.a. energiedragers, materialen, chemicaliën, voedsel, Process Technology (incl. CCUS) and Synthesis	Chemelot + Nederland, Limburg, Groningen/Drenthe	Sabic, DSM, Avantium, Nouryon, Corbion, Port of Rotterdam, Ecofys, New Energy Coalition (NEC), Chemport Europe, CoE CHILL, Differ, Platform ECCM (Electrochemische Conversie en Materialen), Voltachem, ISPT, DPI
13	Katalyse	(Bio)katalyse, (bio)chemische conversie	Nederland	NIOK-VIRAN, Albemarle, Avantium, Sabic, Cabot Norit, Nouryon, Shell, UvA, BASF, Exxon Mobil, TU/e, TUD, UU, RUG, UT
14	Energieopslag	Energieopslag	Nederland	Battery Competence Center, Aquabattery, Wetsus, UT, WUR, Alliander, W&F Technologies, Alfen, Ateps, Bredenoord, Centrica, Deltawind, DNV GL, Differ, EnergieStock/HyStock, Ecosysteem Energy transitie Defensie, KWR
15	Solar energy/ PV	Zonnestroomtechnologie (PV, solar capturing)	Nederland	TU Delft, AMOLF, UU, TNO, Solliance, SiCC, SEAC, Empress, Levitech, Solland Solar, ECN, Differ/FOM
16	Civiele Techniek	Bouw(innovatie), Infra, Smart Grids, Installaties, verduurzaming	Nederland	Bouwend Nederland, Defensie Genie, 4TUbouw, TNO, RVB, Heijmans, SPARK, Holland Pro Tech Con Tech, Ardadis, NEN, Remeha, RHCTP (europees), ABB, Net2Grid, Elaad, BTIC
17	Offshore constructies & energie	Ondersteuningsconstructies, Getijde-energie en zoet-zout, Offshore Wind / Windcentrale / logistiek / balance of plant	Rijnmond , Eemshaven, Zeeland, Nederland	Eneco, Boskalis, Siemens, Dong, TU Delft, TNO, REDstack, W&F Technologies, Bluewater, Deltares, Ocean Grazer, SIF Group, Huisman, Tennet, DNV-GL

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
18	Deltatechnologie	Deltatechnologie	Zuid-Holland + Nederland	Deltares, TNO, NWO, WUR, Universiteit Twente, CoE Deltatechnology / Hogeschool Zeeland, NL Ingenieurs, Sweco, Van Oord, Vereniging van Waterbouwers, BAM, Ploegam Innovatie, Witteveen en Bos, I&W (Rijkswaterstaat), Waterschappen, Natuurmonumenten
19	Maritiem	Maritieme technologie, Marinebouw (militair), Radartechnologie (militair)	Rijnmond , Drechtsteden, Groningen, Friesland, Vlissingen, Hengelo, Nederland	TU Delft, Hogeschool Rotterdam, Marinebouw Cluster, Defensie, Damen, Oceanco, Veth Propulsion, Ampelmann, McNetiq, MARIN, Thales, TNO, IHC, Royal Huisman, Nederland Radarland
20	Watertechnologie	Watertechnologie	Nederland, Leeuwarden, West, Noord	Wetsus, Royal HaskoningDHV, TNO, Stowa, IHE, TU Delft, WUR, RUG, UT, TU/e, UvA, VU en CEW, KWR, Deltares, Paques, CoE Watertechnology
21	Duurzame visserij	Duurzame kust- en zeevisserij (vistechnieken), en CO2-reductie Waddenvloot	Irseke, Urk, Katwijk, Scheveningen, Irseke, Nederland	WUR, Deltares, Cooperatie Visserijorganisaties, NIOZ, FME, Damen, Breedenoord, Eekels TBI, TU Delft
22	Gezond Voedsel	Voeding	Wageningen + Nederland	WUR, Amsterdam UMC, Nutricia Research, Friesland Campina, Van Hall Larenstein, Magnioni, Unilever, Food Valley, WFC, DSM, Danone, Unilever, Avébé, WUR Glastuinbouw te Bleiswijk, DLV Improvement Centre
23	Eiwittransitie	De verschuiving van de consumptie van dierlijke eiwitten naar plantaardige en nieuwe eiwitbronnen. Protein, food-gestation, kweekvlees, agronomics, food basics	Nederland, Wageningen	WUR, UMCG/RUG, AVEBE, COSUN, Provincie Flevoland, Albert Heijn, TiFN, PBL, Transitiecoalitie Voedsel, Provincie Overijssel, Smart Food Alliance, Green Protein Alliance, Protix, Vegetarische Slager, Mosameat, Oost NL, Start-Life
24	Sierteelt	Bollen, bloemen,	Zuid-Holland, Duinen bollenstreek, Bleiswijk, Aalsmeer, Nederland	Greenport Aalsmeer, Greenport West-Holland, Greenport Duin- en Bollenstreek, WUR Glastuinbouw te Bleiswijk, DLV Improvement Centre

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
25	Plantveredeling & zaadtechnologie	Plantvermeerdering/veredeling en zaadtechnologie	Noord-Holland + Zuid-Holland, Wageningen, Hoorn, Enkhuizen, De Lier, Fijnaart, Emmeloord, Venlo	Greenport Horti Campus, Greenport Noord Holland Noord, Greenport Boskoop, Potato Valley, Future Farming Institute, BASF/Nunhem, Agri Information Partners, Wazera, Rijk Zwaan, Bejo, De Bolster, Monsanto, WUR, Agrico, HZPC, Tolsma
26	Voedseltechnologie	voedseltechnologie, precisie-landbouw, precisiekassenteelt, precisie-veehouderij, agrologistiek, drones, voedselvoorziening inclusief benutten van reststromen	Wageningen + Leeuwarden (Dairy Campus), Maassluis, Zuid-Holland, Bleiswijk, Naaldwijk, Boxmeer, Utrecht	WUR, TU Delft, alliantie WUR, UU, TU/e, Start-Life, HAS Den Bosch, Lely, LTO, Fancom, Marel, Jansen Poultry Equipment, Ottevanger, Royal Duyvis Wiener, Bionext, Stowa, VBNE, Greenport Horti Campus, CoE's Agrodier/Open Teelten/Food/Greenports/Kenniscentrum Natuur en Leefomgeving, Van Iperen
27	Langer gezond leven (+5 jaar) en minder verschillen tussen SES-groepen (-30%), EMA	Gezondheid, Big Data, Data-Infrastructuur, Monitoring	Nederland (adherentiegebied UMC's U's TU's, HBO's en MBO's en hun science parks)	Health RI (NFU), GO FAIR, VH, Pharos, RIVM, RSNN, NLAIC-G&Z, HANNN, GROZZerdammen/Fieldlabs/NL Gezondland, NLZVE, etc.
28	Leefstijl en Leefomgeving	Preventie (voorkomen van ziekte[last]), via gedrag en leefomgeving (exposoom)	Nederland (adherentiegebied UMC's U's TU's, HBO's en MBO's en hun science parks)	Public Health Departementen UMC's, NCOH, NADP, AMR-Global, TopFit, I-JGZ, Lifestyle4Health (NILG), BTIC, BENEFIT, Microplastics and health, ORANGE-Health.NL, Alles is Gezondheid, NFU, etc.
29	Zorg op juiste plek	Zorg in de leefomgeving (>50% thuis e.o.)	Nederland (adherentiegebied UMC's U's TU's, HBO's en MBO's en hun science parks)	IMDI, Hi-NL, Extramuraliseren, ICMS, e/MTIC, SPRONG, ELF, IMPROVE, MedTech voor een levenskrachtiger Nederland, NFU, etc.
30	Mensen met chronische ziekten	Care (zorginnovatie) en cure, meedoen & ertoe doen	Nederland (adherentiegebied UMC's U's TU's, HBO's en MBO's en hun science parks)	Oncode Institute, RegMed XB, ELF, DCVA, P402, EMA, JTI Innovative Medicines, NeuroTechNL, hDMT, Metabolomics, TPI, Cluster Medical Robotics, G-MD-ETD, ImmuneHealthXL, BBoL, Dutch Biochip Alliance, e/MTIC, ICMS, NFU, etc.

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
31	Mensen met dementie en hun mantel(zorgers)	Dementie en kwaliteit van leven	Nederland (adherentiegebied UMC's U's TU's, HBO's en MBO's en hun science parks)	Deltaplan Dementie, Memorabel, IMDI, hDMT, DusRa-Voila, NeuroTechNL, JAIN, ELF, TPI, NFU, etc.
32	Quantumtechnologie	Quantum (Computing)	Delft	TU Delft, QuTEch, LION, Microsoft, SURF, AMS-IX, RUG, TU/e, UvA, TNO, Yes Delft, FET Quantum Technologies
33	Fotonica	Optica en fotonica (excl. Semicon)	Nederland, Eindhoven, Nijmegen, Enschede	TU/e, TU Delft, TU Twente, TNO, PhotonDelta), Dutch Optics Centre, AMOLF, Camlin, ARCNL, Genexis, Philips, ASML, Photonis, Lionix
34	Nanotechnologie	Nanotechnology	Nederland, Brainport, Nijmegen, Enschede, Delft, Amsterdam, Groningen	NanonedXL, NXP, ASML, Thermo Fischer Scientific, Akzo Nobel, Frieslandcampina, Amolf, TU/e, UT, TU Delft, Synthon, Mimetas, Avantes, Helmholtz, Nanolab, PENTA Eurekacluster
35	Semicon	Semicon	Nijmegen, Eindhoven, Duiven	NXP, Ampleon, TNO, RU, TU Delft, TU/e, Chip Integration Technology Centre, Amolf, ASML, BESI, ASMI, NOVIO Tech, Nearfield Instruments, JTI ECSEL, Eureka PENTA
36	Printing	Printing	Brainport + Nederland	UT, TU/e, TNO, High Tech Systems Center, Philips, Océ, Addlabb, ASML, Ultimaker, 3Dhubs, RAMLAB, MX3D, Aectual, Brainport Industries, Additive Manufacturing Network Defensie
37	Automotive	Automotive hardware	Brainport + Born, Eindhoven, Helmond, Deurne, Venray, Arnhem, Zwolle, Nederland	DAF, Inalfa, Bosch, VDL, Allego, DNV-GL, DEKRA, IPKW, SITA, Helmond Automotive Campus, Scania, Ebusco, Defensie Technology Center Land, Clean Mobility Center, Automotive Centre of Expertise
38	Ruimtevaart / Space	Space (behalve onderliggende high tech materials, zoals composites)	Noordwijk + Zuid-Holland, Nederland	Space Campus Noordwijk, Arceon, Airborne, ISISpace, Hiber, Celestia, TNO, NSO, ESTEC, SRON, Leiden Observatory, SpaceNED, Airbus, TU Delft, KNMI, LBSP

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
39	Luchtvaart	Ontwikkeling en onderhoud (civiel +militair)	Schiphol, Papendrecht, Woensdrecht, Gilze Rijen, Hoogeveen, Delft	Defensie, NLR, TU Delft, GKN/ Fokker, KMWR AVIOLANDA, AVANS, World class maintenance, Defensie/ Test Center Counter Unmanned Aerial Systems (C-UAS)/ Counter Drones, Robin Radar, JTI Clean Sky 2
40	High Tech Systems	High Tech Systems	Brainport + Nederland	HTCE, NXP, AMSL, Thales, Océ, ESI, Philips, Signify, Illuxtron, Lumileds, Panalytical, Kendrion, Nedap, NTS, Prodrive, InnovatieCluster Drachten ICD, TU/e, UT, CoE HTSM (Fontys), Hightech XL, Novel T
41	Smart Industry	Digitalisering Industrie (o.m. AR/VR/data/ maatwerk/ onderhoud)	Nederland	TNO, Demcon, Philips, NOM, VMI Group, VDL, InnovatieCluster Drachten, BOOST, Campione, VU, SKF, Ijssel Technologie, EX Robotics, UT, BIC Campus
42	Sensoriek en meet- en detectietechnologie	Sensoriek en meet- en detectietechnologie	Nederland	TI-COAST, Corbion, DSM, Nouryon, Shell, Heineken, Cosine, MalvernPANalytical, Spektrax, RIWA, TNO, HAN, RUN, UvA, WUR
43	Robotica	Productie-, handling, autonome, robotica	Harderwijk, Veghel, Delft, Roermond, Breda	Vanderlande, AWL, VMI Group, TNO, ABB, Robovalley, Pharox, Robomotive, Thales, Unmanned Valley, VDL, TU/e, TU Delft, Field Lab Robotic Autonomous Systems (RAS),
44	Productielogistiek & Warehousing technology	Supply Chains	Brabant en Oost-Nederland	TU/e, Vanderlande, Brainport Industries, EU, Yasakawa, Rubix, KMWE
45	Smart Logistics	Smart (Data-driven) Logistics	Nederland, Rotterdam, Breda, KDC's wo Venlo	Sligro, Suez, EvoFenedex, LIOF, Provincie Limburg, Fontys Hogeschool Venlo Logistiek en Techniek, BlackBo Robotics, Logistics Community Brabant (LCB), Midpoint Brabant, JADS, KDC Logistiek, Jan de Rijk, Quicargo, Shypple

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
46	Smart mobility	Smart mobility, AI, mobiliteit, duurzaamheid	Amsterdam, Utrecht, Rotterdam, Gouda, Den Haag, Eindhoven, en Groningen	TomTom, Here, RWS, Connekt, Hyperloop, TU Delft, TNO, Radboud, PON, ANWB, NS, JTI Shift2Rail, KIC EIT Urban Mobility
47	Havenlogistiek	Haven (als exportproduct)	Rotterdam	Port of Rotterdam, EUR, Gemeente Rotterdam, Deltalinqs, Havenbedrijf Rotterdam, RNE, TNO, STC Groep, PORT XL
48	Artificial Intelligence	AI, Big Data	Nederland	Nederlandse AI Coalitie (NLAIC), CWI, Philips, ICAI, JADS, Brainport, White Space Energy, SeedLink, KNVI, Politie Lab AI, Birds.AI, Growtribe, Datadeelcoalitie, Booking.com, ELLIS, CLAIRE, Hybrid Intelligence Centre, INGLab, dutch digital delta, Expertisecentrum AI i.o. / Hogeschool van Amsterdam
49	(Cyber)security	Samenwerkingsplatform Cyber security Nederland	Nederland, Den Haag, Delft, Amsterdam	Dcyper, Cyber Security Expertise Centrum Noord, MKB Cybercampus, Hague Security Delta, SURF, CoE Cyber Security / Haagse Hogeschool, TU Delft, Universiteit Leiden, Tilburg University, RUG, Twente Safety Campus, HackerOne, Defensie Cyber Innovation Hub, Fox-IT, Hunt & Hackett
50	Smart cities - datagedreven bestuur	Slim datagedreven openbaar bestuur (Smart City)	Nederland	ATOS, ESRI, Gemeenten, CBS, VNG, Technolution, Saxion, UU, UvA, TU/e, Smart Services Hub, Belastingdienst, Brainport Smart District, CoE Smart sustainable cities / Hogeschool Utrecht
51	Blockchain	Fintech, SSI, Logistiek, diploma's, pensioen, compliance by design	Nederland, Groningen Amsterdam, Heerlen	ING, Port of Rotterdam, Provincie Zuid-Holland, PWC, VISMA, CWI, Haagse Hogeschool, Smart Services campus Heerlen, Dutch Block Chain Coalition, Fivedegrees, IntresicID, CoE Blockchain Lab i.o. / Hogeschool Utrecht, Ordina, Rubicon, NEN
52	Communicatie-technologie	Beyond 5g, Telecom	Nederland	KPN, Vodafone, Ericson, RUG, TU/e, KIC EIT Digital, CM, Messagebird

ID	Label	Inhoudelijke focus	Regionaal zwaartepunt +/- regionale spreiding	Een illustratie van (15) spelers/namen
53	Gaming	Gaming, VR	Amsterdam + Utrecht, Breda, Tilburg, Rotterdam	Dutch Game Garden, Dutch Games Association, Guerilla Games, Nixxes, Active Cues, XVR Simulation, Grendel Games, Ranj, Vertigo, HKU, UU, BUAS, HvA, Defensie/ Telepresence en Defensie/Simulatie Battlelabs
54	Design	Product design, digital design, fashion, architecture, interactive design, gaming, industrieel ontwerp, kunsten	Nederland, Amsterdam, Eindhoven, Utrecht, Arnhem, Rotterdam, Hilversum	HvA, Design Academy, ArtEZ, Netwerk Digitale Simulaties, Dutch Design Foundation, Total Design, Renault, EHV 365, NS, VSBfonds, VPRO, ELLE Decoration, Bright, Dude, Dutch Design Daily, MediaMonks, CoE Amsterdam Creative Industries Network
55	Cultureel erfgoed	Data, AI en collecties, beeldherkenning audiovisuele collecties, historische kennis/structuren inzetten voor klimaatadaptie, degradatieprocessen in kunst en historisch materiaal delen	Nederland	Bookarang, Picturae, Spinque, Seecr, Arcadis, Royal HaskoningDHV, universiteiten, Raad voor Cultureel Erfgoed, Erfgoedplatform, Nederland Monumentenland, STOWA, Deltares, JPI Cultural Heritage and Global Change, EHRISH, diverse musea, ateliergebouw, Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid, Nationaal Archief, Koninklijke Bibliotheek.
56	Onderwijs- en kennisontwikkeling	Onderwijsmiddelen, wetenschappelijke literatuur, uitgevers, ICT	Nederland	VO-Raad, PO-Raad, NRO (Kennisrotonde), ReIX, Ssula, Cito, WoltersKluwer, SURF, EdTechNL, Ssula, Wizenoze, GrowthTribe, Knowingo, STU Delftytube, STU Delftyportals, STU Delftocu, Edumundo

Bijlage 2. Indicatoren O&I-ecosystemen

Hieronder worden per 'laag' van het conceptuele kader suggesties gegeven voor indicatoren om deze betreffende onderdelen van het conceptuele kader te beschrijven en te meten.

Impact

Duurzaam verdienvermogen op lange termijn (verhogen welvaart)

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot duurzaam verdienvermogen. Deze indicator dient zich primair te richten op de economische impact van het O&I-ecosysteem. Belangrijke concepten hierbij zijn productiviteit en werkgelegenheid.

Suggesties voor indicatoren:

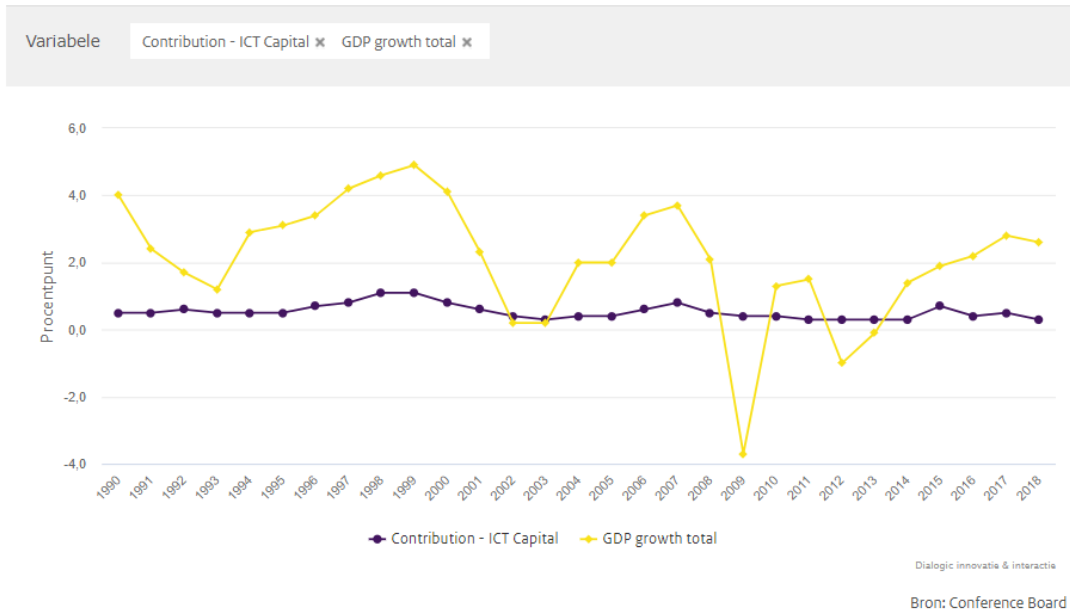
Indicator	Bron	Aandachtspunten
Arbeidsproductiviteit (toegevoegde waarde / aantal arbeidsuren)	CBS-microdata ³⁵ (Productiestatistieken, Polisbestanden, Algemeen Bedrijvenregister)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem
Toegevoegde waarde	CBS-microdata (Productiestatistieken, Algemeen Bedrijvenregister)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem
Aantal werkzame personen (in FTE)	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem

Een andere insteek zou zijn door te kijken naar de impact die een ecosysteem heeft op economische groei. Hoewel dit inhoudelijk een interessante insteek is, is het zeer complex (vanwege benodigde growth accounting) en zijn er data benodigd die momenteel niet voorhanden zijn. Ter inspiratie: voor ICT-kapitaal zijn dergelijke schattingen gemaakt door The Conference Board, zie onderstaande figuur, die opgenomen is in de Monitor Nederland Digitaal.³⁶

³⁵ CBS-microdata biedt beperkte mogelijkheden voor dataverzameling en – analyse over kleine ecosystemen omdat de data niet herleidbaar mag zijn naar individuele bedrijven.

³⁶ <https://monitor-nederlanddigitaal.nl/economisch-belang/ict-investeringen>

Bijdrage ICT-kapitaal aan economische groei (NL)



Figuur 8 Voorbeeld: bijdrage ICT aan economische groei

Indicatoren rondom (arbeids)productiviteit en werkgelegenheid lijken relatief eenvoudig haalbaar, mits er een goede afbakening gemaakt kan worden.

Oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen (welzijn)

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot het oplossen van maatschappelijke uitdagingen. Deze indicator dient zich juist te richten op de niet-economische impact van het O&I-ecosysteem. Concepten als welzijn en andere maatschappelijke waarden (bijv. duurzaamheid, veiligheid) zijn hier van belang.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Impact op maatschappelijke uitdagingen. Dit is maatwerk, bijvoorbeeld de impact van onderzoek en innovatie (naast andere factoren) op klimaat, biodiversiteit, zorg en gezondheid, sociale cohesie en inclusie, veiligheid, energie, voedsel, en circulariteit. ³⁷	Divers, waaronder de Monitor Brede Welvaart & de Sustainable Development Goals (CBS), De sociale staat van Nederland (CPB) en de monitor circulaire economie die het PBL ontwikkelt samen met o.a. het CBS, het CPB en het RIVM.	Maatwerk Het inschatten van de langetermijn effecten van onderzoek en innovatie (naast andere factoren)

³⁷ In deze tabel worden voorbeelden van maatschappelijke impact gegeven, maar in de praktijk zal ieder ecosysteem enkele ecosysteem-specifieke doelen en indicatoren hebben om maatschappelijke impact te meten.

Indicator	Bron	Aandachtspunten
(Bijdrage aan de) Brede Welvaartsindicator [BWI]	Universiteit Utrecht, Instuties voor Open Samenlevingen	Relateren van de BWI aan een enkel ecosysteem en de bijdrage van dat ecosysteem
Gebruik van energie (kWh)	Divers, waaronder de Monitor Brede Welvaart & de Sustainable Development Goals (CBS), De sociale staat van Nederland (CPB) en de monitor circulaire economie die het PBL ontwikkelt samen met o.a. het CBS, het CPB en het RIVM	
% energie opgewekt met duurzame energiebronnen	Idem	
Impact op klimaat (bijv. uitstoot CO ₂ of NO _x)	Idem	
(Ontwikkeling in) biodiversiteit	Idem	
Algemene (ervaren) gezondheid	GGD	
Sociale cohesie en inclusie	Divers, waaronder de Monitor Brede Welvaart & de Sustainable Development Goals (CBS), De sociale staat van Nederland (CPB) en de monitor circulaire economie die het PBL ontwikkelt samen met o.a. het CBS, het CPB en het RIVM	
Aandeel bevolking dat in armoede leeft	Idem	
Aantal schendingen van mensenrechten en de ernst ervan	Idem	

Het meten van het oplossen van maatschappelijke uitdagingen is geen eenvoudige opgave. Op integraal vlak is de Brede Welvaartsindicator (BWI) een richting waarin gezocht kan worden. *“De BWI meet en weegt elf dimensies die het welzijn van Nederlanders weerspiegelen. Deze dimensies zijn: veiligheid, milieu, gezondheid, subjectief welzijn, balans tussen werk en privé, wonen, onderwijs, materiële welvaart, maatschappelijke betrokkenheid, sociale relaties en banen.”*³⁸ Het is echter (voorsnog) lastig om voor ieder specifiek ecosysteem een indicator te maken die de bijdrage aan de BWI kan meten.

³⁸ <https://www.uu.nl/onderzoek/institutes-voor-open-samenlevingen/brede-welvaartsindicator/over-de-bwi>

Per individuele maatschappelijke uitdaging zouden specifieke indicatoren benoemd moeten worden en de bijdrage van het ecosysteem zouden hier vervolgens aan gerelateerd moeten worden. Voor milieu zou het bijvoorbeeld kunnen gaan om de bijdrage aan het reduceren van CO₂-uitstoot, en voor gezondheid zou het kunnen gaan om de bijdrage aan de 'Algemene (ervaren) gezondheid'.³⁹

³⁹ De algemene (ervaren) gezondheid wordt uitgevraagd in de Gezondheidsenquête.

Outcomes

Nieuwe activiteiten van bestaande bedrijven en organisaties

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot nieuwe activiteiten van bestaande bedrijven en organisaties.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Omzet uit nieuwe producten en diensten	Community Innovation Survey (CIS)	<ul style="list-style-type: none">- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.- CIS is gebaseerd op een steekproef, en de dekking is snel te klein om goede uitspraken te doen over het ecosysteem. CIS via de CBS-microdata gebruiken leidt daarbij snel tot onthullingsrisico's vanwege de kleine aantallen (in relatief kleine ecosystemen).
Aantal scale-ups (young gazelles), waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister), Scale-up Monitor van het Erasmus Centre for Entrepreneurship	Identificatie en afbakening van relevante bedrijven en scale-ups. Welke scale-ups zijn wel/niet toe te rekenen aan een ecosysteem?
Doorgroei van start-ups tot scale-ups	Techleap.nl	Operationalisering relevante start-ups en scale-ups
Nieuwe activiteiten van publieke organisaties. Dit is maatwerk, bijvoorbeeld uitbreiding van de dienstverlening van overheden en kennisinstellingen aan bedrijven en burgers	Divers, waaronder de Monitor Digitale Overheid (ICTU) en jaarverslagen van overheden, agentschappen en ZBO's	Maatwerk, bijvoorbeeld de Monitor Digitale Overheid (ICTU) en jaarverslagen van overheden, agentschappen en ZBO's
Gedragsverandering bij burgers, consumenten en professionals, inclusief onderliggende veranderingen in beleving. Dit is maatwerk, bijvoorbeeld het gebruik van nieuwe producten en diensten op de werkvloer, thuis en in de openbare ruimte, mede onder invloed van de beleving	Divers, waaronder imago-, belevings- en gedragsonderzoek onder burgers	Maatwerk

Indicator	Bron	Aandachtspunten
van b.v. veiligheid, risico's en klimaatuitdagingen		

Naast bovenstaande suggesties zouden O&I-ecosystemen ook een eigen enquête onder hun achterban kunnen uitzetten om zicht te krijgen op eventuele nieuwe activiteiten die zij ontplooiën.

Nieuwe bedrijven en organisaties (start-ups)

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot nieuwe bedrijven en organisaties.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aantal startups, waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	Techleap.nl, CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister)	- Techleap.nl: belangrijk om de thematiek in een ecosysteem goed te operationaliseren naar de dataset - CBS-microdata: wel zicht op start-ups, maar geen zicht op of een start-up tot een ecosysteem behoort (in de data bestaande taxonomieën zoals SBI voldoen vrijwel nooit). Daarnaast excluseren van ZZP'ers om (schijn)zelfstandigheid niet te verwarren met nieuwe activiteiten.
Aantal spin-offs bij kennisinstellingen (o.b.v. Intellectueel Eigendom van kennisinstelling)	Techleap.nl	Afbakening van relevante spin-outs en mate waarin registratie toereikend is
'Wetenschappelijke' start-ups	Kennisinstellingen zelf	Afbakening van relevante spin-outs en mate waarin registratie toereikend is
Aantal nieuwe en bestaande bedrijven met Speurwerk & Ontwikkeling-uren binnen de WBSO	WBSO-data RVO	Afbakening van relevante bedrijven voor een ecosysteem. Optie om dit te doen op basis van de beschrijving van S&O-activiteiten, bijvoorbeeld middels adequate text classification.

Techleap.nl heeft relevante data over start-ups. We hebben data van Techleap.nl gebruikt om de start-ups van de acht nationale case studies in kaart te brengen. Gedurende dit proces hebben wij geconstateerd dat de data-export van Techleap.nl in termen van false positives verschilt per ecosysteem. Voor het ecosysteem 'watertechnologie' kregen we bijvoorbeeld weinig false positives, terwijl we voor 'AI' veel false positives kregen (veel digitale dienstverlening of apps die in onze optiek niet als AI kwalificeren). Voor de ecosystemen 'quantumtechnologie' en 'nanotechnologie' merkten we dat er vanwege de thematische overlap ook overlap ontstond in de geïdentificeerde start-ups. Om de indicator zo goed mogelijk te construeren is een handmatige controle van de geïdentificeerde start-ups essentieel om de false positives eruit te halen. Zonder handmatige controle kan het gebeuren dat het aantal start-ups overschat wordt met een factor drie of vier. Gedurende dit traject hebben we geen

zicht gehad op de mate waarin er sprake was van false negatives (start-ups die onterecht niet in de data-export zaten). Het voorkomen van false negatives ligt primair bij de bronhouder die (een selectie van) de data beschikbaar stelt.

Het gebruik van nieuwe bedrijven binnen de WBSO kan helpen om nieuwe bedrijven met concrete O&I-activiteiten te identificeren. Er dient dan wel informatie te zijn over nieuwe toetreders in het ecosysteem (bijv. middels KVK-nummers), of de thematische focus moet toebedeeld kunnen worden aan het ecosysteem. Eerder heeft Dialogic samen met WBSO-analisten van RVO gekeken naar tekstanalyses op de WBSO-registratie. Dergelijke inspanningen zouden uitgebouwd moeten worden om het toepasbaar te maken voor het in kaart brengen van O&I-ecosystemen.

Output

Nieuwe kennis

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot nieuwe kennis.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Innovatie: kwalitatieve beschrijving van technologische en sociale innovatie (product, dienst, proces, organisatie) en combinaties hiervan, inclusief beschrijving van de onderliggende doorbraken in wetenschap en technologie	Divers	Maatwerk
Innovatie: niveau van product-, dienst-, proces-, en organisatorische innovatie, waar mogelijk met de uitsplitsing tussen nieuw voor het bedrijf, de markt of de wereld	Community Innovation Survey (CIS) en CBS-microdata	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem. - CIS is gebaseerd op een steekproef, en de dekking is snel te klein om goede uitspraken te doen over het ecosysteem. CIS via de CBS-microdata gebruiken leidt daarbij snel tot onthullingsrisico's vanwege de kleine aantallen (in relatief kleine ecosystemen).
Aantal patenten, waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	Espacenet of andere patent-database	Afbakening van relevante patenten, via bijvoorbeeld organisatie(naam), IPC-code of claims relevant voor O&I-ecosysteem.
Aantal wetenschappelijke publicaties, waar mogelijk per sector en maatschappelijk domein	Web of Science, Scopus, of andere database met wetenschappelijke publicaties	Afbakening van relevante publicaties, bijvoorbeeld via onderzoeksgroepen, namen van wetenschappers, relevante journals, thematische focus (via abstract of full text).

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Opbrengsten uit licenties en royalties	CBS-microdata (Productiestatistiek + Algemeen Bedrijvenregister)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.

Nieuwe vaardigheden

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot nieuwe vaardigheden

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Ontwikkeling opleidingsachtergrond werknemers binnen O&I-ecosysteem	CBS-microdata (ABR, Polisbestanden, diplomabestanden)	<ul style="list-style-type: none"> - Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem. - Oudere werknemers
Ontwikkeling in gevraagde skills in vacatures	Jobdigger of Jobfeed	<ul style="list-style-type: none"> - Afbakening van ecosysteem benodigd, bijvoorbeeld via organisatienamen of relevante beroepen. - Skills dienen accuraat geëxtraheerd te worden uit vacatureteksten. Een combinatie van menselijke inzet (eerste lijst relevante keywords) en inzet van de computer (suggesties voor mogelijke skills) lijkt hier opportuun.

Naast de vaardigheden van werknemers binnen organisaties, zijn ook vaardigheden op organisatieniveau relevant. Denk bijvoorbeeld aan vragen als "is een organisatie in staat om nieuwe technologie succesvol te implementeren en integreren?" of "is een organisatie in staat om haar kennis en kunde te vertalen naar een nieuw product of dienst waar behoefte aan is vanuit de markt?". Deze vaardigheden, welke vaak ook als 'dynamic capabilities' geïdentificeerd kunnen worden, kunnen met gerichte enquêtes uitgevraagd worden.

Innovatie (technologisch & niet-technologisch)

Doel indicator: aangeven in welke mate het O&I-ecosysteem leidt tot innovatie (technologisch & niet-technologisch)

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Mate waarin innovatie met anderen tot stand komt	Community Innovation Survey	<ul style="list-style-type: none"> - Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem. - CIS is gebaseerd op een steekproef, en de dekking is snel te klein om goede uitspraken te doen over het ecosysteem. CIS via de CBS-microdata gebruiken leidt daarbij snel tot onthullingsrisico's vanwege de

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Innovaties (kwalitatief beschreven)	Divers	kleine aantallen (in relatief kleine ecosystemen).

Deze categorie hangt nauw samen met de outcomes, waarin gesproken wordt over innovatiegebaseerde omzet, nieuwe goederen/diensten/processen, en nieuwe organisaties. In deze laag van het conceptueel kader kan naar dezelfde indicatoren gekeken worden die bij 'nieuwe activiteiten bij bestaande bedrijven en organisaties' genoemd zijn. Voordat het 'nieuwe activiteiten' kunnen worden, moet er eerst iets nieuws zijn. Daarom kan in deze laag ook kwalitatief gekeken worden naar wat de innovatie inhoudelijk inhoudt (bijv. een nieuwe waterzuiveringsmethode, een voertuig dat autonoom kan bewegen, etc.).

Activiteiten

Toelevering en uitbesteding

Doel indicator: aangeven hoe en in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem toegeleverd en uitbesteed wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Inkoopwaarde uitbesteed werk	Productiestatistieken + Algemeen Bedrijvenregister	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Inkoopwaarde uitbesteed O&O-werk	Productiestatistieken + Algemeen Bedrijvenregister	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Volume input-output	I/O-tabellen CBS, met aanpassing	De bestaande input-outputmodellen zouden toegespitst moeten worden op specifieke ecosystemen met hun eigen dynamiek.

Uitvoeren fundamenteel onderzoek

Doel indicator: aangeven hoe en in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (in samenhang) aan fundamenteel onderzoek gewerkt wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aantal wetenschappelijke co-publicaties (samenwerking publiek-publiek en/of publiek-privaat)	WoS, Scopus, Science-Finder of andere database met wetenschappelijke informatie	Afbakening benodigd voor het ecosysteem, bijvoorbeeld op basis van onderzoeksgroepen, namen van wetenschappers, inhoud van full texts of abstracts
Aantal citaties op wetenschappelijke publicaties	WoS, Scopus, Science-Finder of andere database met wetenschappelijke informatie	Idem

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aantal wetenschappers en 'topwetenschappers'	WoS, Scopus, Science-Finder of andere database met wetenschappelijke informatie	Idem
Centraliteit positie onderzoek in internationale context	WoS, Scopus, Science-Finder of andere database met wetenschappelijke informatie	Idem
Aanwezigheid brede wetenschappelijke expertise	WoS, Scopus, Science-Finder of andere database met wetenschappelijke informatie	Idem
Aantal wetenschappers met dubbele aanstelling	Universiteiten, hogescholen, RKI's, TO2-instellingen, NWO- en KNAW-instituten, university rankings, Web of Science	Afbakening van personen waarnaar gekeken dient te worden + operationaliseren van dubbele aanstelling
(Inhoudelijke) bijdragen van private partijen aan fundamenteel onderzoek	Divers	Verkrijgen data
Samenwerking in fundamenteel onderzoek in relevante (regionale, nationale, internationale) regelingen en verbanden	Divers	

Op basis van bibliometrische analyses kunnen diverse indicatoren m.b.t. fundamenteel onderzoek in kaart gebracht worden. Organisaties zoals het CWTS hebben veel expertise op dit gebied en kunnen hierbij ondersteuning bieden.

Uitvoeren toegepast onderzoek

Doel indicator: aangeven hoe en in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (in samenhang) aan toegepast onderzoek gewerkt wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aantal S&O-uren binnen WBSO (en ontwikkeling daarvan)	WBSO-data RVO	Afbakening van relevante bedrijven voor een ecosysteem. Optie om dit te doen op basis van de beschrijving van S&O-activiteiten, bijvoorbeeld middels adequate text classification.
Private uitgaven aan R&D	CBS-micro-data (Algemeen	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.

Indicator	Bron	Aandachtspunten
	Bedrijvenregister + Community Innovation Survey/RTD)	- CIS is gebaseerd op een steekproef, en de dekking is snel te klein om goede uitspraken te doen over het ecosysteem. CIS via de CBS-microdata gebruiken leidt daarbij snel tot onthullingsrisico's vanwege de kleine aantallen (in relatief kleine ecosystemen).
Aantal grondslagprojecten TKI-PPS	TKI-data RVO	Afbakening benodigd, dan wel door relevante partijen voor het ecosysteem te benoemen, dan wel door relevante projecten voor een ecosysteem te benoemen (bijv. middels text mining).
Aantal inzetprojecten TKI-PPS	TKI-data RVO	Idem
Aantal deelnemers TKI-PPS'en	TKI-data RVO	Idem
Aantal samenwerkingsrelaties tussen deelnemers in TKI-PPS-projecten, Horizon 2020 en Horizon Europe-projecten ⁴⁰	TKI-data RVO	Idem
Samenwerking mkb en kennisinstellingen (als %)	CBS-microdata (CIS)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Network density TKI-PPS'en	TKI-data RVO	Idem
Aantal projecten binnen Horizon Europe ⁴¹	CORDIS	Afbakening benodigd, dan wel door relevante partijen voor het ecosysteem te benoemen, dan wel door relevante projecten voor een ecosysteem te benoemen (bijv. middels text mining).
Aantal NL'se deelnemers binnen Horizon Europe	CORDIS	Idem
Aantal samenwerkingsrelaties in H2020 tussen NL'se partijen	CORDIS	Idem
Aantal samenwerkingsrelaties in H2020 tussen NL'se en internationale partijen	CORDIS	Idem
Aantal lectoraten relevant voor ecosysteem	Vereniging Hogescholen	Afbakening benodigd om relevante lectoraten en personen te benoemen
Aantal onderzoekers bij hogescholen	Vereniging Hogescholen	Idem

⁴⁰ Voor de periode 2021-2027 wordt Horizon 2020 opgevolgd met het programma Horizon Europe.

⁴¹ Wanneer Horizon Europe genoemd wordt doelen we ook op de voorganger Horizon 2020.

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Bijdragen van private partijen aan toegepast onderzoek bij kennisinstellingen	Divers	
Samenwerking in toegepast onderzoek in relevante (regionale, nationale, internationale) regelingen en verbanden	Divers	

Zoals eerder gesteld is een subset van alle partijen binnen een O&I-ecosysteem actief binnen de TKI-PPS'en en H2020-projecten. De resulterende indicatoren schetsen dus ook een beeld over een selectie van relevante partijen binnen het O&I-ecosysteem.

Uitvoeren experimentele ontwikkeling

Doel indicator: aangeven hoe en in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (in samenhang) aan experimentele ontwikkeling gewerkt wordt. Experimentele ontwikkeling wordt bijvoorbeeld gedaan in pilots, living labs en demo sites.

Suggesties voor indicatoren: in lijn met het uitvoeren van toegepast onderzoek zouden dezelfde indicatoren gebruikt kunnen worden, maar dan toegespitst op experimentele ontwikkeling (bijv. TKI-PPS-projecten die als 'experimentele' ontwikkeling geassocieerd zijn). Daarnaast is samenwerking in experimentele ontwikkeling in relevante andere (regionale, nationale, internationale) regelingen en verbanden relevant.

Markontwikkeling

Doel indicator: aangeven hoe en in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (in samenhang) aan markontwikkeling gewerkt wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Mkb-bedrijven met eigen innovatieactiviteiten (als %)	Community Innovation Survey (of RTD)	Idem
Export gerelateerde producten: aantal en waarde absoluut en relatief van producten naar andere landen	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + Productiestatistieken), Atlas of Economic Complexity & UN Comtrade	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Aantal Fieldlabs, living labs, pilot productiefaciliteiten	Ministerie EZK	Afbakening van initiatieven relevant voor het ecosysteem
Doorvertaling van kennisprojecten naar de markt [kwalitatief]	Divers	Leggen van een koppeling tussen kennisprojecten en de markt

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Bereidheid van wetenschappers om ondernemerschap te overwegen	Survey wetenschappers	Metten van bereidheid
Adoptie van innovatie	Divers	Afbakening relevante innovaties en meten van adoptie
Aantal fte voor valorisatie bij KTO's/TTO's	Ecosysteem zelf	
Budget voor valorisatie als % onderzoeksbudget	Ecosysteem zelf	

Productie

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem geproduceerd wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Productiewaarde / omzet	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, BTW, Productiestatistieken)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.

Uitoefenen veeleisende vraag

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem veeleisende vraag uitgeoefend wordt.

Suggesties voor indicatoren: er zijn vooralsnog geen duidelijke indicatoren voor het beschrijven van veeleisende vraag naar voren gekomen.

Ontwikkelen en gebruik van onderzoeks- en testfaciliteiten

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem onderzoeks- en testfaciliteiten ontwikkeld, aangeboden en gebruikt worden.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Gefinancierde faciliteiten via NWO-groot	NWO	Identificatie en afbakening relevante faciliteiten voor O&I-ecosysteem
Gefinancierde faciliteiten via H2020 Research Infrastructures	CORDIS	Identificatie en afbakening relevante faciliteiten voor O&I-ecosysteem
Mate waarin onderzoeksfaciliteiten gebruikt worden door kennisinstellingen en	Beheerders van onderzoeksfaciliteiten (vaak kennisinstellingen)	Registraties moeten het toelaten om een dergelijke indicator te construeren.

Indicator	Bron	Aandachtspunten
bedrijfsleven (waaronder mkb en startups)	en onderzoeksinstellingen, soms een PPS)	
Mate waarin er een data-infrastructuur is om data effectief te delen tussen partijen (excl. reguliere telecom-infra)	Divers	Kwalitatief te beschrijven op basis van behoeften en mogelijkheden binnen het ecosysteem

Versterken van human capital

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem gewerkt wordt aan het versterken van human capital.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Studiekosten ondernemingen	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + Productiestatistieken)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Investerings in leven lang leren/ontwikkelen	CBS-microdata (Enquête Beroepsbevolking, Algemeen Bedrijvenregister)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Percentage werknemers per opleidingsniveau	CBS-microdata (ABR, polisbestanden, HoogsteOpITab)	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem. - Niet voor alle personen bekend wat de hoogst genoten opleiding is (met name oudere generaties)
In- en uitstroom studenten uit relevante opleidingen voor het ecosysteem	DUO	Per ecosysteem moeten alle (deels) relevante opleidingen (CREBO, CROHO) benoemd worden.*
Aantrekken international talent	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, Polisbestanden, GBA-migratiebus)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's
Behoud van talent	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, Polisbestanden, GBA-migratiebus)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Mobiliteit van personeel tussen organisaties binnen het ecosysteem	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, polisbestanden)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's
(Ontwikkeling in) moeilijk te vervullen vacatures	WEA (TNO)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van KVK-nummers, BE_ID's en/of ROG_ID's
Ontwikkelen van nieuwe opleidingen	DUO (CREBO- en CROHO-codes)	Afbakenen relevante nieuwe opleidingen
Aanpassen curricula bestaande opleidingen, bijvoorbeeld via nieuwe vakken of modules of nieuwe invulling van bestaande vakken of modules	Opleidingsgidsen onderwijsinstellingen, uitvraag onder onderwijspersoneel	Niet alle aanpassingen worden even goed geregistreerd (zoals aanpassingen in de lesstof van bestaande vakken)

*Het bepalen van relevante opleidingen is bijvoorbeeld gedaan voor de Topsector Chemie in samenwerking met experts uit het veld: <https://onderwijsarbeidsmarktchemie.nl/over-het-dashboard>.

Stimuleren van ondernemerschap

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem gewerkt wordt aan het stimuleren van ondernemerschap.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aantal bedrijven in incubators en accelerators	Incubators en accelerators	Identificatie en afbakening benodigd om relevante bedrijven, incubators en accelerators te bepalen.
Bereidheid van wetenschappers om ondernemerschap te overwegen	Survey wetenschappers	Metten van bereidheid

Merk op dat daadwerkelijke nieuwe bedrijven onder outcome 'nieuwe bedrijven' geschaard zijn.

Bieden van advies en ondersteuning

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem advies en ondersteuning geboden wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aantal en omvang organisaties actief in adviesdiensten relevant voor het ecosysteem	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, BTW)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Kwaliteit van advies en ondersteuning voor ondernemers	Divers (surveys)	
Aantal bedrijven in ecosysteem dat deelneemt aan incubatorprogramma's	Divers	
Dienstverlening en processen van publieke organisaties	Divers	

Verstrekken van financiering

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (wenselijke) financiering verstrekt wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Mate waarin toegang tot financiering een uitdaging voor bedrijfsvoering vormde	Financieringsmonitor (in CBS-microdata)	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem. - Kleine samples
Gebruik van financieringsinstrument DVI	RVO	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van relevante organisaties (KVK-nummer en/of naam)
Gebruik van financieringsinstrument MIT	RVO	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van relevante organisaties (KVK-nummer en/of naam)
Gebruik van financieringsinstrument Seed Capital	RVO	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van relevante organisaties (KVK-nummer en/of naam)
Gebruik van financieringsinstrument Innovatiekrediet	RVO	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van relevante organisaties (KVK-nummer en/of naam)
Gebruik van financieringsinstrument VFF	RVO	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van relevante organisaties (KVK-nummer en/of naam)
Venture capital investeringen	NVP, Techleap.nl	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van relevante organisaties die financiering ontvangen hebben (KVK-nummer en/of naam)

Indicator	Bron	Aandachtspunten
		- Relevante (aanvullende) data ligt mogelijk bij individuele financiers
Omvang verkregen subsidies	Divers	Afbakening van ecosysteem en afbakening subsidies
Financiering vanuit NWO-programma's	NWO	Afbakening van ecosysteem

Netwerkvorming, samenwerking en concurrentie

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (actief) netwerkvorming ondersteund wordt en plaatsvindt, en de mate waarin er sprake is van samenwerking en concurrentie.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Beschrijving relevante actoren (per type) in het ecosysteem [kwalitatief]	Divers	Afbakening relevante actoren
Aantal participerende actoren in het ecosysteem, met uitsplitsing naar verschillende typen publieke en private actoren en naar expertise/discipline	Divers	Afbakening relevante actoren
Kwalitatieve beschrijving relevante structuren en netwerken in het ecosysteem	Divers	Afbakening relevante structuren en netwerken
Aantal netwerkevents (o.a. congressen, matchmaking-events, inspiratiesessies)	Divers	- Afbakening van relevante events. - De diversiteit in events maakt een indicator als 'aantal events' ambigu. - Registratie van informatie
Aantal en aard van communicatie-uitingen (o.a. nieuwsbrieven, websites, RSS-feeds)	Divers	- Afbakening van relevante communicatie-uitingen en relevante partijen die deze uitingen creëren. - De diversiteit in communicatie-uitingen maakt een indicator als 'aantal uitingen' ambigu. - Registratie van informatie
Bereikte organisaties (per type) met netwerkactiviteiten	Divers	- Afbakening van relevante activiteiten. - De diversiteit in activiteiten maakt de indicator 'bereik' ambigu. - Registratie van informatie
Marktconcentraties (in deelmarkten van ecosysteem)	Divers	Afbakening van relevante 'markten' en het verkrijgen van cijfers hierover.
Integratie van alle TRL-niveaus [kwalitatief]	Divers	Metten van TRL

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Inschatting door betrokkenen in het ecosysteem van de bijdrage van samenwerking in het ecosysteem aan het onderzoeks- en innovatievermogen	Survey betrokkenen	Letten op suggestieve vraagstellingen
Gemeenschappelijke aanpak van gedeelde uitdagingen zoals standaarden/interoperabiliteit	Divers	Operationalisering
Organisatiegraad: welk percentage van mogelijke, relevante participanten neemt actief deel aan het ecosysteem	Divers	Bepalen mogelijke participanten en daadwerkelijke participanten
(Maatschappelijke) interesse voor het ecosysteem en haar betrokkenen	Divers	Operationalisering van interesse
Vertrouwen binnen het ecosysteem [kwalitatief]	Bevraging achterban	Operationalisering vertrouwen
Aantal wetenschappelijke co-publicaties publiek-publiek	WoS, Scopus, ScienceFinder of andere database met wetenschappelijke informatie	Afbakening benodigd voor het ecosysteem, bijvoorbeeld op basis van onderzoeksgroepen, namen van wetenschappers, inhoud van full texts of abstracts
Aantal wetenschappelijke co-publicaties publiek-privaat	WoS, Scopus, ScienceFinder of andere database met wetenschappelijke informatie	Idem
Samenwerking mkb met kennisinstellingen (als %)		

Bovenstaande suggesties zijn gericht op het kwantificeren van processen die een enorme rijkheid kennen. Deze activiteiten kunnen kwalitatief goed beschreven worden, waarmee ook meer recht gedaan wordt aan de ondernomen activiteiten. Desalniettemin kunnen dergelijke kwantitatieve indicatoren een kwalitatief verhaal ondersteunen.

Daarbij is samenwerking een concept dat ook terugkomt in alle andere elementen van het conceptueel kader. Het gaat er in de ecosysteemgedachte immers om hoe zaken in samenhang worden opgepakt.

Richting geven en leiderschap

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (actief) richting gegeven wordt en leiderschap getoond wordt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aanwezigheid van documentatie die leiderschap en het geven van richting expliciteert (bijv. gezamenlijke agenda, roadmap, strategiedocument)	Divers	Relateren van documentatie aan het ecosysteem. Er kan sprake zijn van overlap en het genest zijn van diverse ecosystemen, thematiek en organisaties.
Initiatieven tot programmering van meerjarige onderzoeks- en innovatieprogramma's	Divers	Afbakening van het gehele ecosysteem en de wijze waarop de relevante initiatieven in beeld gebracht kunnen worden.
Participatie van diverse typen spelers in het ecosysteem (bedrijven, kennisinstellingen, overheden, burgers, NGO's, etc.)	Divers	Afbakening van het gehele ecosysteem en de wijze waarop de relevante 'participanten' in beeld gebracht kunnen worden.
Mate waarin er sprake is van diversiteit en heterogeniteit binnen het ecosysteem, in termen van o.a. disciplines en type actoren	Divers	Afbakening van het gehele ecosysteem en de wijze waarop diversiteit en heterogeniteit geoperationaliseerd worden.
Aantoonbare afname van duplicatie (activiteiten die dubbel uitgevoerd worden)	Divers	Afbakening van het gehele ecosysteem en de wijze waarop duplicatie geoperationaliseerd wordt.
Mate waarin het ecosysteem een sterke 'identiteit' heeft (incl. branding)	Divers	Operationalisering
Mate waarin er een voorbeeldfunctie uitgaat van het ecosysteem	Divers	Operationalisering

Net als het element 'Netwerkvorming' dient dit element primair kwalitatief beschreven te worden. Er zijn, voor zover wij kunnen overzien, geen kwantitatieve indicatoren beschikbaar die recht doen aan de activiteiten die op dit gebied ontplooid worden. Ook in de workshops horen we terug dat de mate waarin ecosystemen in staat zijn om goed gecoördineerd te werken essentieel is. Dit gaat deels om het aantal partijen dat in samenhang een bijdrage levert, maar ook zeker om de typen partijen die vertegenwoordigd zijn. Ook wordt in de workshops genoemd dat het in een succesvol ecosysteem niet alleen draait om het bundelen van partijen die toch al op één lijn liggen, maar ook om partijen met een andere achtergrond, visie, focus en competentieprofiel succesvol aan te haken. De in de literatuur genoemde

'related variety' kan waardevol zijn voor een O&I-ecosysteem, maar het kan tegelijkertijd moeilijker zijn om deze te organiseren.

Weerstand overwinnen

Doel indicator: aangeven in welke mate er binnen het O&I-ecosysteem (actief) gewerkt wordt aan het overwinnen van weerstanden.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Mate waarin (maatschappelijke) weerstanden erkend en geadresseerd worden	Divers (agenda's, roadmaps, actieplannen, etc.)	Divers, waaronder agenda's, roadmaps, actieplannen, betrokkenheid van maatschappelijke organisaties zoals ngo's en burgercollectieven, bijdrage aan maatschappelijk debat, suggesties voor aanpassingen in wet- en regelgeving
Mate waarin door het ecosysteem beschreven wordt welke acties ondernomen worden om de weerstanden te overwinnen	Divers (agenda's, roadmaps, actieplannen, etc.)	Afbakening relevante documentatie en afbakening relevante weerstanden
Mate waarin gevolgd wordt of de weerstanden succesvol overwonnen worden	Divers (agenda's, roadmaps, actieplannen, etc.)	Afbakening relevante documentatie en afbakening relevante weerstanden
Mate waarin maatschappelijke groepen betrokken zijn binnen het ecosysteem	Divers	
Het betrekken van (potentiele) gebruikers, waaronder consumenten, professionals en burgers	Divers, waaronder rapportages van onderzoeks-, test- en demonstratieactiviteiten	

Ook dit element leent zich beter voor een kwalitatieve beschrijving. Het is een veelzijdige dynamiek die zich moeilijk laat vatten in één of enkele cijfers.

Input

Hieronder worden diverse inputs beschreven. Binnen ecosystemen hangen de inputs nauw samen met de activiteiten. Veel activiteiten zijn er immers op gericht om de inputs te verbeteren. Denk bijvoorbeeld aan de activiteit 'Versterken van human capital', welke de input 'Human capital' probeert te versterken. In die zin kent een ecosysteem een 'loop': inputs_oud + activiteiten → inputs_nieuw.

Kennis en (sleutel)technologie

Doel indicator: aangeven welke technologie en kennis gebruikt worden binnen het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Participatie bedrijven en kennisinstellingen in EU sleuteltech programma's (via subsidies) (bijv via CORDIS of data JTI ECSEL, Eurostars, Eureka Clusters)	CORDIS	Projecten in CORDIS dienen toereikend te zijn om dit te kunnen beschrijven.
Beschrijving relevante technologie en kennis [kwalitatief]	Divers	Methode om deze boven water te krijgen

Arbeid en talent

Doel indicator: aangeven welk arbeid en talent relevant is voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Percentage werknemers per opleidingsniveau	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, polisbestanden, Hoogste Opleidingen Tab)	<ul style="list-style-type: none">- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.- Niet voor alle personen bekend wat de hoogst genoten opleiding is (met name oudere generaties)
In- en uitstroom studenten uit relevante opleidingen voor O&I-ecosysteem	DUO	Per ecosysteem moeten alle (deels) relevante opleidingen (CREBO, CROHO) benoemd worden.*
Aantallen studenten, promovendi, wetenschappelijke staf (per sector, instelling)	VSNU / VHS	Afbakening benodigd die de getallen relevant maakt voor het ecosysteem

Grondstoffen en materialen

Doel indicator: aangeven welke grondstoffen en materialen gebruikt worden binnen het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Gebruik energie en grondstoffen	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister, Productiestatistieken, NFO)	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.

Kapitaal

Doel indicator: aangeven welk kapitaal relevant is voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Private investeringen in (im)materiële vaste activa	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + Investerings)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Financiering vanuit departementen	Rathenau Instituut en begrotingen van departementen met o.a. data over investeringen in kennis en kennisinstellingen	Identificatie en afbakening van financiering naar ecosysteem
Financiering vanuit NWO-programma's	NWO	Identificatie en afbakening van financiering naar ecosysteem
Mate waarin publiek kapitaal wordt ingezet in ecosysteem	Divers	Een compleet beeld krijgen van al het relevante publiek kapitaal
Mate waarin privaat kapitaal wordt ingezet in ecosysteem	Divers	Een compleet beeld krijgen van al het relevante privaat kapitaal
Mate waarin diverse financieringsvormen en -mechanismen beschikbaar zijn	Divers, zie 'verstrekken financiering'	Zie 'verstrekken financiering'

Locaties en gebouwen

Doel indicator: aangeven welke locaties en gebouwen onderdeel zijn van het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Aanwezigheid campus(sen)	Divers	Methode om deze boven water te krijgen
Aanwezigheid specifieke locaties voor onderzoek, ontwikkeling, experimenten, innovatie	Divers	Methode om deze boven water te krijgen

Randvoorwaarden

Wet- en regelgeving

Doel indicator: aangeven welke wet- en regelgeving relevant is voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Beschrijving relevante wet- en regelgeving (bijv. op het gebied van fiscaliteit of arbeidsrecht)	Divers	Methode om deze boven water te krijgen
Mate waarin wet- en regelgeving een uitdaging vormt voor bedrijfsvoering	Financieringsmonitor	- Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem. - Kleine samples

Sociale normen

Doel indicator: aangeven welke sociale normen relevant zijn voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Sociale normen, bijvoorbeeld op het gebied van samenwerking, openheid, vertrouwen, oriëntatie op de korte of lange termijn, veiligheid, duurzaamheid en ethiek	Divers, waaronder bevraging van actoren in een ecosysteem en generieke bronnen zoals de Monitor Brede Welvaart & de Sustainable Development Goals (CBS) en De sociale staat van Nederland (SCP)	Methode om deze boven water te krijgen

De sociale normen kunnen onzes inziens het beste kwalitatief beschreven worden, omdat ze zodanig specifiek zijn dat er geen logische kwantitatieve indicatoren voorhanden zijn.

Marktwerving & Markttoegang

Doel indicator: aangeven in welke mate er sprake is van (goede) marktwerving en markttoegang binnen en voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Verwevenheid met buitenland; loon- en bedrijfslasten buitenland	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + Productiestatistieken)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Import uit buitenland (EU en niet-EU)	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + BTW + Productiestatistieken)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Export naar buitenland (EU en niet-EU)	CBS-microdata (Algemeen Bedrijvenregister + BTW + Productiestatistieken)	Afbakening van ecosysteem benodigd in termen van BE_ID's en/of ROG_ID's + aandeel relevant voor ecosysteem.
Mate waarin de toegang tot (relevante) markten wordt beperkt door geopolitiek en geopolitieke ontwikkelingen	Divers	Operationalisering is lastig

Beleid en bestuur

Doel indicator: aangeven welke zaken m.b.t. beleid en bestuur relevant zijn voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Beschrijving relevante zaken m.b.t. beleid en bestuur [kwalitatief]	Divers	Identificatie van relevante zaken en ontwikkelingen m.b.t. beleid en bestuur
Coherentie in beleid NL en EU [kwalitatief]	Divers	Operationaliseren van 'coherentie'

Fysieke en digitale infrastructuur

Doel indicator: aangeven welke fysieke en digitale infrastructuur relevant is voor het O&I-ecosysteem.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Vaste netwerken: dekking glasvezelnetwerk	Telecomproviders, EZK en Agentschap Telecom	
Mobiele netwerken: dekking 4G en 5G	Telecomproviders, EZK en Agentschap Telecom	
Transportinfrastructuur (waaronder bereikbaarheid via wegen, waterwegen, spoor, vliegvelden)	CBS	
De aanwezigheid van campussen met onderzoeksfaciliteiten en huisvesting voor startende bedrijven	Divers (bijv. de studie 'Inventarisatie en meerwaarde van campussen in Nederland' in opdracht van EZK)	

Woon- en leefomgeving

Doel indicator: beschrijven van de woon- en leefomgeving waarin het O&I-ecosysteem zich bevindt.

Suggesties voor indicatoren:

Indicator	Bron	Aandachtspunten
Leefbaarheidssituatie	Leefbarometer	

Bijlage 3. Case: Nanotechnologie

Deelnemers workshop vanuit de volgende organisaties: Value Creation Capital, TU/e, Stichting Photondelta, MinacNed, Nano4Society, TU Twente, Stichting Photondelta, I&W, RIVM, EZK, OCW, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Uit de workshop komt naar voren dat de afbakening van een ecosysteem samenhangt met het doel van het ecosysteem (en de bijbehorende indicatoren). Het is lastig om het ecosysteem perfect af te bakenen, maar het is wel mogelijk om de kern en de basis van het ecosysteem goed in beeld te hebben, alsook de betrokken maatschappelijke actoren. Er moet daarnaast aandacht zijn voor het dynamische karakter van een ecosysteem (met verschillende fases). Binnen het ecosysteem is er soms ook sprake van meerdere sub-ecosystemen die met elkaar verbonden zijn.

Het ecosysteem nanotechnologie heeft een brede scope en veel mogelijke toepassingen door het karakter als Key Enabling Technology (KET) bij elektronica, medische technologie, energiemateriaal, transistors, fotonica en voeding. Deze rijkheid wordt ook gesymboliseerd door het begrip 'Nano-inside'. Er is vanuit de wetenschap gestart met onder andere nationale onderzoeksprogramma's als NanoNed, NanoNextNL en Nano4Society. Nanotechnologie geraakt nu in de implementatiefase met veel toepassingen door de industrie, nadat er de afgelopen twee decennia wetenschappelijke doorbraken waren en de infrastructuur werd opgebouwd. Thema's binnen het ecosysteem liggen onder meer bij de productie van nanotechnologie, nano-analyse, nanosensoren en microfluidics. Betrokken actoren zijn onder andere leden van NanoNextNL en MinacNed, NanoLabNL en kennisinstellingen (met name de technische universiteiten), TO2-instellingen en veel mkb-bedrijven.

Beschrijving O&I-ecosysteem

Randvoorwaarden

Op dit moment is er nog geen specifieke wetgeving voor nanotechnologie, maar er wordt onderzocht of dit noodzakelijk is. Het veilige en verantwoorde gebruik van nanotechnologie wordt als een belangrijke (maatschappelijke) randvoorwaarde gezien. Er is een goede onderzoeksinfrastructuur met diverse labs en de Europese samenwerking op dit gebied is in gang gezet. Hierbij valt onder andere te denken aan EuroNanoLab.

Activiteiten

In het ecosysteem zijn er onder andere meer dan 5.000 werknemers bij MKB-bedrijven gericht op nanotechnologie. Er is een breed netwerk van universiteiten, kennisinstellingen, het bedrijfsleven en overheden. Wat betreft human capital is er vanuit het bedrijfsleven steeds meer vraag naar personeel dat geschoold is op het hbo en mbo. Universiteiten ondervinden een tekort aan PhD-studenten, hoewel onder andere vanuit NanoNextNL promovendi en postdocs zijn opgeleid op het gebied van nanotechnologie met gecombineerde kennis van veiligheid en innovatie.

De dynamiek van het ecosysteem is continu in ontwikkeling, zo blijkt uit de workshop. Dit betekent ook dat er spelers zullen bijkomen en spelers weg zullen gaan. Het blijft een continue uitdaging hoe het systeem optimaal georganiseerd en gefinancierd kan blijven. Er

wordt richting gegeven aan het ecosysteem vanuit NanoNed en NanoNextNL. De programma's binnen NanoNextNL worden gezamenlijk bepaald. Daarnaast is er een HTSM roadmap Nanotechnologie en is er de route 'quantum/nano-revolutie' in de Nationale Wetenschapsagenda. Naast een sterk samenwerkingsverband in Nederland met events zijn er ook verbindingen gelegd in Europa (o.a. EuroNanoLab). Nederland kent een hoogstaande onderzoeksinfrastructuur dat zich de afgelopen jaren steeds meer is gaan richten op nanotechnologie. De laatste jaren zijn er stappen gezet van fundamenteel onderzoek naar toegepast onderzoek en is er meer interesse vanuit de industrie voor onderzoek (dit blijkt bijvoorbeeld uit het aantal co-publicaties en de co-funding). Bij verschillende kennisinstellingen zijn ook recentelijk voltijdsopleidingen opgezet rondom nanotechnologie. Verder is er groeiende aandacht voor de veiligheid van nanotechnologie.

Daarnaast is er een groeiend aantal startups en wordt ondernemerschap gestimuleerd middels het valorisatieprogramma van NanoNextNL. Financiering is er onder andere vanuit NanoNextNL (rijksbijdrage van €125 miljoen) en Nano4Society. Ook zijn er take-off grants en SEED-fondsen (ook privaat) voor startups en is er vervolgfianciering uit fondsen voor verschillende startups. Door de ontwikkeling van het ecosysteem komen er andere financieringsbronnen beschikbaar (bijvoorbeeld vanuit het Longfonds en het Diabetesfonds).

Impact, outcome en output

Het ecosysteem heeft een impact die breder is dan de sector en de bedrijven zelf, aangezien nanotechnologie onderdeel kan worden van toepassingen in veel domeinen. Het 'enabling karakter' van nanotechnologie is ook van belang om mee te nemen (nanotechnologie is bijvoorbeeld belangrijk voor ASML). Verder blijkt uit de workshop dat de impact breder is dan puur economisch, want een overheid kan nanotechnologie gebruiken om transitie te bevorderen. Op het gebied van wetenschap is er veel output (artikelen en proefschriften, maar ook toegewezen grants en laureaten). Er is ook een ontwikkeling gaande van onderzoek naar steeds meer toepassingen. In Nederland is men sterk in de kennis en infrastructuur, het betrekken van business (early development) en ontwikkelingen op het gebied van 'Safe by Design'. Er is in een vroeg stadium geïnvesteerd in de wetenschappelijke fundamenten van nanotechnologie met nationale programma's en nationaal gecoördineerde infrastructuur, waardoor Nederland een goede mondiale positie heeft verworven.

Indicatoren

Uit de workshop komt naar voren dat de keuze voor indicatoren afhangt van wat het doel is van het ecosysteem. Ook draait het bij een ecosysteem vooral om wisselwerking, maar deze wisselwerking is moeilijk objectief te meten. De organisatiegraad van het ecosysteem zou als indicator gebruikt kunnen worden (dit is echter ook lastig om te meten). De (private) hefboom op (semi-publieke) financiering kan een goede indicator zijn van de waarde die in een ecosysteem wordt gerealiseerd. Omzet en het aantal bedrijven worden ook genoemd. Daarnaast is het een optie om te kijken naar de counterfactual. Met andere woorden: wat er was gebeurd zonder het ecosysteem? De samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen is een goede indicator door het innovatieve karakter van nanotechnologie waarbij de samenwerking met kennisinstellingen belangrijk is. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gekeken naar het aantal gezamenlijke projecten of gezamenlijke publicaties.

Uitdagingen

Een van de uitdagingen is de continuering van het opgebouwde ecosysteem en blijvende aandacht en financiering voor onderzoek en innovatie. Het is van belang dat er financiering blijft voor fundamenteel onderzoek. Ook is er een tekort aan technici. Een punt dat in de

workshop wordt genoemd is dat departementen van de overheid hun inbreng beter zouden kunnen organiseren om het ecosysteem te sturen, bijvoorbeeld op het gebied van maatschappelijke uitdagingen. De veranderende focus van technologie naar maatschappelijke uitdagingen maakt dat het lastiger is om een coherent programma op te stellen voor het ecosysteem. Verder blijkt dat financiers vaak pas instappen als een startup enige tractie heeft, dus subsidies voor startups in de vroege fase zijn belangrijk.

Oplossingsrichtingen

Het blijkt dat het belangrijk is om kennis te blijven ontwikkelen, want de toepassingen waarmee nu geld wordt verdiend zijn terug te voeren naar kennisontwikkeling van vijf tot vijftien jaar geleden. Hierbij is co-creatie tussen wetenschap, industrie en beleid belangrijk. Het zwaartepunt van het ecosysteem moet worden ontwikkeld, om een vliegwiel van ontwikkeling en vraag te realiseren. Als er in het ecosysteem dynamiek ontstaat bij het bedrijfsleven, is het van belang om ook te blijven investeren in de 'lage TRL's'. De overheid zou vooruit kunnen kijken naar de grootste groeikansen voor nanotechnologie en hierin investeren. Daarnaast wordt aangegeven dat ervoor moet worden gezorgd dat het ecosysteem ook op de langere termijn georganiseerd blijft. Tot slot is het van belang om startups en het mkb te ondersteunen waar mogelijk.

Bijlage 4. Case: CERN

Deelnemers workshop vanuit de volgende organisaties: NIKHEF, NWO, Panalytical, VDL, Nederlandse ambassade in Zwitserland, Rathenau Instituut, CERN, EZK, OCW, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Het Europese laboratorium voor deeltjesfysica CERN is een internationale Big Science faciliteit (wereldwijd de grootste) waar verschillende grootschalige deeltjesversneller experimenten worden uitgevoerd. Hierbij zijn wereldwijd ca. 13.000 wetenschappers als gebruikers betrokken. Het personeelsbestand van CERN omvat ca 2700 fte waarvan het overgrote deel van de CERN-medewerkers betrokken is bij het laten functioneren van de infrastructuur, waarbij te denken valt aan ingenieurs en technici van verschillende niveaus (mbo, hbo, wo). Nederland draagt op jaarbasis ca € 50 mln. bij.⁴² Daarnaast zijn er bijdragen vanuit Nikhef aan de diverse experimenten en incidenteel op projectbasis aanzienlijke bijdragen afkomstig uit de tweede geldstroom.

Het ecosysteem 'CERN' is lastig af te bakenen, omdat het gaat om Nederlandse betrokkenheid bij een internationale wetenschappelijke onderzoeksinfrastructuur op de grens van Zwitserland en Frankrijk. Als het gaat om de afbakening van een relevant ecosysteem in Nederland, dan gaat het over de wijze waarop in dit geval CERN met de Nederlandse onderzoeksinstellingen en het bedrijfsleven is verbonden. Die verbondenheid kan vanuit verschillende perspectieven worden bekeken, te weten: a) het wetenschappelijke perspectief waarbij toegang tot state of the art onderzoeksfaciliteiten en internationale netwerken van toponderzoekers centraal staat. NIKHEF speelt hier een centrale rol; b) het opleidingsperspectief waarbij CERN vooral een zeer hoogwaardige opleidingsplek is (via banen, stages, afstuderen) voor niet alleen wetenschappers, maar vooral ook voor ingenieurs en technici op allerhande niveaus; c) het inkooperspectief waarbij gekeken wordt naar de mate waarin Nederlandse bedrijven erin slagen als toeleverancier voor CERN op te treden. CERN oefent een hoogwaardige vraag uit en voor ondernemingen zijn dit kwalificerende opdrachten die mogelijk ook toegang geven tot nieuwe markten; d) het knowledge transfer en entrepreneurship perspectief waarbij de nadruk ligt op de benutting van binnen CERN voortgebrachte technologieën voor bestaande bedrijven en nieuwe bedrijvigheid.⁴³ Daartoe rekenen we ook de benutting van CERN-technologieën en kennis voor het oplossen van allerhande maatschappelijke vraagstukken.⁴⁴

Er zijn een aantal ontwikkelingen in de manier waarop tegen grootschalige wetenschappelijke onderzoeksinfrastructuren als CERN wordt aangekeken – feitelijk een veranderend perspectief op internationale onderzoeksinfrastructuren – die implicaties hebben voor wat een relevante afbakening is van het CERN O&I-ecosysteem, te weten:

⁴² De laatste extra investering bovenop de jaarlijkse bijdrage bedroeg € 15,2 mln. in 2014 voor de Large Hydron Collider.

⁴³ Het gaat dan bijvoorbeeld om ondernemerschap op gebied van datascience/AI-cluster in Amsterdam, het deeptech elektronica & optics cluster in Eindhoven of nieuwe materialen/industrie 4.0 rond Brightlands/Chemelot.

⁴⁴ Zo wordt bijvoorbeeld met de WUR samengewerkt om tools te ontwikkelen voor financiële markten om fraude te detecteren.

- 1) Het besef dat CERN (en daarmee ook de Nederlandse 'thuisbasis' NIKHEF) hun maatschappelijke impact kunnen en moeten vergroten en dat het niet alleen meer draait om het faciliteren en uitvoeren van hoogwaardig fundamenteel onderzoek, maar ook in belangrijke mate om de waardevolle technologie en IP die CERN om niet ter beschikking stelt en die een belangrijke bron van kennis voor bestaande en nieuw te creëren bedrijvigheid is (waarbij allerhande incubators bijvoorbeeld kunnen ondersteunen). Dit bewustzijn dat door CERN gecreëerde technologie en IP beter moet worden benut, wordt breed in Europa gedeeld (Horizon kaderprogramma's, ERA strategieën, ESFRI White Paper) maar is in sterke mate ook bij CERN zelf merkbaar. Hierbij wordt bijvoorbeeld gewezen op de brede toepasbaarheid van veel van de data- en AI-technologie die bij CERN beschikbaar is,. Er zijn met andere woorden veel meer bedrijven en organisaties (bijvoorbeeld organisaties die zeer grote hoeveelheden data verwerken) in Nederland die zouden kunnen profiteren van de kennis en technologie van CERN.
- 2) Het inkooperspectief is te beperkt als het gaat om de appreciatie van de return van een infrastructuur als CERN.⁴⁵ Hoewel de business voortkomend uit toelevering zeker niet onbelangrijk is (zeker voor kleinere bedrijven), geldt voor de grotere toeleveranciers dat de motivatie om te willen samenwerken met CERN het opbouwen is van een partnership, met daarin alle aspecten van technologie transfer, het toegang krijgen tot nieuwe spelers en samenwerkingsgebieden die ook buiten de CERN-scope van belang zijn. Bovendien is onder andere in de workshop opgemerkt dat het voor Nederland als hoge kostenland soms moeilijk concurreren is met andere Europese landen.
- 3) CERN is één van de big science faciliteiten. Nederlandse bedrijven werken voor verschillende internationale organisaties en het is daarom wellicht beter om niet alleen te kijken naar een CERN O&I ecosysteem, maar dit te verbreden naar een breed Nederlands Big Science ecosysteem bestaande uit alle in Nederland gevestigde thuisbases van internationale big science faciliteiten. In dit verband is ook het samenwerkingsverband van industrial liaison officers (ILO-net) verbonden aan landelijke onderzoeksinstituten (NWO) en universiteiten van belang.⁴⁶

Beschrijving O&I-ecosysteem

Activiteiten

Door heel Nederland zijn er connecties met CERN. Betrokken spelers bij het ecosysteem zijn onder andere 'thuisbasis' Nikhef (ergo RUG, RU, UU, VU, UvA en UM) en andere partijen betrokken bij het wetenschapsgebied van subatomaire fysica. Ook zijn er samenwerkingen tussen CERN en bijvoorbeeld UT, TU Delft, TU/e en WUR. Daarnaast zijn ook de incubation centra (inclusief op diffusie/valorisatie gerichte **financiering** voor startups) gericht op het stimuleren van ondernemerschap van belang zoals CERN-BIC in Amsterdam, High Tech XL in Eindhoven (met onder andere betrokkenheid van o.a. ASML, Philips, NTS), Brightlands (Industry 4.0) in Geleen-Sittard, alsmede diverse startups (bv. Amsterdam Scientific Instruments, Incooling, Aircision, Dynaxion) en corporates (bv. Panalytical) die profiteren van de technologie van CERN. Een relevante groep is de bedrijven betrokken bij de roadmap

⁴⁵ Rathenau heeft gekeken naar de return coëfficiënt van diverse grootschalige onderzoeksinfrastructuren. Vastgesteld is dat deze voor CERN in periode 2013-2017 ligt tussen 0,42-0,72 (en 1,01 bij nieuwe berekeningswijze). 82 bedrijven leveren met enige regelmaat goederen of diensten aan CERN, 25 bedrijven hebben opdrachten boven CHF 50.000. Zie Rathenau (2019), de impact van grootschalige onderzoeks-infrastructuren, Rathenau, Den Haag.

⁴⁶ Zie <https://www.nwo.nl/beleid/kennisbenutting/ilo-net>.

Advanced Instrumentation die binnen de Topsector HTSM tot stand is gekomen en actief de link maakt naar big science faciliteiten.⁴⁷ Bij deze roadmap en de totstandkoming ervan zijn 50 bedrijven actief en nog eens 175 meer passief betrokken.⁴⁸ Tot slot de eerdergenoemde groep van Nederlandse toeleveranciers, die deels zal overlappen met de bedrijven betrokken bij de roadmap Advanced Instrumentation. Er is mogelijk een grote schil rondom het ecosysteem met spelers die gebruik zouden kunnen maken van de kennis en technologie die beschikbaar is bij CERN.

Kijken we naar de dynamiek in het ecosysteem, dan lopen er diverse initiatieven om de aansluiting tussen CERN en het Nederlandse ecosysteem te verbeteren. Zo vormen de business incubators waarbij CERN en Nikhef samenwerken een belangrijke bijdrage aan het coördineren van het ecosysteem, het stimuleren van ondernemerschap, het bieden van advies en financiering voor startups. Bij CERN en Nikhef vindt veel fundamenteel onderzoek plaats, maar er wordt in toenemende mate gekeken hoe de ontwikkelde technologieën en IP benut kunnen worden in het ecosysteem (bijv. bij de incubators, of via deelname aan het Europese ATTRACT-programma).⁴⁹ Daarbij willen CERN en de daarmee verbonden nationale thuisbases (in Nederland Nikhef) dat hun ervaringen als voorlopers op data-infrastructuur, het gebruik van big data en de inzet van AI, ruimer ter beschikking gesteld kan worden. Ook wordt actief gewerkt aan het vergroten van het aantal stages en traineeships bij CERN, niet alleen gericht op hbo/wo, maar ook mbo. In het kader van het missiegedreven innovatiebeleid heeft de Nederlandse Big Science gemeenschap onder leiding van de roadmap Advanced Instrumentation als onderdeel van de KIA-sleuteltechnologieën door Topsector HTSM een Meerjarenplan opgesteld (Dutch contribution to International Big Science Facilities).⁵⁰ Op dit moment ontbreekt het echter aan een toekomstperspectief om vervolg aan dit Meerjarenplan te geven via een gezamenlijk uitvoeringsplan of innovatieagenda, waarbij kan worden omschreven hoe de aansluiting tussen diverse spelers in Nederland enerzijds en CERN anderzijds vorm kan worden gegeven (zie Oplossingsrichtingen).

Impact, outcomes en output

De impact van een grote wetenschappelijke faciliteit wordt doorgaans gemeten door te kijken naar de wetenschappelijke opbrengst (zoals publicaties en vindingen) en daarnaast naar de effecten in termen van innovatie, het aantrekken van kenniswerkers, werkgelegenheid middels toelevering en spin-offs of startups. Omdat CERN niet in Nederland is gevestigd, moet voor de impact in Nederland in plaats daarvan worden gekeken naar (de verbinding met) ecosystemen in Nederland.

De output en outcome van CERN en de Nederlandse bijdrage daaraan gaat verder dan het feit dat Nederland bijdraagt aan en deelt in de nieuwste wetenschappelijke kennis en vaardigheden op het gebied van de subatomaire fysica. Bedrijven die betrokken zijn bij big science voorzieningen als CERN profiteren van de vernieuwende technologie en instrumentatie die zij voor deze instituten moeten maken, maar vooral de toegang die het hen verschaft tot nieuwe en andere kennis en mogelijke (internationale) samenwerkingspartners. Een tweede groep die profiteert is de startups in de incubators (dus nieuw opgerichte bedrijven) die op alle mogelijke deeltechnologieën actief zijn. Er zijn in potentie nog veel meer

⁴⁷ Zie verder ook het ILO-net bedrijvenbestand voor betrokken bedrijven (<https://www.big-science.nl/en/documents/company-brochures>)

⁴⁸ In de roadmap wordt onder andere ingegaan op de relatie tussen investeringen in Big Science, technologieontwikkeling, concurrentiekracht en maatschappelijke opgaven.

⁴⁹ <https://attract-eu.com/>

⁵⁰ Zie <https://www.hollandhightech.nl/kia-sleuteltechnologieen>

Nederlandse bedrijven en organisaties die zouden kunnen profiteren van de kennis en technologie van CERN. Het ontbreekt echter aan een goed beeld van welke technologie nu beschikbaar is en welke in de nabije toekomst benodigd is bij CERN en andersom hoe CERN-kennis en kunde Nederlandse ecosystemen zou kunnen versterken c.q. welke maatschappelijke vraagstukken tevens met CERN-kennis zouden kunnen worden geadresseerd. Naast medische technologie (bv MRI, tomography, protonen therapie, etc.), AI/computing en nieuwe materialen kan dit evenzeer cryptografie of telecommunicatie zijn. De vraag is wel welke bedrijven in staat zijn goed met CERN samen te werken. Veel van de beschikbare CERN-technologie zal eerst nog verder moeten worden opgewerkt naar hogere TRL's voordat ze kunnen worden vermarkt. Dat vergt ook bedrijven die een lange termijnvisie hebben, zelf veel in R&D investeren en een zekere traditie van open innovatie kennen. Belangrijk is – zoals hierboven genoemd – dat het Nederlandse ecosysteem gericht aansluiting zoekt bij een selectie van CERN-kennis en technologieën en dit mogelijk ook directer koppelt aan een aantal maatschappelijke uitdagingen.

Indicatoren

Bij het gebruik van indicatoren om aspecten van het ecosysteem in kaart te brengen, wordt er bij de workshop de kanttekening geplaatst dat indicatoren vanuit een bepaald doel moeten worden gekozen en dat er streefwaardes moeten worden benoemd, voordat er gemeten kan worden. Zie ook de diverse perspectieven zoals genoemd onder de inleidende afbakeningsparagraaf. Ook passen sommige indicatoren beter bij bepaalde stakeholders dan bij andere (netwerkvorming zal bijvoorbeeld gemakkelijker zijn voor grote bedrijven dan voor het mkb). Er wordt verder benadrukt dat een ecosysteem niet statisch is maar dynamisch en dat de indicatoren hierop moeten aansluiten. Als mogelijke indicatoren worden onder andere de return on investment genoemd, de kennisoverdracht van CERN naar bedrijven en startups en het aantal productinnovaties die over een bepaalde periode tot stand zijn gekomen op basis van het ecosysteem. Ook de benodigde middelen om het ecosysteem in stand te houden, het aantal medewerkers en het aantal opleidingsplekken zijn mogelijke indicatoren om het ecosysteem in kaart te brengen.

Uitdagingen

Één uitdaging die naar voren komt bij een ecosysteem rond een Big Science faciliteit als CERN is hoe de verbinding gelegd wordt met andere relevante en krachtige ecosystemen in Nederland. Hoe kunnen Nederlandse bedrijven (voornamelijk high tech) verbonden worden met deze faciliteiten en waar komt de financiering voor de pre concurrentiële fase vandaan? Het is belangrijk om zowel de economische 'return coefficient bril', alsook de 'technology transfer bril' op te zetten waarmee de kennisbasis van het bedrijf vergroot wordt. Een tweede uitdaging is hoe ook in termen van opleiding en mobiliteit beter gebruik kan worden gemaakt van de op CERN aanwezige kennis en kunde, niet alleen op gebied van fysica, maar ook op die van ondersteunende technologieën (via mogelijkheden voor stages, afstudeeropdrachten of korte uitwisselingsprogramma's). Sommige landen slagen er beter in die mobiliteit te organiseren, onder andere via bijdragen ten behoeve van stages. Een derde uitdaging is hoe voldoende zicht kan worden gekregen op de benutting van relevante technologische doorbraken bij organisaties als CERN voor maatschappelijke vraagstukken. Dat vergt dat het Nederlandse ecosysteem ook met een gerichtere vraag en strategie richting CERN opereert.

Oplossingsrichtingen

Oplossingsrichtingen voor de uitdagingen in dit ecosysteem die naar voren komen zijn onder andere dat bijvoorbeeld NWO-I een grotere rol zou kunnen spelen op het gebied van

verbindingen leggen tussen spelers in het ecosysteem.⁵¹ Er zouden meer samenwerkingen tussen bedrijven en Big Science faciliteiten als CERN moeten zijn en deze samenwerkingen kunnen worden ondersteund (door bijv. het faciliteren van laagdrempelige samenwerkingsprogramma's). Een kans voor het ecosysteem is het verbinden van de belangen van de wetenschap en van het bedrijfsleven om samen te werken met CERN op sleutelgebieden. Aan de human capital kant wordt de behoefte genoemd aan een doorsnijdende strategie om van MBO tot WO de relatie met CERN te verstevigen. Bovenal is er in dit ecosysteem behoefte aan een gezamenlijk plan of innovatieagenda waarin wordt beschreven hoe de aansluiting tussen diverse spelers in Nederland enerzijds en CERN anderzijds vorm kan worden gegeven. Hoe kan CERN, naast de wetenschappelijke samenwerking die succesvol verloopt, bijdragen aan technologieoverdracht en ruimer innovatieversnelling in Nederland. Vraag is waar de aanknopingspunten liggen en waar technologie en innovatieprogramma's kunnen worden opgezet die verder gaan dan het verhogen van de directe return coëfficiënt. In de workshop is aangegeven dat Nederland beter zou kunnen aangeven wat ze van CERN wil: welke ecosystemen voor Nederland van belang zijn, welke technologieën voor CERN prioriteit hebben en het de komende 5-10 jaar mogelijk maken om intensiever met CERN op te trekken. Een gerichtere vraag van in dit geval Nederland maakt het voor CERN gemakkelijker om hierop in te spelen en daadwerkelijk innovatie te versnellen.⁵²

⁵¹ In de workshop is opgemerkt dat door de aanpassing van de MIT-regeling een reguliere activiteit als Holland@CERN niet meer kan worden gefinancierd en dat het ook anderszins aan middelen ontbreekt om bedrijven en organisaties in aanraking te brengen met CERN, bijvoorbeeld middels laagdrempelige samenwerkingsprogramma's, en intensiever te laten samenwerken.

⁵² In de workshop is het voorbeeld van Israël genoemd dat erin slaagt CERN heel gericht te benaderen. Israël weet welke ecosystemen het wil laten groeien, wat de behoeften zijn van die ecosystemen en de technologieën waaraan ze de komende 5-10 willen werken en vraagt CERN gericht om input en beschikbare technologie. Een dergelijke beter gespecificeerde vraag, maakt het voor CERN gemakkelijker om hiermee aan de slag te gaan.

Bijlage 5. Case: Regio Chemelot : chemie, materialen en circulariteit

Deelnemers workshop vanuit de volgende organisaties: Provincie Limburg, Gemeente Sittard-Geleen, VDL Nedcar, Vista College, Brightlands Chemelot Campus, Zuyd Hogeschool, LIOF, OCW, EZK, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Het ecosysteem Regio Chemelot is een volwassen ecosysteem met een duidelijk sectoraal profiel (procesindustrie, chemie, en materialen). De afbakening van dit ecosysteem is echter niet triviaal, want het label 'Regio Chemelot' impliceert dat het een regionaal ecosysteem is en dat het (enkel) om Chemelot gaat. Het ecosysteem heeft ook een supraregionaal karakter, waarbij onder andere het ARRRRA-cluster en de Euregio belangrijk zijn. Chemelot wordt weliswaar als de kern van het ecosysteem gezien, maar een pure focus op Chemelot doet tekort aan de dynamiek en complexiteit van het bredere ecosysteem. Ook wordt er benoemd dat een eenduidige afbakening van het ecosysteem lastig is. Op het gebied van onderwijs- en arbeidsmarkt speelt veel zich regionaal af, maar kijkend naar bepaalde overheidsmaatregelen zou Nederland de afbakening kunnen zijn. In andere contexten is zelfs een Europese of mondiale afbakening logischer.

Er is daarnaast een thematische verschuiving gaande van chemie richting circulariteit (en duurzaamheid), waardoor ook thematisch de afbakening van het ecosysteem breder wordt. Bij deze inhoudelijke transitie zijn wederom diverse partijen buiten Chemelot betrokken. De beweging van Chemelot richting de 'Circular Hub' gaat gepaard met een (inter)nationaal ecosysteem. Wanneer bijvoorbeeld restmaterialen naar Limburg gebracht moeten worden, zal een brede keten betrokken moeten zijn. Verder behoren ook partijen buiten Chemelot in Zuid-Nederland tot het ecosysteem (bijv. in West-Brabant, Zeeland, Rotterdam en Brainport).

Beschrijving O&I-ecosysteem

Randvoorwaarden

Qua randvoorwaarden komt naar voren dat er een cultuurverschil is tussen de regio Zuid en de Randstad, met name op het punt dat het ecosysteem-denken bij met name kleinere partijen in de regio Zuid nog niet volledig geland is. Deelnemers geven aan dat dat ecosysteem-denken tegelijkertijd wel relevant is. Daarnaast is een genoemde belangrijke voorwaarde de relatie met het buitenland (met name in de context van de Euregio), zowel op fysiek gebied (bereikbaarheid en infrastructuur) als op andere gebieden (bijv. 'makkelijk zaken kunnen doen over de grens').

Activiteiten

Bij het ecosysteem zijn meer dan 150 bedrijven en 8100 medewerkers betrokken en Chemelot is ook verbonden met andere Brightland-campussen. Chemelot heeft een duurzaamheidsambitie, waarbij het plan is om nafta en aardgas te vervangen door biomassa en circulaire stoffen. Doordat de verwerking van circulaire grondstoffen en biomassa veel

opslagruimte vereist, zal dit niet alleen bij Chemelot gebeuren maar ook op andere locaties en worden aangevoerd naar Chemelot.

Onder andere de initiatiefgroep Circular Hub geeft richting aan het ecosysteem, waarbij er sprake is van triple helix samenwerking. Er is al veel activiteit op het gebied van financiering. Uit de workshop komt daarnaast naar voren dat ondersteuning (vanuit het Rijk) niet enkel om financiering draait, maar ook nadrukkelijk om wet- en regelgeving die voldoende ruimte moet bieden en ontwikkelingen in de transitie naar duurzaamheid kan aanjagen. Het blijven investeren in de keten van onderwijs (MBO, HBO, WO) wordt als belangrijk gezien, evenals aansluitende leerlijnen (niet hetzelfde als doorlopende leerlijnen). Er zijn verscheidene faciliteiten op de Brightland Chemelot Campus, waaronder customized cleanrooms, pilot plants en laboratoria. Een belangrijk aandachtspunt is en blijft het ondersteunen van startups en ondernemerschap. Verder wordt de betrokkenheid van mensen binnen het ecosysteem bij een gezamenlijk doel belangrijk geacht.

Impact, outcome en output

De chemische industrie heeft een doorsnijdend karakter en links met veel andere sectoren. Er is daarom een groot potentieel op het gebied van de verduurzaming van waardeketens. Voor de concurrentiepositie en door de toenemende vraag vanuit de markt wordt versterking van de duurzaamheid van productieprocessen, grondstoffen en producten noodzakelijk geacht. Bij Chemelot wordt gewerkt aan innovatieve technologieën om productieprocessen te verduurzamen. Het is hierbij van belang dat zowel de gevestigde grote bedrijven als het mkb blijven vernieuwen en innoveren en dat startups en scale-ups zich ontwikkelen in het ecosysteem.

Uitdagingen

Het organiseren van de recycling-keten is een uitdaging (onder meer vanwege de satelliet-sites, logistiek en coördinatie). Het mobiliseren van de Euregio is en blijft daarnaast lastig. Ook het aantrekken en ondersteunen van startups en vervolgens de doorontwikkeling naar scale-ups wordt als een uitdaging gezien. Bij deze ontwikkeling is er een gat qua financiering, omdat het kapitaalintensieve ondernemingen zijn en er voor de opschaling dus relatief veel geld nodig is. Ook wordt benoemd dat de perifere positie ten opzichte van de Randstad soms een uitdaging is, met name ook doordat relevante financiers zich meer lijken te richten op de Randstad. Verder wordt het als moeilijk ervaren om zaken te doen over de grens heen (met name voor het mkb) en is het lastig om dubbelaanstellingen te realiseren (bijv. Aachen-Maastricht) en soms ook in andere vormen samen te werken met instellingen over de grens. Er lijkt verder af een toe een 'sense of urgency te ontbreken' bij sommige spelers.

Oplossingsrichtingen

De verbreding en verdieping van het ecosysteem richting circulair brengt onzekerheden met zich mee, maar het ecosysteem moet deze stap zetten en vanuit het ecosysteem wordt ook de ondersteuning van de (Rijks)overheid noodzakelijk geacht. Verder blijkt uit de workshop dat een leven lang leren gestimuleerd moet worden en dat er een goede aansluiting moet zijn van opleidingen met de arbeidsmarkt. Dit omdat mensen van alle opleidingsniveaus moeten samenwerken in en met bedrijven. Het uitbreiden van de groep hybride docenten is noodzakelijk om de aansluiting van onderwijs en arbeidsmarkt te verbeteren. Er moet ook aandacht zijn/blijven voor de internationale context. Het is van belang dat het ecosysteem een open systeem is in plaats van een gesloten systeem en dat mensen zich willen aansluiten bij (gezamenlijke doelen van) het ecosysteem en hier ook naar handelen. Bestaande mkb-

bedrijven moeten ook (blijven) vernieuwen en de campus moet goed worden onderhouden om interactie van grote bedrijven met het mkb te faciliteren.

Bijlage 6. Case: Precisielandbouw

Deelnemers workshop vanuit de volgende organisaties: WUR, LNV, OostNL, Provincie Gelderland, Regiebureau POP, Provincie Noord-Brabant, Fedecom, EZK, OCW, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Precisielandbouw is een belangrijk onderdeel van precisievoedselsystemen, wat op zijn beurt weer een onderdeel is van voedseltechnologie in het kader van de voedseltransitie. Precisielandbouw is daarmee ook een onderdeel van de bredere ontwikkelingen en uitdagingen in de landbouw, wat goed weergegeven wordt in het OECD-rapport 'Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in the Netherlands'.⁵³ Precisielandbouw kan onder andere bijdragen aan maatschappelijke uitdagingen rondom duurzaamheid, milieu en voedselschaarste en aan het effectiever en efficiënter maken van voedselproductie. Precisielandbouw behelst het gebruik van technologieën zoals GPS, sensortechnologie, ICT en robotisering voor de nauwkeurige behandeling van planten en dieren. Hoewel plaatsbepalingstechnologie en bodem- en gewasmonitoring al breder worden toegepast, geldt dit niet voor andere technologieën en is het nog geen volwassen ecosysteem.

Bij de afbakening van het ecosysteem blijkt uit de workshop dat er niet alleen moet worden gekeken naar de technologie. De hele keten van het ecosysteem is belangrijk, van productie tot retail. Er is een grote rol weggelegd voor agrarische ondernemers. Naast een technologische transitie betreft het vooral ook een maatschappelijke transitie en precisielandbouw is hierbij een middel. Een zwaartepunt van het ecosysteem is Wageningen University & Research (WUR), met veel actoren eromheen zoals overheidsinstanties, aanbieders van precisielandbouwtechnieken, agrarische ondernemers en andere onderzoeksinstituten als Aeres Hogeschool. Er is een diversiteit aan precisielandbouw projecten (onder TKI-Agri-Food, het Satellietdataportaal en KB-Big data): te denken valt aan regionale en sectorale initiatieven, mkb-stimulerings- en technologie-demonstraties.

Beschrijving O&I-ecosysteem

Activiteiten

Er zijn veel actoren betrokken bij de implementatie van precisielandbouw. Dit zijn onder andere technologieleveranciers, industrie, boeren, erfbetreders en de retail. Actoren zijn onder andere WUR en leden van Foodvalley, StartHub en StartLife. Daarnaast zijn er links met Rotterdam (Unilever, Codrico Rotterdam) en de DairyCampus in Leeuwarden (FrieslandCampina). Er zijn veel betrokken mkb-bedrijven, maar ook multinationals, instellingen als Aeres Hogeschool en overheden op verschillende niveaus. Structuren worden onder andere gegeven door de Nationale Agenda Precisielandbouw en de Nationale Proeftuin Precisielandbouw. Verder is precisielandbouw kapitaalintensief en is er bij de input dus kapitaal nodig van agrarische ondernemers om precisielandbouwtechnieken te kunnen gebruiken.

Uit de workshop blijkt dat naast kennisontwikkeling ook bottom-up innovatie en kennisverspreiding belangrijk is. Er moet onderscheid worden gemaakt tussen nationale en regionale

⁵³ Rapport te vinden op: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/innovation-agricultural-productivity-and-sustainability-in-the-netherlands_9789264238473-en

financieringsinstrumenten (bijv. ROM's), en er komen kansen vanuit EU-programma's. Daarnaast speelt het plattelandsontwikkelingsprogramma een rol bij de financiering van boeren. Er zijn venturemogelijkheden vanuit StartLife en StartHub maar ook vanuit Twente en Delft. Verder blijkt dat het belangrijk is om te investeren in het aantrekken van startups van hoge kwaliteit, onder andere door middel van gedeelde faciliteiten. Ook voor grote bedrijven zijn gedeelde faciliteiten een factor om zich op de campus van Wageningen te vestigen, naast de nabijheid van startups en studenten. Het koppelen en organiseren van de onderwijsketen (mbo, hbo, wo) is daarnaast belangrijk. Om precisielandbouwtoepassingen te stimuleren was er van 2010 tot en met 2013 het Programma Precisie Landbouw en is eind 2017 het implementatieprogramma Nationale Proeftuin Precisie Landbouw (NPPL) gestart door LNV. Daarnaast is er de Nationale Agenda Precisielandbouw. De technologische innovaties bij precisielandbouw gaan gepaard met een systeemverandering (een andere manier van omgaan met gewassen, werktuigen en informatie).

Impact, outcome en output

Precisielandbouw kan bijdragen aan de transitie naar duurzame productiesystemen, een hoger rendement en minder CO₂-uitstoot. Het biedt maatschappelijke voordelen op het gebied van duurzaamheid, milieu en voedselschaarste. Precisielandbouw bespaart grondstoffen als water, mest en brandstof. Daarnaast kunnen er hogere gewasopbrengsten worden behaald en een reductie in broeikasgassen en het wegvloeien van stikstof. Met precisieveehouderij (smart farming) kan verder ook antibiotica curatief worden ingezet in plaats van preventief en curatief. Door het gebruik van precisielandbouw-apparatuur kunnen boeren langer doorwerken door een hogere inzetbaarheid van de machines en krijgt de agrarische sector een 'hightech profiel' wat stimulerend kan werken voor jonge (potentiële) agrarische ondernemers.

Daarnaast liggen er kansen bij de verbinding naar andere disciplines (zoals robotica). Boeren zijn betrokken bij de implementatie van precisielandbouw en er zijn veel precisielandbouwprojecten gaande. De economische impact van precisielandbouw verschilt per technologie. Productiekosten kunnen aanzienlijk worden verminderd met technieken als 'Controlled Traffic Farming', variabele dosering van gewasbescherming en variabele beregening. Plaatsbepalingstechnologie en bodem- en gewasmonitoring worden al breder toegepast. Veel toepassingen blijven echter nog achter, met name het gebruik van variabele dosering (door onder andere onzekerheid voor boeren met betrekking tot de business case).

Indicatoren

Uit de workshop blijkt dat er twijfel bestaat over het kwantificeren van ecosystemen, omdat de gekozen indicatoren sterke invloed hebben op de uitkomst. Het vinden van goede indicatoren en deze blijven monitoren wordt als lastig ervaren. Het is van belang om naast indicatoren voor input (zoals R&D-uitgaven) ook indicatoren voor output mee te nemen zoals het aantal nieuwe producten dat op de markt wordt gebracht.

Een aantal indicatoren komen uit de workshop naar voren die zouden kunnen worden gebruikt om bepaalde aspecten van het ecosysteem te meten. Hieronder vallen de kennis- en technologiebasis bij kennisinstellingen en nauwe betrokkenheid van maatschappelijke organisaties. Andere genoemde indicatoren zijn het aantal boeren dat via precisielandbouwprojecten wordt bereikt, de mate waarin de kennis naar belangrijke actoren in het land wordt verspreid, de mate van integraliteit van het ecosysteem, de mate van onderlinge afhankelijkheid in het ecosysteem en vertrouwensrelaties van stakeholders onderling.

Uitdagingen

Het blijkt dat technologie niet het (grootste) knelpunt vormt bij het ecosysteem precisielandbouw, maar adoptie van de technologie. Er is onzekerheid over de toegevoegde waarde voor boeren (economisch of qua gebruiksgemak). Precisielandbouwtechnologieën zijn nu nog complex. Vooral nog maken vooral technisch aangelegde boeren gebruik van precisielandbouwtechnieken, terwijl andere boeren wachten op interessante verdienmodellen. Het is belangrijk dat er kennis wordt uitgewisseld over precisielandbouw, waarbij er een belangrijke rol is voor adviseurs en andere partijen om boeren op een onafhankelijke manier te informeren over de mogelijkheden van precisielandbouw. Ook blijkt dat investeringen in precisielandbouw meer opleveren voor grote landbouwbedrijven, vanwege de schaalvoordelen. Aan precisielandbouw zijn hoge vaste kosten verbonden voor de aanschaf van apparatuur en relatief lage variabele kosten. Andere uitdagingen zijn de valorisatie van kennis en het doorgroeien van startups, onder andere door een gat in de kapitaalmarkt voor het financieren van doorstarters. Verder blijkt dat nieuwe bedrijven en het mkb doorgaans onvoldoende toegang hebben tot faciliteiten en dat er te weinig samenwerking tussen bedrijven en sectoren is om innovaties sneller te ontwikkelen.

Oplossingsrichtingen

Als oplossingsrichting voor het ecosysteem komt onder andere naar voren dat kennisuitwisseling en de verspreiding van kennis meer gestimuleerd kan worden. Dit kan worden gedaan door bijvoorbeeld communities op te zetten, bijeenkomsten te organiseren en via het platelandsontwikkelingsprogramma. Verder blijkt uit de workshop dat ondersteuning van de overheid nodig is op een aantal vlakken. Hierbij gaat het onder andere om cross-sectorale samenwerkingen tot stand brengen, de interactie tussen kleine en grote bedrijven versterken, het doorgroeien van startups naar scale-ups en het bouwen van gedeelde infrastructuur. Ook komt naar voren dat onafhankelijke innovatie-adviseurs een rol zouden kunnen spelen bij de adoptie van precisielandbouwtechnieken door agrarische ondernemers.

Bijlage 7. Case: Quantumtechnologie

Deelnemers workshop vanuit de volgende organisaties: TUD, QuSoft, TUD, PHX, NWO, SURF, UvA, Gemeente Delft, EZK, OCW, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Het ecosysteem quantumtechnologie zit in de 'vroeg' ontwikkelfase (zwaartepunt in lage TRL's). Er vindt geleidelijk een verschuiving plaats van fundamenteel onderzoek naar toegepast onderzoek en toepassingen. Quantumtechnologie is direct gerelateerd aan nanotechnologie. Dit blijkt ook uit de workshop, waarbij naar voren komt dat het soms lastig is om duidelijke grenzen te trekken tussen nanotechnologie en quantumtechnologie, vanwege de overlap tussen de twee technologieën. Het zwaartepunt van het ecosysteem zit in Delft, en is verbonden met Amsterdam, Eindhoven, Twente, Leiden en Groningen. QuTech heeft een organiserende rol binnen het ecosysteem. Er is een sterke samenwerking tussen publieke partijen. Er is selectieve betrokkenheid van Nederlandse bedrijven als KPN en ABN AMRO en er is samenwerking met partijen als Microsoft, Intel, BlueFors en Leiden Cryogenics. Daarnaast is het CWI direct betrokken en zijn er startups opgericht zoals Single Quantum, Delft Circuits, ApexQubit, Qblox, Qu&Co, Quix en Orange Quantum Systems.

Bij de afbakening van het ecosysteem is het van belang om ook oog te hebben voor spelers in het buitenland die een rol hebben in het ecosysteem. Daarnaast moet de afnemende kant van het ecosysteem worden meegenomen (bijvoorbeeld de financiële sector). Ook overheden en lokale overheden horen bij het ecosysteem (bijvoorbeeld op het gebied van databeveiliging). De maatschappelijke acceptatie van quantumtechnologie wordt in dit kader ook benoemd. Verder wordt aangegeven dat fondsen, die actief zijn met venture capital, ook tot de afbakening van het ecosysteem moeten behoren, omdat zij onlosmakelijk verbonden zijn met het opstarten van nieuwe bedrijven en/of activiteiten.

Beschrijving O&I-ecosysteem

Randvoorwaarden

Op het gebied van IP-rechten is het beschermen van octrooien en patenten belangrijk voor startups in het ecosysteem. Europa loopt achter op dit gebied in vergelijking met bijvoorbeeld de VS en China. Er is goede digitale infrastructuur (vaste en mobiele netwerken, maar vooral ook bovenliggende data-infrastructuur) nodig om efficiënt informatie uit te wisselen. In Nederland en in het bijzonder in Delft is er grootschalige onderzoeksinfrastructuur voor quantumtechnologie met een aantal cleanrooms en laboratoria.

Activiteiten

Bij het ecosysteem quantumtechnologie concentreert de activiteit zich nog vooral in de wetenschap en is er nog geen duidelijke ondernemerscultuur. Netwerken zijn vooral publiek, met in toenemende mate private betrokkenheid.

Er wordt onder andere richting gegeven aan het ecosysteem met de Nationale Agenda Quantumtechnologie, waarin vier actielijnen en drie katalysatorprogramma's beschreven staan. De actielijnen betreffen het realiseren van doorbraken in onderzoek en innovatie, ecosysteemontwikkeling, human capital en een maatschappelijke dialoog. De katalysatorprogramma's zijn Quantum Computing and Simulation, Nationaal Quantum Netwerk en Quantum Sensing Applicaties. Voor deze katalysatorprogramma's zijn echter nog

geen loketten voor financiering (dit geldt voor meer sleuteltechnologieën). QuTech heeft daarnaast verschillende focusgebieden en roadmaps. Het ecosysteem is sterk wetenschappelijk gedreven met samenwerking tussen overheden en onderzoeksinstituten (en een klein aantal private partijen), met een leiderschapspositie voor de TU Delft als katalysator voor quantumonderzoek. Er is veel samenwerking tussen Nederlandse universiteiten, ook in internationaal verband. Nederland heeft relatief veel actieve onderzoeksinstituten op het gebied van quantumtechnologie, met het voordeel van geografische nabijheid. De samenwerking met bedrijven is vaak op fundamenteel vlak. Er is een steeds groter wordende groep afgestudeerde studenten met een relevante opleidingsachtergrond voor quantumtechnologie.

De eerste aanzetten van toepassingen van quantumtechnologie worden gedaan, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van Quantum Inspire door QuTech waarbij ontwikkelaars quantumalgoritmes kunnen testen in een gesimuleerde omgeving. Toonaangevende incubators als Yes!Delft en UtrechtInc zijn belangrijk bij het stimuleren van ondernemerschap. De activiteiten van startups op het gebied van quantumtechnologie zijn mondiaal beperkt. Er is een kleine groep bedrijven die nieuwe toepassingen ontwikkelt en voornamelijk aan academische spelers levert. De meerderheid van bedrijven is (vooralsnog) gericht op het ontwikkelen van hardware. Het is van belang voor het ecosysteem dat er potentiële afnemers zijn en dat er uitzicht is op use-cases en positieve prognoses van de ontwikkeling van de markt voor quantumtechnologie.

Impact, outcome en output

Quantumtechnologie is in het stadium van fundamenteel onderzoek en kent een lage TRL. Wereldwijd heeft Nederland een sterke en centrale kennispositie op het gebied van quantumtechnologie. TU Delft staat wereldwijd hoog aangeschreven op het gebied van het produceren van nieuwe hoogwaardige kennis over quantumtechnologie en publiceert steeds meer wetenschappelijke artikelen. Het ecosysteem onderstreept de grote maatschappelijke en economische potentie.

Het betreft een ecosysteem waarbij impact een langere tijdshorizon kent dan in veel andere ecosystemen, die in een fase verkeren waarin er weinig afstand tot de markt is. De potentie in rekenkracht kan leiden tot toepassingen in veel domeinen. Veelbelovende toepassingsgebieden zijn bijvoorbeeld quantumcomputers, quantumsimulators, quantumcommunicatie en quantumsensoren. Echter kan quantum ook op kortere termijn bijdragen aan andere domeinen, waarbij bepaalde quantum-algoritmen al toepasbaar zijn op huidige hardware. Vooral bij communicatie en sensoren liggen er voor quantumtechnologie kansen op de kortere termijn. Nieuwe kennis komt vooral vanuit publieke instellingen. Er zijn weinig private partijen die onafhankelijk van publieke instellingen onderzoek doen. De geringe omvang van private R&D in Nederland uit zich ook in het relatief lage aantal patentaanvragen. Wel zijn er een aantal nieuwe bedrijven opgericht rondom quantumtechnologie, die vooral producten leveren aan academische spelers.

Indicatoren

Uit de workshop komt naar voren dat maatschappelijke impact lastig te meten is met een indicator. Dit geldt voor meerdere doelen, zoals verbindingen, diversiteit en multidisciplinariteit in een ecosysteem. Een mogelijke indicator voor maatschappelijke impact die wordt genoemd is het meten aan welke maatschappelijke missies het ecosysteem quantumtechnologie bijdraagt, en hoe zich dit ontwikkelt. Verder zou de maatschappelijke volwassenheid van het ecosysteem kunnen worden gemeten aan de hand van media-impact (internetpublicaties). Op het gebied van talent zou kunnen worden gekeken naar internationaal talent in

onderzoek en ondernemerschap dat naar Nederland komt om aan quantumtechnologie te werken, naast het aantal topwetenschappers en afgestudeerde studenten. Bij intellectueel eigendom is het goed om niet alleen te kijken naar patenten maar ook naar bijvoorbeeld licenties, aangezien deze bij software een grote rol kunnen spelen. Doordat quantumtechnologie nog in een vroege fase zit, zouden concrete bijdragen uit de industrie aan samenwerkingen voor R&D een indicator kunnen zijn van de ontwikkeling. Verder kan worden gedacht aan het aantal publicaties en technologiedemonstraties. Ook de mobiliteit van mensen (carrièrswitches naar quantumtechnologie) is belangrijk, omdat de uitwisseling van mensen en samenwerking van belang is voor het ecosysteem.

Uitdagingen

Bij quantumtechnologie staat toegepast onderzoek en experimentele ontwikkeling vooralsnog in de kinderschoenen en vindt de meeste activiteit vooral op wetenschappelijk gebied plaats. Het ecosysteem als geheel heeft een uitdaging in het opleiden, aantrekken en behouden van toptalent. Er is een hoge mate van concurrentie tussen locaties om talent en financiering, waardoor het een uitdaging is om een integraal ecosysteem op te richten met nauwe landelijke samenwerking. De concurrentie om financiering versterkt de versnippering van het ecosysteem, onder andere doordat er minder open uitwisseling van kennis en toegang tot labs is. De valorisatie van wetenschappelijk onderzoek blijft nog achter.

Een uitdaging voor het ecosysteem is de verwachting dat significante commerciële waarde voor quantumtechnologie nog tien jaar zal duren. Hierbij gaat het met name om quantum computing en is de verwachting dat er op kortere termijn wel meer toepassingen voor quantumsensoren en quantumcommunicatie zullen komen. Verder loopt Nederland nog achter op bijvoorbeeld de VS en Canada op het gebied van de aanwezigheid van potentiële afnemers, uitzicht op use-cases en positieve prognoses van de ontwikkeling van de markt voor quantumtechnologie. Andere knelpunten voor het ecosysteem zijn het faciliteren van een community van investeerders en het behouden en ontwikkelen van talent. Ook groeiend maatschappelijk wantrouwen tegenover een nieuwe technologie als quantumtechnologie wordt als mogelijke uitdaging genoemd. Nederland heeft daarnaast geen nationale 'champion' op het gebied van quantumtechnologie, hoewel een dergelijke speler ook te dominant zou kunnen worden in het ecosysteem. Tot slot is er in Nederland vooral oog voor hardware en minder voor toepassingen.

Oplossingsrichtingen

Uit de workshop blijkt dat er behoefte is aan een heldere beschrijving van de kansen en beperkingen van quantumtechnologie en van de tijdlijnen van de ontwikkeling van toepassingen. Voor het valoriseren van onderzoek zijn faciliteiten nodig waar onderzoekers in samenwerking met private partijen kunnen werken aan toepassingsgerichte activiteiten. Verder is het van belang dat er voldoende mogelijkheid is voor onderzoekers om te kunnen experimenteren met nieuwe technologieën, advies in te winnen of informatie uit te kunnen wisselen met andere onderzoekers en private partijen. Het belang van bescherming van intellectueel eigendom wordt onderstreept. De voordelen van open innovatie moeten door de overheid worden beschermd, waarbij verdere ontwikkelingen niet te snel naar de markt moeten gaan met het risico dat intellectueel eigendom naar grote internationale bedrijven wegvloeit.

Verder wordt in de workshop genoemd dat in andere landen als Duitsland en Frankrijk er meer publiek-private funding is. Meer publiek-private financiering wordt als wenselijk gezien, vanwege de vroege fase van potentiële innovaties op het gebied van quantumtechnologie. Bij financiering zou behalve kwaliteit ook de samenwerking tussen personen en

(academische) instanties een voorwaarde moeten zijn. Het is wenselijk om meer startups in de markt te zetten en om meer talent op te leiden, aan te trekken en te behouden.

Bijlage 8. Case: AI

Deelnemers workshop van de volgende organisaties: NLAIC, HSD, UT, TU/e, EAISI, Philips, TUD, EZK, OCW, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Het ecosysteem AI is lastig af te bakenen. Het is een gelaagd ecosysteem dat verbonden is met vele andere ecosystemen en kan qua toepassingen bij veel domeinen van waarde zijn. Verbindingen met andere ecosystemen bestaan bijvoorbeeld op het gebied van gezondheid, hightech en precisielandbouw. Het is een relatief nieuw en snel opkomend ecosysteem met activiteiten door het gehele land, veelal gevestigd rondom kennisinstellingen. Verschillende programma's (met name rond Big Data) hebben de basis voor het ecosysteem gelegd, waaronder een aantal PPS'en. Sinds december 2017 wordt er actief gewerkt aan het vormgeven van een nationaal AI-ecosysteem, o.a. dankzij ICAI (2018), het rapport van AINED (2018), AI Taskforce (2019) en NLAIC (2019). Veel van de activiteiten binnen het ecosysteem lijken gerelateerd te zijn aan de Nederlandse AI Coalitie en de ICAI Labs, maar er zijn ook zeker relevante activiteiten hierbuiten. Het ecosysteem volgt (deels) een zogenaamd 'hubs en spokes' model, waarbij de hubs de leiding nemen bij bepaalde onderwerpen en de spokes een ondersteunende rol vervullen. Uit de workshop blijkt dat het belangrijk is om ook de eindgebruikers te betrekken in 'de' afbakening. Betrokken partijen in het ecosysteem vindt men onder andere in de deelnemerslijst van NLAIC, alsook bij ICAI, EAISI, AIREA, SAPAI en Taskforce AI. Onder de deelnemers van NLAIC vallen ook ministeries, provincies, ROM's, werkgeversorganisaties, veel universiteiten en hogescholen en maatschappelijke organisaties.

Beschrijving O&I-ecosysteem

Randvoorwaarden

Uit de workshop blijkt dat (maatschappelijk) vertrouwen een belangrijke randvoorwaarde is bij het ecosysteem. AI komt met vele kansen, maar er zijn ook zorgen op het gebied van onder andere mensenrechten (waaronder het privacy-recht) en autonomie. Ook komt naar voren dat er nog stappen te zetten zijn op het gebied van de digitale infrastructuur in Nederland. Hoewel Nederland op dit gebied één van de internationale koplopers is in termen van vaste en mobiele netwerken, is de benodigde digitale infrastructuur 'breder' en gaat het ook om de gehele data-infrastructuur en het (veilig en verantwoord) kunnen uitwisselen van data. Wetgeving (zoals de AVG) wordt soms als knelpunt ervaren op het gebied van de data die gedeeld kan worden.

Activiteiten

Er is een verscheidenheid aan actoren betrokken bij het ecosysteem. Hieronder vallen kennisinstellingen (bijvoorbeeld TU/e, TUD, UvA, WUR, JADS), grote bedrijven (zoals Philips, booking.com, TomTom, Lely, Marel en ING), MKB (o.a. leden van NLAIC), startups en scale-ups en overheden (EZK, OCW, BZK, J&V). Structuren zijn er onder meer door NLAIC en ICAI. Investerings worden gedaan in het ecosysteem maar nog niet op de grote schaal die nodig is. Veel AI-toepassingen (en het implementeren ervan) gaan gepaard met relatief beperkte kapitaalinvesteringen, waardoor inzetten op adoptie en gebruik in dit stadium relevant is voor veel organisaties. AI wordt namelijk beter door toepassing en het is lastig om een achterstand in te halen.

NLAIC heeft een belangrijke regierol binnen het ecosysteem. Vanuit NLAIC vinden ondersteunende activiteiten plaats en worden er bijeenkomsten georganiseerd. NLAIC probeert de inspanningen goed op elkaar af te stemmen en het ecosysteem in succesvolle banen te leiden. Qua ecosystem governance komt onder andere naar voren dat zij oog hebben voor het principe van 'separation of concerns', om de individuele en collectieve belangen op een lijn te krijgen en te houden. Daarnaast trachten zij door het voeren van regie de hoeveelheid 'dubbel werk' naar beneden te schroeven. Er is een investering van partijen nodig om deel te nemen aan NLAIC, primair om de commitment te borgen. Er zijn ook netwerken in andere domeinen waar AI het onderwerp van discussie is. Meerdere domeinen zijn geassocieerd met AI, zoals robotica, embedded systemen, geneeskunde, retail, edge computing enzovoorts. AI leent zich goed voor vraag-gestuurd onderzoek en het onderzoek en innovatie volgt geen lineaire keten maar is kort-cyclisch en iteratief. Data delen is een belangrijk aspect bij AI en de infrastructuur van data-gedreven werken (te denken valt aan data labs). In 2018 waren er meer dan 300 startups in Nederland actief in AI. Nederland loopt achter qua investeringen met groeikapitaal voor startups.

Impact, outcome en output

Het ecosysteem AI heeft een potentiële impact in vrijwel iedere sector vanwege het doorsnijdende karakter en kan ook worden gezien als 'general purpose technology'. Met AI kunnen nieuwe producten en diensten worden ontwikkeld en kan er effectiever en efficiënter worden gewerkt. Veel toepassingen zijn mogelijk op het gebied van onder andere predictive modelling, visuele classificatietaken en analyse van tekst. Het groeimodel van het AI-ecosysteem is dat veel bedrijven onderdeel kunnen worden van het ecosysteem door mogelijke toepassingen. Binnen het ecosysteem wordt gekeken hoe onder andere ook meer Nederlandse data-gedreven bedrijven betrokken kunnen worden bij de NLAIC. Uit de workshop blijkt dat AI een grote maatschappelijke impact kan hebben, maar dat maatschappelijke acceptatie ook een belangrijk factor en zelfs voorwaarde is.

Indicatoren

Bij de workshop komt naar voren dat het van belang is om hiërarchie aan te brengen op het gebied van de indicatoren, maar het is lastig om deze op hoog niveau op te stellen. Voorstellen voor indicatoren zijn onder andere gegeven op het gebied human capital (talent, aantal docenten, mobiliteit van studenten naar bedrijven), het aantal startups en scale-ups, heterogeniteit van deelnemers, de perceptie van spelers in het ecosysteem over het ecosysteem, de organisatiegraad en het aantal co-publicaties (en de bijbehorende aantal citaties), de mate van participatie van kennisinstellingen, bedrijven en overheden en hun onderlinge samenwerking. Ook het aantal projecten en de generatie van intellectueel eigendom zijn mogelijke indicatoren.

Uitdagingen

Als uitdagingen voor het ecosysteem komen onder andere het vertrek van talent en de beschikbaarheid van data naar voren. Verder loopt Nederland achter qua investeringen met groeikapitaal in startups en kan wet- en regelgeving beperkend zijn voor de benutting van de potentie van AI (bijvoorbeeld op het gebied van privacy). Ook de maatschappelijke inclusie en acceptatie wordt als een uitdaging ervaren in het ecosysteem. Uit de workshop komt naar voren dat het gewenst is dat de overheid gericht faciliteert door (onder meer) financiering beschikbaar te stellen. Hierbij is de behoefte dat de overheid ook prioriteiten stelt en hierop inzet.

Het wordt ook als een uitdaging ervaren om van plannen en agenda's naar uitvoering te gaan. Hiervoor ontbreekt het aan financiering (publieke financiering en cofinanciering) in de verschillende fases van de innovatiefunnel. De versnippering van financiering vormt een belemmering. Er moet ook worden gekeken naar de duurzaamheid en continuïteit van het ecosysteem nadat de financiering vanuit het Groeifonds voorbij is; een meerjarenvisie is gewenst, die op dit moment wordt ontwikkeld door NLAIC. Het kunnen organiseren van blijvende commitment op de lange termijn en het opschalen van programma's en initiatieven is geen sinecure. Digitale innovatie is niet alleen disruptief maar ook inherent onzeker en deze onzekerheid moet worden geaccepteerd.

Oplossingsrichtingen

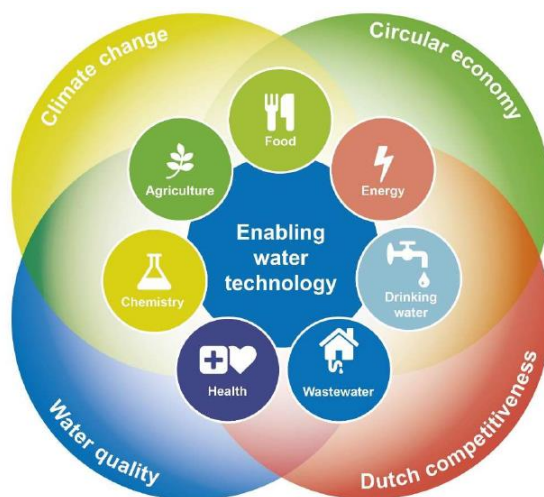
Als oplossingsrichtingen voor het ecosysteem AI komen uit de workshop vooral sturing van het ecosysteem en ondersteuning van de overheid op het gebied van financiering naar voren. Hiermee wordt ook het eerste commitment van spelers in het ecosysteem verwerkt. Het stimuleren van bepaalde projecten en programma's in samenhang en het meehelpen bij het opschalen is van belang. Ook het bewerkstelligen van een hogere organisatiegraad en een garantiefonds voor startups worden als belangrijk gezien. Daarnaast wordt er benadrukt dat de overheid naast de rol als financier ook andere rollen heeft in het ecosysteem (onder andere als afnemer van de technologie, als aanjager van AI, en als kadersteller van AI).

Bijlage 9. Case: Watertechnologie

Deelnemers workshop van de volgende organisaties: WaterCampus, TKI Watertechnologie, NWO, Provincie Overijssel, Hatenboer-Water, Oasen Drinkwater, UT, WUR, PWNT, Deltares, KWR Water, OCW, EZK, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Watertechnologie betreft alle kennis, technologieën, technieken en processen die worden ontwikkeld en toegepast voor o.a. het transporteren, bewerken, veranderen en monitoren van water(stromen). Het gaat daarbij om het ontwerpen en realiseren van apparaten, machines, installaties en systemen. Deze omschrijving is breed (in technologische zin) want het bestrijkt o.a. fysische, chemische, biologische en/of thermische technologieën voor waterbehandeling, meet- en regeltechniek (sensoren), ICT en datatechnologie, en transport- en distributiesystemen (o.a. leidingen en pompen). Het gaat hierbij om diverse waterstromen: drinkwater, afvalwater en proceswater (water voor industrie), irrigatiewater voor land- en (glas)tuinbouw en de samenhang met het natuurlijke systeem (o.a. grond-, oppervlakte- en regenwater en aanvullend recreatiewater) en ook water voor energieopwekking voor zover sprake is van toepassing van chemische of biotechnologie. In termen van actoren betreft het alle private bedrijven, publieke organisaties en (kennis)instellingen die kennis, producten, diensten of een combinatie hiervan ontwikkelen en/of leveren ten behoeve van de drinkwatervoorziening, proceswater voor industrie of land/tuinbouw, afvalwaterverwerking/hergebruik en aanvullende toepassingen als zwemwater en energieproductie.⁵⁴



Figuur 9: De rol van watertechnologie in andere sectoren, ecosystemen of maatschappelijke vraagstukken

⁵⁴ Omschrijving ontleend aan NWP/BBO/PNO (2018), Economische kansen en hoogwaardige kennis in water. Economische betekenis van watertechnologie, NWP, Den Haag, p. 10 en p. 15.

De omschrijving is smal als we meer denken aan de andere sectoren, ecosystemen of maatschappelijke vraagstukken waar water een rol speelt (zie Figuur 9⁵⁵). Water heeft een sterk enabling karakter en is daarom haast van nature cross-sectoraal en bijvoorbeeld verbonden met diverse departementale agenda's. Waterschaarste, klimaatverandering, verstedelijking, duurzaamheid/ milieu en de rol van water bij energieopwekking maken dat aandacht voor water en waterkwaliteit en dus ook watertechnologie sterk toenemen. Dat maakt het O&I-ecosysteem watertechnologie weer lastiger af te bakenen. De kern van het watertechnologie ecosysteem in termen van bedrijven is wel af te bakenen, maar vraag is of belangrijke gebruikende partijen of partijen die als onderdeel van hun proces ook belangrijke producenten zijn van water tot die kern moeten worden meegerekend. Naast het technologisch perspectief is ook het institutionele en maatschappelijke perspectief belangrijk bij het ecosystemedenken en dan moeten de grenzen van het O&I watertechnologie ecosysteem ruimer worden getrokken.

Beschrijving O&I-ecosysteem

Randvoorwaarden

Kenmerkend voor het ecosysteem is het naast elkaar voortbestaan van een publieke markt gericht op waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit in de vorm van de drinkwaterbedrijven en de waterschappen en een reguliere commerciële markt waarop tal van water- en water gerelateerde bedrijven actief zijn, veel MKB dat actief is in nichemarkten en slechts een paar bedrijven (bijvoorbeeld een aantal ingenieurbureaus) met een totaalaanbod op het gebied van watertechnologie, voornamelijk gericht op de export. De eerste markt is sterker nog dan de tweede gereguleerd en kent een conservatief karakter. Drinkwater moet veilig zijn en het duurt dus lang (in de workshop werd een typische doorlooptijd van 10 jaar genoemd) voordat innovaties daadwerkelijk door drinkwaterbedrijven en waterschappen worden benut. De tweede, private markt is dynamischer en biedt meer ruimte aan innovaties.

Activiteiten

Het watertechnologie ecosysteem is een volwassen ecosysteem met naar schatting 1000-1100 gespecialiseerde bedrijven (overwegend MKB), 330-350 bedrijven met R&D, 30 ingenieurbureaus, 160-170 dienstverleners en 450-550 bedrijven zonder R&D).⁵⁶ Daarnaast (in belangrijke mate als opdrachtgever) 10 drinkwaterbedrijven, 21 waterschappen en een uitgebreid netwerk van kennisinstellingen (12 universiteiten/hbo-instellingen inclusief CEW Centre of Expertise Water Technology, samenwerking over kennisketen heen) en kennisinstellingen als Wetsus, KWR, Deltares en TNO. Het ecosysteem kent ook een groot scala aan ledenorganisaties zoals het Netherlands Water Partnership, Wateralliance en EVAQUA die gedrieën weer samenwerken in WaterCoalitieNL. De meest duidelijke zwaartepunten van het ecosysteem zijn te vinden in Leeuwarden (oa Wetsus en Watercampus), Delft en Wageningen. Enkele kengetallen van de spelers in het watertechnologie ecosysteem zijn opgenomen in het kader hieronder.

Enkele kengetallen watertechnologie sector op basis van NWP/BBO/PNO-rapport 2018

- 60% kernbedrijven en dienstverleners exclusief in watersector actief.
- Naar schatting 50-70% van de bedrijven is actief nationaal en internationaal.

⁵⁵ Figuur ontleend aan Adviesrapport Expertgroep Governance Watertechnologische Onderzoek, "Cie van der Steenhoven" (2020), p. 4.

⁵⁶ Zie NWP/BBO/PNO (2018), p. 18 en voor een overzicht van kennis en onderzoeksinstituten Cie van der Steenhoven (2020), bijlage 2.

- 46% bedrijven doet aan R&D, 80% van hen maakt gebruik van kennis bij andere bedrijven en kennisinstellingen.
- Circa 50% werknemers HBO of WO-opgeleid.
- Bovengemiddelde groei en ook overwegend positieve omzetgroei verwachtingen.
- Omzet private watertechnologiebedrijven in 2018 geschat op € 5950-6500 mln.
- Het aantal arbeidsplaatsen bij private bedrijven naar schatting tussen de 25.950-27.700.
- Omzet publieke waterbedrijven € 2500 mln. euro en betreft 7750 arbeidsplaatsen (was 11.000 in 2011!).
- Omzet kennisinstellingen geschat op € 100 mln. en werkgelegenheid 700 arbeidsplaatsen.
- Beeld voor watertechnologiesector als totaal in 2018: aantal bedrijven 1050-1150, omzet € 7550-8050, toegevoegde waarde € 4450-4900 en 34350-36150 arbeidsplaatsen.

Wat betreft structuren en netwerken speelt het TKI Watertechnologie een sleutelrol in programmering en samenwerking in onderzoek en PPS. Dit gremium is ook door de Cie. van der Steenhoven naar voren geschoven voor het aansturen van een landelijk onderzoeksprogramma (dat in belangrijke mate nog ontbreekt). Het TKI Watertechnologie heeft haar innovatiethema's opnieuw vastgesteld (zie jaarverslag 2019), te weten: a) Zorgdragen voor schoon en veilig water (koppeling met KIA Gezondheid & Zorg); b) Hergebruiken van water en grondstoffen (koppeling KIA Circulaire economie); c) Energie opwekken en opslaan met water (koppeling KIA Energietransitie & Duurzaamheid); d) Slim meten en handelen met water en infrastructuur (koppeling KIA Sleuteltechnologieën). Wetsus als multidisciplinaire onderzoeksomgeving fungeert door haar vormgeving als een omgeving waarin Nederlandse en Europese kennisinstellingen, overheden en bedrijven samenwerken en is samen met CEW onderdeel van de Watercampus in Leeuwarden. De laatste ambieert nadrukkelijk een concentratiepunt te zijn in Nederland en in Europa van innovatie, onderwijs en ondernemerschap in de watertechnologie.

Het watertechnologie ecosysteem kent een zeer uitgebreide traditie van publiek-private R&D samenwerking wat ook blijkt uit Figuur 10.⁵⁷ In de watertechnologie bestaan niet alleen veel PPS-projecten, maar het grote aantal betrokken spelers is ook sterk verbonden. Het richting geven aan de onderzoeks- en innovatieagenda gebeurt op uiteenlopende (en mogelijk te veel verschillende) manieren. In de eerste plaats wordt via missies en KIA's van de Topsectoren c.q. TKI Watertechnologie gestuurd.⁵⁸ Het TKI Watertechnologie heeft "eigen" Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's uitgewerkt (onder missie C "Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied" van het Thema Landbouw, Water en Voedsel). Deze missie kent de volgende subthema's: 1) Voorkomen of opvangen van watertekort, verzilting en wateroverlast in het landelijk gebied; 2) Klimaatadaptieve landbouwsystemen; 3) Voorkomen van wateroverlast, verdroging, hittestress en bodemdaling en gevolgen overstromingen in de stad. Daarnaast wordt via de NWA gestuurd. De NWA kent naast de Blauwe Route ook nog de route Smart Liveable Cities en Circulaire Economie & Grondstoffenefficiency met relevantie voor de watertechnologiesector. Een andere agenda, meer gekoppeld aan internationale handel en samenwerking, is de Nederlandse Internationale Waterambitie (NIWA met betrokkenheid BuZa, EZK, IenW en LNV) gericht op coherentere inzet van watergerelateerde internationale beleidsinstrumenten & platform voor samenwerking publieke, private en maatschappelijke en kennispartners (onder andere het ontwikkelen van financieringsconstructies voor watertechnologie projecten in het buitenland). Andere

⁵⁷ Bij de PPS-projecten in dit figuur zijn de onderzoeksprojecten onder NWA, NWO, STOWA of de EU niet meegenomen.

⁵⁸ Vijf van de zes missies onder thema Landbouw, Water en Voedsel zijn relevant, maar missie C "Klimaatbestendig landelijke en stedelijke gebied: Nederland is in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust" is het meest direct relevant.

agenda's of gremia die agenderen en programmeren zijn Kennisimpuls Waterkwaliteit (samenwerkingsverband van IenW, IPO, drinkwaterbedrijven, STOWA, gezamenlijke waterschappen met een budget van € 11 mln. Voor de periode 2019-2021) en het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat. Meer generiek is er sprake van bestuurlijke drukte in en rond waterkwaliteit.⁵⁹

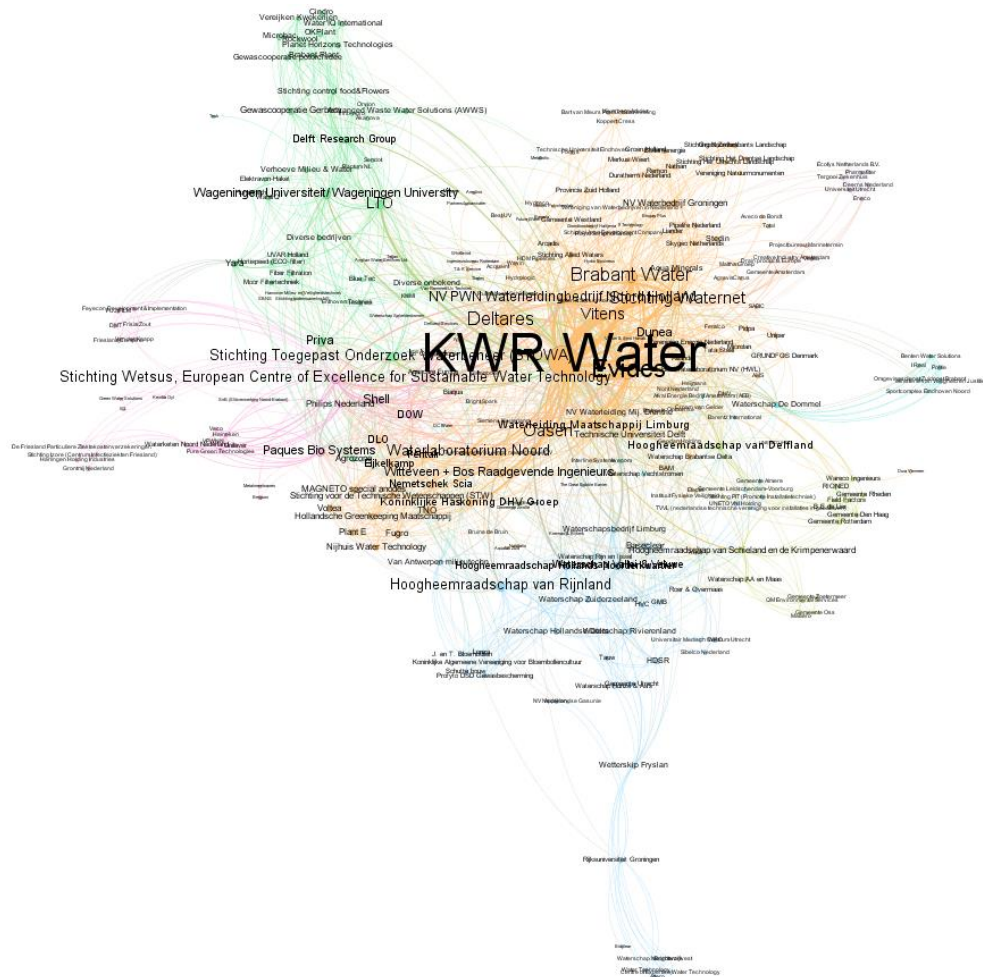
De belangrijkste weerstand lijkt de enorme bestuurlijke drukte en het grote aantal actoren rond water en waterkwaliteit gekoppeld aan de stapeling van agenda's en nota's. Recent heeft Rathenau ook gewezen op het coördinatieprobleem in de watersector: "In het Nederlandse systeem zijn op verschillende momenten en op verschillende plekken verschillende partijen verantwoordelijk voor de waterkwaliteit. Dit betekent dat men steeds afhankelijk is van een andere partij over hoe het water 'aangeleverd' wordt. Deze situatie vereist veel afstemming".⁶⁰ Hoewel de watersector een traditie van samenwerking kent, slaagt ze in de praktijk niet altijd om te komen tot die afstemming. Dit komt naar voren uit de diverse beschrijvingen van het ecosysteem waarin onder andere gewezen wordt op problematiek rond het beter organiseren/programmering van de kennisketen⁶¹, het verbinden van kennis met de markt (goede kennispositie onvoldoende vertaald in nieuwe bedrijvigheid) en de problematiek van (ondersteuning bij) het verwezenlijken van internationale vermarkting van Nederlandse watertechnologiekennis.⁶²

⁵⁹ Daarbij speelt bijvoorbeeld ook de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, 2000) een rol. Eerder en ook recent is vastgesteld dat Nederland niet op koers ligt om de doelen die in 2027 moeten zijn gerealiseerd daadwerkelijk te behalen, zie de PBL-studies Waterkwaliteit nu en in de toekomst (2016) en uit april 2020 de Nationale analyse waterkwaliteit. Ook van reguliere plannen en aanpakken gaat richting en sturing uit zoals Nationaal Waterplan 2016-2021, Delta-aanpak Waterkwaliteit en Zoetwater (2016), Beleidsnota Drinkwater (2014) en de update hiervan in 2020, de Nationale Adaptatiestrategie (NAS, link klimaatbestendigheid), de omgevingswet (vanaf 2022) etc.

⁶⁰ Zie Rathenau Instituut (2020). Open science op de oever – Publieke betrokkenheid bij onderzoek naar waterkwaliteit. Den Haag (auteurs: Scholten, W., A.F.M. Scholvinck, S. van Ewijk & P. Diederer), p. 66.

⁶¹ De kennisketen van fundamenteel en toegepast onderzoek alsook experimentele ontwikkeling is ruim belegd, zie ook rapport Cie van der Steenhoven (2020), p. 6. Wel zullen met het toenemen van het cross-sectorale karakter vraagstukken nieuwe coalities en samenwerkingen nodig zijn.

⁶² In de eerder aangehaalde studie van NWP (zie NWP/BBO/PNO, 2018, p. 42) worden als belemmeringen genoemd: knelpunten bij financiering van projecten en of investeringen, aanbestedingsprocedures, rol overheid in het buitenland, te weinig innovatieve investeringen en gebrek aan zichtbaarheid/demosites.



Figuur 10: Ecosysteemspelers (278) in PPS-inzetprojecten (171) en de relaties tussen spelers in projecten in het watertechnologie ecosysteem over de periode 2013-2018 (Bron RVO, bewerking Dialogic)

In technologisch opzicht is sprake van een thuismarkt met veeleisende vraag (o.a. vanwege stringente regelgeving). Launching customers op de thuismarkt hebben bijgedragen aan sterke niches en innovaties op het gebied van biotechnologie, elektrochemie, membraan-technologie, meet- en detectietechnologie en nanotechnologie, decentrale (afval) waterbehandeling en desinfectie. Ruimer profiteert de watertechnologiesector van de internationale reputatie van Nederland op het gebied van watermanagement. Echter wordt die reputatie – zo blijkt ook uit de workshop – niet altijd even goed geëxploiteerd. Dat geldt ook voor de kennis en kunde bij publieke spelers als drinkwaterbedrijven en waterschappen die door het ecosysteem worden belemmerd om daaraan bij te dragen. Meer in het algemeen wordt gewezen op conservatisme en verkokering binnen de watertechnologie. Pilots komen wel tot stand, maar de versnelling en opschaling komt vervolgens niet of moeizaam tot stand (pilot-paradox) en zou meer slagkracht behoeven.

Dit sluit aan bij het geconstateerde gebrek aan ondernemerschap in het ecosysteem. Hoewel er zeker starters en scale-ups zijn (grootste concentratie en meeste specifieke activiteiten ter stimulering ondernemerschap op Watercampus Friesland⁶³), wordt beperkte groei bij starters en scale-ups gezien als problematisch. Dit wordt o.a. geconstateerd in

⁶³ Zie: <https://www.watercampus.nl/nl/entrepreneurship-portal/>.

Impact, outcome en output

Nieuwe kennis en vaardigheden op het gebied van watertechnologie ontwikkelt zich in kennisinstellingen, in watertechnologiebedrijven en traditioneel vooral in samenwerkingsprojecten. Er is sprake van topposities in nichemarkten, maar het feitelijke zicht op innovatie is beperkt, zeker als we ook kijken naar kwaliteitsverbeteringen of bijdragen aan duurzaamheid. De nieuwe bedrijvigheid lijkt bescheiden voor een sector met goede groeiperspectieven en de brede rol die watertechnologie als enabling technologie bij tal van maatschappelijke meerjarige innovatieprogramma's speelt. Meer in het algemeen geldt dat het omzetten van een goede kennispositie in voldoende nieuwe bedrijvigheid een aandachtspunt is in dit ecosysteem.

Niettemin lijkt het vooruitzicht voor het verdienvermogen voor de lange termijn goed (hoewel echte doorgroeibedrijven lijken te ontbreken en Nederland sterk is aangewezen op niches en ook de internationale vermarkting de sector al tijdenlang bezighoudt). Wat betreft oplossingen voor maatschappelijke problemen kan het ecosysteem zich onderscheiden, juist omdat de inbreng van watertechniekennis in veel maatschappelijke missies en MMIP's onontbeerlijk is en de watersector een traditie van commerciële en maatschappelijke vraagstukken kent. Water is een randvoorwaardelijke grondstof die impact heeft op de brede economie. Dit is een onderbelicht aspect bij innovaties op het gebied van watertechnologie en watersystemen.

Indicatoren

In de workshop wordt genoemd dat de indicatoren die centraal worden gesteld afhangen van de doelen die gesteld zijn voor een ecosysteem. Mogelijke economische indicatoren die naar voren komen zijn de ontwikkeling van het aantal aangehaakte bedrijven in het ecosysteem, het aantal banen en het aantal startups en spin-offs. Ook de ontwikkeling van het aantal bedrijven dat participeert in programma's van kennisinstellingen wordt genoemd. Daarnaast zijn er een aantal indicatoren voor maatschappelijke impact. Dit zijn bijvoorbeeld het percentage gerecycled water, de impact op CO₂-uitstoot van verschillende oplossingsrichtingen en maatschappelijke interesse in issues rondom water. Op het gebied van wetenschap kan er gekeken worden naar het aantal aan watertechnologie gerelateerde onderzoekers en de impact van publicaties. Tot slot zijn er ook mogelijk proxies voor open innovatie (bijv. kennisoverdracht en valorisatie, patenten) en voor internationalisering (bijv. deelname aan internationale samenwerkingsprojecten, export en kenniswerkers uit het buitenland).

Uitdagingen

Belangrijke uitdagingen die worden genoemd in relatie tot watertechnologie zijn onder andere de noodzaak dat de overheid beter inziet dat watertechnologie een belangrijke rol speelt bij veel maatschappelijke missies. Ook de organisatie en de programmering van onderzoek over de hele kennisketen heen (van fundamenteel tot praktijkgericht) en de financiering van het onderzoeks- en innovatie-ecosysteem verdient verbetering. Nu worden veel gedeelde voorzieningen (zoals de campusorganisatie en die rol ten aanzien van startups en valorisatie) veelal gefinancierd op het lokale en provinciale niveau. Naast financiering werkt wet- en

⁶⁴ In eerder aangehaalde NWP/BBO/PNO (2018) rapport wordt gesproken over 60 starters over een periode van 6 jaar. Op basis van een telling van startups zoals bijgehouden door Techleap.nl komen we tot circa 45 startups.

regelgeving op een aantal aspecten ook belemmerend (bijv. aanbestedingen). Inhoudelijke uitdagingen liggen onder andere op het gebied van het terugwinnen van grondstoffen uit water en hergebruik van water(circulariteit) en het beter leren anticiperen op droogte en dus de noodzaak om naast water afvoeren ook te leren beter water vast te houden. Hiervoor is technologie nodig, maar ook een systeeminrichting: alle partijen moeten samenwerken (ook met industrie, landbouw en natuurorganisaties, etc.). Hier ligt een kans voor Nederland om in de toekomst een verschil te maken op de wereldmarkt. Ook waterkwaliteit en duurzaamheid zijn de komende jaren belangrijke uitdagingen in het kader van de energietransitie en de Kaderrichtlijn Water. Opgemerkt is dat hiervoor niet alleen stippen op de (verre) horizon moeten worden gezet, maar ook realistische 10-jaarsplannen moeten worden geformuleerd en duidelijke keuzes waarin wordt geïnvesteerd.

Oplossingsrichtingen

Oplossingsrichtingen zijn vaak het spiegelbeeld van uitdagingen. Een logische uit deze categorie is de onderkenning door de overheid van het belang van een kennisbasis op het gebied van watertechnologie bij de universiteiten, hogescholen en kennisinstituten en een gedeelde kennisagenda. Ook het vergroten van de betrokkenheid van burgers en eindgebruikers bij vernieuwingsprojecten en living labs is genoemd als oplossingsrichting, evenals de rol die een overheid als wet- en regelgever kan spelen in het aanjagen van de spelers in het ecosysteem. Waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit moet daarbij veel meer dan nu het geval is gekoppeld worden aan maatschappelijke opgaven en transitiepaden. Als afvalwater circulair behandeld moet worden en watergebruikers wellicht ook weer waterleveranciers worden (vergelijk energieopwekking), dan moet er niet alleen technologisch, maar ook institutioneel en organisatorisch geïnnoveerd worden. Om beter met elkaar op te kunnen trekken moet inzichtelijk worden waar de winst voor de verschillende partijen zit om met elkaar op te trekken.

Bijlage 10. Case: Regeneratieve Geneeskunde

Deelnemers workshop van de volgende organisaties: VWS, hDMT, NKI, Antonie van Leeuwenhoek, RegMed XB, HollandBIO, LUMC, HollandBIO, Provincie Noord-Brabant, LUMC, WR Hartstichting, EZK, OCW, Dialogic

Afbakening O&I-ecosysteem

Regeneratieve Geneeskunde (vaak afgekort als RegMed) is erop gericht nieuwe behandelingen te ontwikkelen, die slim gebruik maken van het zelfherstellend vermogen van het lichaam. Deze behandelingen zijn erop gericht om op een duurzame manier en zonder bijwerkingen cellen, weefsels en orgaanfuncties te repareren, vervangen of herstellen na schade door ziekte of letsel.⁶⁵ Het gaat in belangrijke mate om stamcel- en genterapieën. RegMed is gevarieerder dan puur medisch of puur biotech onderzoek en vergt een combinatie van verschillende wetenschapsgebieden (biotech, medtech, hightech, medisch onderzoek) en toelevering in combinatie met academische ziekenhuizen en kennisinstellingen.

RegMed – of althans de geneesmiddelen die RegMed beogen voort te brengen – behoort tot de ruimere familie van Advanced Therapy Medicinal Products (ATMP's). Dit zijn geneesmiddelen voor geavanceerde therapie zoals cel- en genterapie, waarbij een eigenschap aan cellen wordt toegevoegd die bepaalde processen in het lichaam in gang zet.⁶⁶ Veel ATMP's blijken moeilijk in te passen in de huidige bestaande wetgeving voor markttoelating van geneesmiddelen. Een manier om toch ATMP's te kunnen toepassen die (nog) niet zijn toegelaten op de markt is door te werken met de hospital exemption procedure, waarbij de ATMP door een ziekenhuis gemaakt wordt van de eigen cellen van een patiënt. De ontwikkeling van ATMP's is veelal kostbaar, de technologie verandert voortdurend en soms is het werkingsmechanisme nog niet ontrafeld. Het regelgevend kader en big pharma lijken eerder te kijken naar deze bredere categorie van ATMP's dan RegMed als scope.

RegMed is derhalve een atypisch ecosysteem, omdat meestal gekeken wordt naar het bredere life sciences ecosysteem.⁶⁷ RegMed gaat uit van een specifiek type therapieën die zich nog sterk in de onderzoeksfase bevinden en waar de betrokkenheid van de grote farmacie ondernemingen vooralsnog beperkt is, maar waar wereldwijd wel grote verwachtingen bestaan, ook qua economisch potentieel. Wereldwijd is de markt voor RegMed sterk groeiend. RegMed is een opkomend ecosysteem dat een aantal onderliggende bestaande wetenschapsgebieden en in Nederland een aantal verspreide regionale ecosystemen met elkaar verbindt. Wellicht is RegMed beter te positioneren als onderdeel van een nieuwe generatie grootschalige Public Private Partnerships (PPP's) die in de gezondheidszorg steeds gebruikelijker zijn

⁶⁵ Omschrijving ontleend aan Kennisagenda Regeneratieve Geneeskunde, 2018, p. 4.

⁶⁶ Zie Hegger, I et al. (2018) Toekomstverwachtingen over ATMP's, RIVM Briefrapport 2017-0169.

⁶⁷ Zie bijvoorbeeld ook de studie van McKinsey naar de positie van biotech hub in de Benelux ten opzichte van concurrerende hubs (McKinsey (2019), Scaling innovation: How Benelux could become Europe's leading biotech hub en KPMG (2019), Unlocking the life sciences potential. Key drivers to fully harvest the life sciences sector potential in the Netherlands. Echter, ook RegMed wordt als analyse niveau gebruikt, zie bijvoorbeeld Roland Berger (2017), Regenerative medicine. The next generation of therapeutic products is set to shake up the pharmaceutical world.

als organisatiestructuur zoals ONCODE (oncologie), IMDI (medische technologie), Netherlands Centre for One Health (Infectieziekten), European lead Factory (medicijnen) en Dutch CardioVascular Alliance (DCVA, hart- en vaatziekten). Regenerative Medicine Crossing Borders (RegMed XB) is de organisatie die in belangrijke mate RegMed programmeert in Nederland, vorm geeft aan de vroege ontwikkeling van het ecosysteem en vier regio's samenbrengt, in samenwerking met Vlaanderen. De organisatie heeft vooralsnog gekozen voor programmering van moonshot projecten op vier ziektebeelden: nierfalen, artrose, diabetes type 1 en hart- en vaatziekten. RegMed bouwt voort op een aantal grootschalige FES-programma's die Nederland een goede wetenschappelijke uitgangspositie geven. Kortom, het is vooralsnog een enigszins fluïde ecosysteem dat zich in belangrijke mate nog aan het ontwikkelen is.

Beschrijving O&I-ecosysteem

Randvoorwaarden

Uit de workshop komt naar voren dat een aantal randvoorwaarden niet specifiek op RegMed van toepassing zijn, maar ook op een algemener niveau. Wet- en regelgeving wordt soms als knelpunt ervaren, bijvoorbeeld op het gebied van privacy en het gebruik van data. De nadruk bij infrastructuur ligt op onderzoeksinfrastructuur. Volgens de Kennisagenda Regeneratieve geneeskunde moet er de komende jaren fors worden geïnvesteerd in infrastructuur. Ook is recent de bouw aangekondigd van NECSTGEN door LUMC (grote non-profit stamcel en genterapiefaciliteit) waarvan financiering nog maar deels rond is.⁶⁸ Een dergelijke faciliteit is belangrijk voor het testen, opschalen en snel toepasbaar maken van nieuwe technologieën en aantrekkelijk voor veel (ook internationale) bedrijven.

Activiteiten

De belangrijkste drijvende kracht achter het ecosysteem in wording is de in 2017 opgerichte PPP RegMed XB. Dit is een samenwerkingsverband tussen wetenschap (UM en MUMC, LUMC, UL, UU/UMCU, TU/e), gezondheidsfondsen en patiëntenorganisaties (Nierstichting, Diabetesfonds, ReumaNederland, de Hartstichting, Diabetes Onderzoek Nederland), LSH/Health Holland, diverse lokale overheden (o.a. Zuid-Holland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg) en circa 20 bedrijven⁶⁹ dat onderzoek en onderzoekssamenwerking stimuleert, alsook ondernemerschap op de vier eerdergenoemde ziektebeelden. Daarnaast bestaat er ook samenwerking met Vlaanderen (vooral Leuven). Als onderdeel van de Nationale WetenschapsAgenda, waarin RegMed een eigen route heeft, is RegMed meer op de kaart komen te staan, heeft de eerste planvorming plaatsgevonden en is bijvoorbeeld ook een Kennisagenda Regeneratieve Geneeskunde geformuleerd (laatste versie 2018). Een belangrijke ondersteunende structuur is tevens hDMT, een precompetitief, non-profit technologisch R&D-instituut gericht op een sleuteltechnologie ('organs on a chip'), die ook kan worden toegepast binnen regeneratieve geneeskunde (bijvoorbeeld voor het uitzoeken van de juiste condities en de juiste materialen voor transplantatie en de veiligheid van stamcellen). Binnen hDMT werken vooral universiteiten (ook TU's), UMC's en bedrijven samen en hDMT werkt samen met RegMed XB, maar de scope van hDMT en het toepassingsgebied van organ-on-chip is breder, te weten: medicijnontwikkeling (pharma), toxiciteitsstudies (voedings- en chemische

⁶⁸ <https://www.lumc.nl/over-het-lumc/nieuws/2020/Mei/lumc-bouwt-stamcelfaciliteit/>.

⁶⁹ Een speciale categorie bedrijven is de zorgverzekeraars. Deze zijn vertegenwoordigd in de raad van toezicht RegMed XB.

industrie), personalized medicine (op maat behandeling voor elke patiënt), testen van voedingssupplementen en opsporen van ziektemechanismen etc.⁷⁰

Het RegMed ecosysteem gaat vooralsnog om een sterk op wetenschap gebaseerd O&I-ecosysteem. Er vinden veel internationale samenwerkingen plaats binnen en buiten Europa op het gebied van ontwikkelingen van RegMed. Binnen de EU heeft Nederland een voorloperspositie als het gaat om klinische ontwikkeling en de toepassing van (stam-) celtherapie. Er is een tekort aan hoogopgeleide professionals bijvoorbeeld in de elektrofysica, bio-electronica en medische technologie alsook werknemers met een quality control (QC) en quality assurance (QA) achtergrond die belangrijk zijn voor de ATMP-industrie.

De financiering van RegMed is vooralsnog versnipperd en verdeeld over nationale, regionale en institutionele financiers. In de Kennisagenda Regeneratieve geneeskunde wordt een investering van €50 miljoen per jaar gevraagd voor een periode van tien jaar. Hiervan is €325 miljoen voorzien voor een 'nationale, discipline overschrijdende, grootschalige infrastructuur', €25 miljoen voor een bijbehorende data-infrastructuur, €100 miljoen voor fundamenteel en translationeel⁷¹ onderzoek en €50 miljoen voor investeringen in het opleiden van de relevante professionals op de diverse niveaus. De goede internationale toppositie, die in belangrijke mate is opgebouwd op basis van investeringen middels diverse FES-programma's, zou hiermee in belangrijke mate moeten worden gecontinueerd. Er is een eerste startbudget van €25 miljoen verstrekt aan RegMed XB door de inzet van de grondslag gezondheidsfondsen via het topsectorenbeleid, bijdragen van bedrijven en bijdragen van kennisinstellingen en regio's. Hier worden met enige regelmaat kleinere budgetten toegevoegd, bijvoorbeeld €8 miljoen via Thematic Technology Transfer subsidie van EZK en OCW voor RegMed XB/DCVA of het Fonds Investering Rijpe Starter FIRST⁷² (waar EZK €5,5 miljoen van de in totaal €9,5 miljoen inbrengt). Daarnaast zijn er in 2017 twee Zwaartekracht projecten van €18,8 miljoen op het gebied van RegMed gefinancierd door NWO.⁷³

Naast gremia als LSH, NWA (eigen route en eigen kennisagenda) is de regie van het ecosysteem in wording inmiddels in belangrijke mate in handen van RegMed XB bij vier regio's. RegMed XB slaagt er in de samenwerking binnen de regeneratieve geneeskunde te organiseren en zorgt ook voor focus door de keuze voor een aantal speerpunten. Consolidatie en uitbouw van bestaande PPP's wordt als cruciaal aangemerkt. Een tweede punt is stimulering van en advies en ondersteuning bij ondernemerschap. De afstand tussen kennisinstellingen en de industrie wordt als relatief groot ingeschat bij RegMed. Het omzetten van een vooraanstaande kennispositie in voldoende bedrijvigheid in de vorm van voldoende starters en spin-offs is een punt van zorg.⁷⁴ Deze nieuwe bedrijven zijn belangrijk bij het valoriseren van kennis en om nieuwe technologieën en uiteindelijk behandelingen bij de patiënt te

⁷⁰ Feitelijk heeft het breder opererende hDMT een heel ecosysteem opgebouwd (14 partnerorganisaties, meer dan 150 bedrijven (pharma, start-ups, MKB), die geïnteresseerd zijn in organen-op-chips, gezondheidsfondsen, patiëntenorganisaties, klinici, regulatoire instanties, overheden). hDMT heeft een Europees project gecoördineerd (samen met LUMC), ORCHID genaamd (www.h2020-orchid.eu), dat geresulteerd heeft in de ontwikkeling van een Europese roadmap op gebied van organen-op-chips, en de oprichting eind 2018 van de European Organ-on-Chip Society (EUROoCS; www.euroocs.eu) met nu bijna 500 leden.

⁷¹ Verbinding fundamenteel - klinisch onderzoek.

⁷² Fonds gericht investment-ready ondernemingen geïnitieerd vanuit RegMed en DCVA, met veel aandacht voor ondernemerschap (project loans, seed capital, budget infrastructure & exploitation).

⁷³ [NWO, 2017](#).

⁷⁴ Het is daarbij overigens ook belangrijk om mensen te hebben die gespecialiseerd zijn in de regeneratieve geneeskunde bij de TTO's.

krijgen.⁷⁵ Kleine en grote bedrijven maken momenteel zeer beperkt onderdeel uit van het huidige RegMed ecosysteem, waarbij het ook lastig is om bedrijven op het gebied van RegMed in kaart te brengen. RegMed XB is op dit moment vooral gericht op academische partijen en vroege onderzoeksactiviteiten en daarmee als ecosysteem nog incompleet. Inzet op het realiseren van een complete waardeketen is van belang.

Dit komt ook naar voren uit een analyse van deelname van Nederlandse actoren in Horizon 2020 op het thema regenerative medicine. Hieruit blijkt dat meer dan helft van de deelnemers kennisinstellingen zijn en het aantal bedrijven bijvoorbeeld beperkt is. Een mogelijke verklaring voor het relatief geringe aantal startups dat de UMC's (via NFU-regels) tamelijk streng zijn in de hoeveelheid aandelen die wetenschappers kunnen hebben in een startup. Als wetenschapper in een UMC moet je in feite uit de academie stappen om een bedrijf te starten. Onderzoekers kunnen feitelijk niet doorgroeien binnen een bedrijf zonder afstand te doen van de academische omgeving (dit geldt overigens niet voor de TU's). Als een onderzoeker uit de academie stapt, wordt deze nog weleens met de nek aangekeken vanuit de academische wereld.

Impact, outcome en output

In termen van output levert RegMed volop nieuwe kennis en vaardigheden en draagt het bij aan innovatie. Nederland behoort tot de mondiale top wat betreft kennis, maar lijkt dit vooralsnog onvoldoende te kunnen omzetten in bedrijvigheid. Actoren zijn zich er bewust van dat nieuwe activiteiten van bestaande bedrijven (bijv. via licensing) en nieuwe bedrijvigheid van belang zijn (gezien ook de aandacht voor TTO's, incubation en venturing). De betrokkenheid van het bedrijfsleven in het hele ecosysteem is echter nog relatief onderontwikkeld, hoewel RegMed XB zeker bijdraagt aan een begin van betrokkenheid. De overall impact van RegMed wordt als zeer aanzienlijk ingeschat, zowel in termen van verdienvermogen – RegMed is een groeimarkt en inmiddels al een miljardenmarkt – als in termen van welzijn. RegMed kan een oplossing bieden voor chronisch zieken (kortere opnames, versnelde revalidatie, vervanging van zware en dure therapieën) en in potentie miljarden vermeden zorgkosten per jaar opleveren. Ook kan de ziektelast uitgedrukt in Disability Adjusted Life Years (DALY's) aanzienlijk teruglopen.

Indicatoren

Op dit moment is er geen goed beeld over de precieze afbakening van het RegMed ecosysteem en is er behoefte aan een preciezer inzicht wie onderdeel uitmaken van het ecosysteem en de reikwijdte van het ecosysteem in geografische zin. Dit komt onder andere door het feit dat RegMed (of ruimer de ontwikkeling van ATMP's) nog in de kinderschoenen staat in vergelijking met bijvoorbeeld de medicijnontwikkeling. Naast de gebruikelijke indicatoren als werkgelegenheid, inzicht in publieke en private investeringen in R&D, academische excellentie uitgedrukt in publicaties en citaties, posities van kennisinstellingen in internationale rankings, aantallen spin-offs van kennisinstellingen (en eventueel bedrijven), wordt ook gewezen op meer specifieke indicatoren als het aantal medische producten op de markt met Nederlandse oorsprong en het aantal klinische studies in Nederland. Ook de genoemde specifieke indicatoren op het gebied van impact die de maatschappelijke betekenis van RegMed of ruimer ATMP's in termen van vermeden zorgkosten per jaar uitdrukken en de vermindering ziektelast (DALY's) worden genoemd als zinvolle indicatoren.

⁷⁵ In de workshop is gesuggereerd om te kijken naar de Vlaamse "Baekeland mandaten" die het contact tussen bedrijven en promovendi stimuleert, zie <https://www.vlαιο.be/nl/subsidies-financiering/baekeland-mandaten>.

Uitdagingen

RegMed is een opkomend O&I-ecosysteem en de uitdagingen zijn divers. Uiteraard wordt aangegeven dat het noodzakelijk is de investeringen in een grootschalige infrastructuur te doen en om de hele ontwikkelingsketen en dan vooral de samenwerking tussen universiteiten, regelgevers, industrie en andere relevante organisaties tot stand te brengen. Daarnaast is het van belang klinische ontwikkeltrajecten te versnellen en regeneratieve therapieën grootschalig toe te passen en bijvoorbeeld ook de vergoeding ervan te regelen. Meer specifiek zijn veelgenoemde clusters van uitdagingen de volgende:

- Het verbeteren van de transparantie (onder andere inzicht in ATMP-trials) en regie in het ecosysteem en dan met name de taakverdeling tussen academische ziekenhuizen (focus op productontwikkeling en producten die niet geschikt zijn voor een handelsvergunning op basis van hospital exemption) en industrie.
- De complexiteit en versnippering van wet- en regelgeving in Nederland rond gen- en celtherapieën en ruimer de ontwikkeling van nieuwe juridische en ethische kaders (registratie vereisten, privacy en gebruik van data, gebruik biomaterialen).⁷⁶ Daarbij wordt wel aangetekend dat niet alle wet- en regelgeving op het niveau van het RegMed ecosysteem geregeld wordt (maar juist op het niveau van ATMP's).⁷⁷
- Tekort aan talent, het gaat daarbij niet alleen om bijvoorbeeld voldoende studenten technische geneeskunde, biomedische technologie, maar ook voldoende opgeleid personeel op het gebied van quality control en quality assurance.⁷⁸
- Achterblijvende kennisbenutting en valorisatie. De excellente kennispositie van Nederland in RegMed wordt nog onvoldoende omgezet in nieuw ondernemerschap c.q. groei van bestaande ondernemingen en dus de vertaling naar een groot aantal Nederlandse producten in ontwikkeling. Dat betekent dat veel excellente kennis nog niet de patiënt en consument bereikt. Een belangrijk aspect hierbij is ook toegang tot kapitaal (vooral seed kapitaal).

Oplossingsrichtingen

Oplossingsrichtingen zijn in veel gevallen het spiegelbeeld van genoemde uitdagingen. Er wordt gewezen op de noodzaak om bestaande publiek-private samenwerkingsverbanden te consolideren en een RegMed routekaart te maken. Verder wordt gepleit voor meer aandacht aan de sociale, juridische en ethische aspecten van RegMed (bijvoorbeeld effectieve regelgeving voor klinische studies) en voor investeringen in opleidingen en talent ten behoeve van het veld RegMed. Om valorisatie te stimuleren is er een roep om bijvoorbeeld financiering van valorisatie initiatieven, gespecialiseerde TTO's en meer ruimte in de carrière van onderzoekers om ondernemerschap te combineren met een academische carrière. Als het gaat om financiering, wordt onder andere gepleit voor meer directe subsidies voor stimulering van R&D-projecten van bedrijven en bijvoorbeeld een meer gezamenlijke aanpak van ROM's. Tot slot zou het volgens verschillende betrokken spelers goed zijn om de eerder in 2016 en 2018 als onderdeel van de NWA gemaakte agenda voor RegMed te actualiseren.

⁷⁶ Ook de scheiding tussen IenW (veiligheid en milieurisico's) en VWS (volksgezondheid en medische risico's) in het geval van medische GGO-toepassingen zoals cel- en gentherapie en moderne vaccins werkt bijvoorbeeld complexiteit in de hand.

⁷⁷ Voor een indruk, zie de routekaart voor gentherapieën uitgebracht door Vereniging Innovatieve Geneesmiddelen.

⁷⁸ In dit verband is ook genoemd dat het in Nederland ontbreekt aan onafhankelijke test- en training centra voor kwalificatie en validatie van de technologie, en voor het opleiden van de volgende generatie onderzoekers.

Bijlage 11. Internationale case: Offshore wind (Noord-West-Duitsland)

Omschrijving (ontwikkeling) ecosysteem⁷⁹

De offshore windindustrie van Duitsland concentreert zich met name in Noord-Duitsland. In deze regio liggen de havens vanwaar uit de offshore windparken worden geïnstalleerd en onderhouden. Het gaat dan bijvoorbeeld om Bremerhaven of Cuxhaven. Daarbij wordt Hamburg gezien als een plaats waar (vanuit energiebedrijven) veel onderzoek plaats vindt naar offshore wind. Een recente analyse van de distributie van offshore windbedrijven over Duitsland heeft echter verrassende uitkomsten. Zo blijken er in het zuiden en westen van Duitsland ook delen van de offshore windindustrie geconcentreerd te zijn. Zo vindt in Baden-Württemberg een belangrijk deel van de R&D en engineering plaats, terwijl in Noordrijn-Westfalen componenten worden geproduceerd.⁸⁰

Ontstaansgeschiedenis

In de ontstaansgeschiedenis van de offshore windindustrie in Noord-Duitsland is er een aantrekkelijke 'storyline' waarin wordt verteld dat deze industrie is opgebouwd op de fundamenteën van de (uiteindelijk teloorgegangene) scheepsbouwindustrie in deze regio. Daarmee zou het een schoolvoorbeeld kunnen zijn van regionale industriële verandering in clusters. Fornahl et al. (2012)⁸¹ stellen echter dat dit maar ten dele het geval is; het offshore windcluster heeft zich nauwelijks ontwikkeld vanuit een recombinitie van vaardigheden en kennis uit de scheepsbouw. In deze paragraaf laten we zien hoe deze industrie zich wel heeft ontwikkeld; in de paragraaf 'Beleidsontwikkelingen' beschrijven we dat federaal en landelijk beleid hierbij een belangrijke invloed heeft gehad.

In 1993 is er een rapport gepubliceerd, op een conferentie in Husum, waarin de enorme potentie van offshore windenergie werd benadrukt.⁸² De interesse in Duitsland nam ook toe vanwege de positieve ontwikkelingen in buurland Denemarken. Laat in de jaren '90 ontwikkelt het Duits-Deense bedrijf Nordex een offshore turbine, en worden er plannen gemaakt voor het ontwikkelen van windparken. Deze fase laat zich kenmerken door veel ondernemerschap, gedreven door optimisme; beleid speelt dan nog nauwelijks een rol.

In de jaren '00 zijn er op hoofdlijnen de volgende ontwikkelingen die maken dat offshore windenergie steeds meer aandacht krijgt en het cluster zich steeds sneller ontwikkelt:

⁷⁹ Met uitzondering van de ontstaansgeschiedenis zijn veel feiten ontleend aan MVA (2019), State of Medicon Valley 2019. An analysis of Life Science in Greater Copenhagen, Medical Valley Association, 2019.

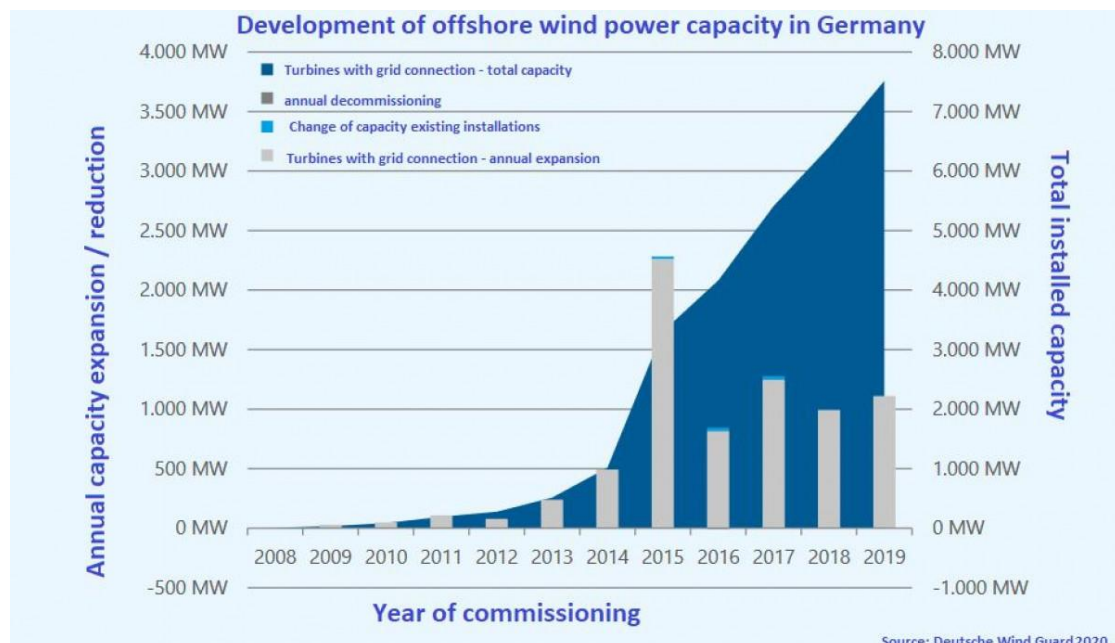
⁸⁰ Wind:research (2019) – Wertschöpfung der Offshore-Windenergie in Deutschland. Of: pes.eu.com.

⁸¹ Dirk Fornahl, Robert Hassink, Claudia Klaerding, Ivo Mossig & Heike Schröder (2012) From the Old Path of Shipbuilding onto the New Path of Offshore Wind Energy? The Case of Northern Germany, *European Planning Studies*, 20:5, 835-855

⁸² Kristin Reichardt, Simona O. Negro, Karoline S. Rogge, Marko P. Hekkert (2016). Analyzing interdependencies between policy mixes and technological innovation systems: The case of offshore wind in Germany. *Technological Forecasting & Social Change*, 106:2016, 11-21

- De ontwikkeling van het eerste Duitse demonstratiepark 'Alpha Ventus Offshore Wind Park' door een netwerk van partijen;
- Kennisontwikkeling op het gebied van o.m. turbines, windparken en bladen door partijen als Repower;
- De aanpassing van de Renewable Energy Act (EEG), waardoor netoperators offshore windenergie verplicht moesten gaan afnemen, waarbij er vaste feed-in tarieven zijn afgesproken (zie ook de paragraaf 'Beleidsontwikkelingen');
- Positieve onderzoeksrapporten over de potentie van offshore wind;
- Politieke aandacht op zowel federaal als landelijk niveau voor de ontwikkeling van een Duits offshore windenergiecluster (zie ook paragraaf Beleidsontwikkelingen). Zo heeft BMU (het Duitse ministerie voor milieu) een bijdrage van meer dan 50 mln. euro geleverd in voor het windpark Alpha Ventus.

De eerste helft van de jaren '10 laten zich kenmerken een aantal problemen, waardoor realisatie van windparken moeilijk verloopt. Financiële behoeften werden niet ingevuld vanwege de financiële crisis en TenneT had veel moeite om netwerkaansluitingen te realiseren. In de tweede helft van dit decennium vindt er een zeer snelle groei plaats van het gerealiseerd vermogen, en daarmee van het offshore windcluster als geheel (Figuur 11).



Figuur 11. Ontwikkelingen in Duitse offshore windenergie. Bron: Deutsche Windguard - Status des Offshore-Windenergieausbaus in Deutschland. Jahr 2019.

De groei van de offshore windindustrie stagneerde recent, waardoor de binnenlandse vraag afneemt.⁸³ Tussen de politieke keuze om een park neer te zetten en de daadwerkelijke

⁸³ De reden hiervoor betreft problemen met netaansluitingen. Sinds 2017 kent Duitsland de zogenaamde Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG); het doel van deze wet is de geïnstalleerde capaciteit op zee kosten-efficiënt te laten stijgen tot 15 GW. Om te zorgen dat de uitbreiding van offshore windturbines een gelijke tred kan houden met de uitbreiding van het elektriciteitsnet en het doorlopen van benodigde ruimtelijke planningsprocedures is gekozen voor een stapsgewijs, vastgelegd uitbreidingstraject van zowel windturbines als het net. Voor realisatietrajecten de tijdens invoering van de wet al liepen, is besloten tot een overgangssysteem. Deze parken zijn met de eerste twee tenders van het WindSeeG in 2017 en 2018 aanbesteed (3,1 GW in periode 2021-2026). De volgende tenders in 2021-2026

realisatie zit enkele jaren; de verwachting is dat met name kleine en middelgrote (innovatieve) bedrijven zo'n periode niet kunnen overbruggen (alhoewel orderportefeuilles nu nog vol zitten). Het urgentiebesef is het afgelopen jaar zo sterk gegroeid, dat momenteel weer nieuwe parken gepland worden, in de hoop dat de offshore windindustrie blijft bestaan in Duitsland (zoals beschreven is in voetnoot 83). Deze druk op de industrie heeft ook een positief bij-effect. Duitse spelers zijn zich sterker gaan richten op internationale afzetmarkten. Daarbij wordt overigens benadrukt dat een sterke thuismarkt relevant blijft in deze sector.

We sluiten de beschrijving van de ontstaansgeschiedenis af met twee vragen. Een *eerste* relevante vraag is waarom juist in Noord-Duitsland zich een windindustrie heeft ontwikkeld. Een van de verklaringen waarom er zich in Noord-Duitsland een offshore windindustrie heeft ontwikkeld, is dat er lokaal zware haveninfrastructuur beschikbaar was vanwege de vroegere scheepsbouwindustrie. In deze tijd zijn er grote investeringen gedaan in b.v. de Bremerhaven en de Cuxhaven om ze klaar te maken voor het bouwen en installeren van offshore windparken. Een tweede verklaring ligt in het feit dat er regionaal competenties beschikbaar waren vanuit de scheepsbouw die ook passen bij de offshore windindustrie (zoals lassen, assemblage van zware componenten of maritieme logistiek)⁸⁴. De belangrijkste verklaring is echter dat deze regio direct toegang heeft tot zee via diepe vaargeulen (die nodig voor zwaar transport), én dat de regio dicht bij potentiële windlocaties gesitueerd was. Goede logistiek is namelijk van groot belang voor de installatie en onderhoud van windparken.

Een *tweede* relevante vraag is waarom Duitse bedrijven zelf in staat bleken de volledige waardeketen te vormen rondom offshore windparken; waar kwamen deze bedrijven vandaan? Zoals hierboven beschreven is dat maar voor een klein deel te verklaren vanuit de al aanwezige competenties vanuit de scheepsindustrie, al zijn er zeker scheepsbedrijven geweest die zich zijn gaan richten op offshore om faillissementen te voorkomen. Een belangrijkere ontwikkeling hierin is echter dat bestaande bedrijven in uit olie & gas, onshore windenergie en de bredere maakindustrie (waar Duitsland om bekend staat) nieuwe activiteiten gingen opzetten in offshore windenergie, en hierin substantieel gingen investeren, ondersteund door energiebedrijven en banken. Zo diversifieerde Siemens Wind Power richting offshore windenergie, onder meer door Bonus Energy op te kopen. Daarnaast zijn er nieuwe bedrijven gestart in deze sector.

Actoren en zwaartepunten

De offshore windindustrie in Duitsland bestaat uit actoren in de gehele waardeketen (onderzoeks-, ontwikkelings-, toeleverings- en installatieketen) van offshore windparken. Er zijn ongeveer 800 **bedrijven** actief in de offshore windindustrie (tegenover 2.200 bedrijven in onshore windenergie).⁸⁵ In 2011 waren dit nog 1.000 spelers; in de industrie heeft dus een consolidatieslag plaats gevonden. Verschillende grote namen in deze industrie zijn: Siemens Gamesa (grootste marktaandeel wereldwijd in verkoop van offshore windturbines), REpower, en Nordex. Qua bedrijven laat het cluster zich kenmerken door enkele grote internationale spelers (die turbines ontwikkelen) met een groot aantal innovatieve middelgrote spelers

vinden jaarlijks via het 'Centrale Model' plaats. In totaal gaat dit over een uitbouw van 4,2 GW, dat tussen 2026-2030 op het net moet komen.

⁸⁴ Dirk Fornahl, Robert Hassink, Claudia Klaerding, Ivo Mossig & Heike Schröder (2012) From the Old Path of Shipbuilding onto the New Path of Offshore Wind Energy? The Case of Northern Germany, *European Planning Studies*, 20:5, 835-855

⁸⁵ Zie pes.eu.com.

(toeleveranciers van bijvoorbeeld tandwielen, kabels of componenten voor de aandrijflijn van turbines). Daarnaast zijn er (middel)grote spelers in de installatie en onderhoud.

Naast bedrijven zijn er ook een heel aantal **kennisspelers** actief in de offshore windindustrie. Dit zijn bijvoorbeeld het Fraunhofer Institute for Wind Energy Systems en het Center for Wind Energy Research (wat een samenwerking is van de universiteiten van Bremen, Hanover en Oldenburg). Deze spelers hebben enkele grote testfaciliteiten opgezet. Hier houden ze zich bijvoorbeeld bezig dataverzameling en modelmatige analyse op het gebied van meteorologie, hydrologie, ecologie en energiesystemen. Ook wordt veel onderzoek gedaan naar lichtere turbines, kostenaspecten van fundatie bij diepzee-installaties en geluidsoverlast.

Er zijn verschillende **belangenpartijen** cq. **clustermanagers** die de industrie vertegenwoordigen en de industrie bijeen brengen:

- WAB eV in Bremerhaven, als netwerkorganisatie voor het offshore subcluster rondom Bremerhaven.
- Erneubare Energien Hamburg (EEHH) is een belangrijk cluster rondom Hamburg.
- BWO (Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore e.V.) is de vereniging die de belangen vertegenwoordigt van de Duitse offshore wind energie sector.
- BWE (Bundesverband Windenergie eV) representeert de gehele windindustrie.
- VDMA Power Systems
- Offshore Wind Energy Foundation

Het gehele cluster kenmerkt zich door de aanwezigheid van de gehele waardeketen rondom offshore windparken. Daarbij wordt zowel op fundamenteel als praktijkgericht niveau veel kennis ontwikkeld en toegepast. In Duitsland wordt daarnaast met name kennis opgedaan op diepzee-windparken, aangezien de Duitse windparken verder uit de kust liggen dan elders op de wereld.

Economisch belang

Een recente studie laat zien dat met offshore windenergie in Duitsland circa 24.500 banen gemoeid zijn in 2018.⁸⁶ In 2012 waren er naar schatting 17.800 banen, wat laat zien dat de offshore windindustrie de afgelopen jaren stevig gegroeid is⁸⁷. Circa 40% van de banen bevinden zich in Noordrijn-Westfalen, Baden-Württemberg en Beieren, wat (nogmaals) duidelijk maakt dat het offshore wind cluster zich niet alleen concentreert in Noordoost Duitsland.

In de offshore windindustrie in Duitsland ging ruim 9 miljard euro om in 2018.⁸⁸ Voor een deel is dit belastinggeld dat via de feed-in tarieven in deze industrie terecht komt. Door kostendalingen is een beroep op dit instrument steeds minder nodig, waardoor deze industrie op zichzelf steeds winstgevender wordt. Daarnaast wordt de offshore windindustrie een steeds belangrijker exportproduct voor Duitsland, onder meer vanwege de expertise op het gebied van diepzee-installaties.

Het regionale belang van de offshore windindustrie is in Noord-Duitsland duidelijk; na de teloorgang van de scheepsindustrie is offshore één van de nieuwe economische kurken waar de regionale economie op drijft.

⁸⁶ Zie iwr.de of pes.eu.com.

⁸⁷ Zie wab.net.

⁸⁸ Wind:research (2019) – Wertschöpfung der Offshore-Windenergie in Deutschland of pes.eu.com.

Beleidsontwikkelingen ecosysteem

Zoals uit de beschrijving al blijkt, hangt de ontwikkeling van de offshore windindustrie nauw samen met de (beleids-gedreven) vraag naar offshore windparken. Dit is primair energiebeleid, waar een belangrijke rol voor de overheid is weggelegd in het licht van klimaatdoelstellingen. Een positief neveneffect hiervan is het stimuleren van de eigen economie op het gebied van offshore wind. Hiernaast is er beleid dat zich direct richt op de opbouw van de offshore windindustrie als sterk cluster in Duitsland. Beide invalshoeken zullen we beschrijven in deze paragraaf⁸⁹.

Breder energiebeleid

Rond het jaar 2000 wilde de nieuw gekozen rood-groene coalitie in Duitsland duurzame energie technologie stimuleren. Hiervoor werd de Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ingesteld, met onder meer twee belangrijke punten⁹⁰:

- Netoperators (m.n. TenneT) werden verplicht om windparken aan te sluiten op de transmissienetwerken, waarbij alle stroom verplicht moest worden afgenomen. Kosten voor deze (dure) aansluitingen komt voor rekening van de netoperator.
- Er kwamen feed-in tarieven voor de verschillende vormen van duurzame energie. Dit betekent dat er een vaste minimumprijs voor windenergie kwam voor een periode van 12 tot 20 jaar. Op deze manier kon de business case voor offshore wind energie positief worden gemaakt. Met name deze feed-in tarieven waren een belangrijk beleidsinstrument⁹¹. Verschillende keren is het gegarandeerd minimumtarief omhoog bijgesteld als bleek dat ontwikkelaars van windparken geen positieve business case konden maken. Met een herziening van de EEG is vanaf januari 2017 het vergoedingensysteem aangepast van een terugleververgoeding (feed-in-vergoedingen) naar een tenderprocedure, waarbij de overheid een vaste hoeveelheid vermogen uitschrijft en die aan de goedkoopste bieder vergeeft.

Daarnaast zijn in deze eerste periode (tot ongeveer 2010) investeringen gedaan in kennisontwikkeling in het windcluster (zie onderstaande invalshoek). Ook is er op federaal niveau een offshore wind strategie opgesteld, waarin streefwaardes zijn uitgesproken voor wat betreft het opgesteld offshore vermogen. Deze strategie is op nationaal niveau ondersteund en alhoewel deze afspraken niet bindend waren, ging er wel een aanzuigende werking vanuit.

Sinds de beslissing van Duitsland om nucleaire energie versneld af te bouwen in 2011, komt de 'Energiewende' in een stroomversnelling. Offshore windenergie wordt nu gezien als belangrijke pijler van deze transitie. Sinds 2017 kent Duitsland een wet voor windenergie op zee, de zogenaamde Windenergie-auf-See-Gesetz (WindSeeG). Voor deze energiebron is de overheid duidelijk de leidende partij; ze stelt beleidsdoelen, wijst plaatsen aan in zee waar parken gerealiseerd mogen worden én zet tenders uit om deze parken ook daadwerkelijk gerealiseerd te krijgen. Zoals zichtbaar in Figuur 11 groeide de gerealiseerde capaciteit (in Megawatt) substantieel tussen 2015 en 2019.

Echter heeft de Duitse overheid de te plannen capaciteit in 2013 naar beneden bijgesteld. Dit maakt dat de industrie al in 2017 is begonnen met het afgeven van signalen richting de

⁸⁹ We beseffen dat er overlap is tussen beide invalshoeken; we doen hier een poging om generiek energiebeleid te scheiden van vormen van specifiek clusterbeleid.

⁹⁰ Kristin Reichardt, Simona O. Negro, Karoline S. Rogge, Marko P. Hekkert (2016). Analyzing interdependencies between policy mixes and technological innovation systems: The case of offshore wind in Germany. *Technological Forecasting & Social Change*, 106:2016, 11-21

⁹¹ In recente tenders worden ook subsidielose windparken gerealiseerd.

politiek dat de Duitse offshore windindustrie vanaf 2020 zou gaan instorten als er niet snel actie werd ondernomen. Dit heeft tot een bijstelling van de doelen geleid. De verwachting is dat de Duitse vraag naar offshore windparken weer gaat toenemen. Waar er nu circa 8 GW vermogen is, wil de regering tegen 2030 20 GW vermogen hebben. Dit moet doorgroeien naar 40 GW in 2040. Voor de offshore windindustrie biedt dit planningszekerheid voor de lange termijn.

Een nieuwe ontwikkeling binnen het energiebeleid is dat offshore wind een belangrijke rol kan spelen in de nationale waterstofstrategie in Duitsland. Zo zijn de eerste gebieden al aangewezen in de Noord- en Oostzee waar Power-to-X kan worden ontwikkeld. Dit betekent voor de offshore windindustrie niet alleen een uitbreiding van vermogen van windparken, maar ook de integratie van offshore wind en waterstof. Dit laatste maakt nieuwe typen activiteiten mogelijk, en daarmee een uitbreiding van de waardeketen van de windindustrie.

Specifiek beleid voor opbouw cluster

We hebben vastgesteld dat er tot het jaar 2000 nauwelijks overheidsbeleid is geweest voor het ontwikkelen van het offshore windcluster. Vanaf dat jaar is dit veranderd. Al in 2001 startte Bremen met beleid om offshore wind te ondersteunen in de regio. Binnen dit beleid werd gericht op R&D, haveninfrastructuur en netwerkvorming.⁹² Netwerkvorming leidde in 2004 tot het oprichten van de Wind Energy Agency Bremerhaven (WAB). Deze politieke ondersteuning interesseerde allerlei partijen om hier hun offshore activiteiten te gaan ontwikkelen. Fornahl et al. (2012) stelt dat Bremen hierin succesvoller was dan bijvoorbeeld Schleswig-Holstein, omdat Bremen veel eerder politieke steun uitsprak en beleid maakte.

Federaal en landelijk werd de politieke steun voor een offshore windcluster duidelijk rond de jaren '00 op de volgende manieren:

- Alpha Ventus werd opgezet vanaf 2001. In dit demonstratiepark werkten allerlei partijen samen aan het realiseren van een windpark, waarbij verschillende technologieën werden getest. Deze testfaciliteit heeft substantiële financiële ondersteuning (50 mln. euro) gekend van BMU, het Duitse Ministerie voor Milieu. Alhoewel dit park uiteindelijk pas werd geopend in 2009, is het een belangrijke signaalfunctie gehad dat diepzee-windparken technisch en financieel gerealiseerd konden worden.
- Er kwamen publieke middelen voor investeringen in de kennisinfrastructuur rondom offshore windenergie, zoals in Alpha Ventus maar ook daarbuiten. Een belangrijk doel voor de overheid was om de kosten van offshore windenergie te kunnen drukken; dit zou namelijk direct invloed hebben op overheidskosten van de feed-in tarieven. De hoge nationale uitgaven aan onderzoek en innovatie zijn zeer belangrijk geweest voor het ontstaan van dit ecosysteem. De Duitse overheid investeert al jaren consistent in onderzoek via institutionele subsidies aan onderzoeksinstituten en via programma-subsidies. Buiten-universitaire Instituten zoals Fraunhofer, Max-Planck en Helmholtz krijgen basissubsidie voor het opzetten van kennisinfrastructuur en voor vrij onderzoek. Zo is over de periode 2012 – 2019 jaarlijks tussen de 8 en 16 miljoen euro geïnvesteerd in onderzoek naar wind op zee⁹³. Doordat de subsidies consistent gedurende langere tijd doorlopen kan er veel kennis worden opgebouwd en vastgehouden.
- Er kwamen (gedeeltelijk Europese) investeringen voor het aanpassen van de haveninfrastructuur.

⁹² Fornahl et al. (2012)

⁹³ BMWI (2020). Bundesbericht Energieforschung 2020. Zie [hier](#).

- Er werd openlijk steun uitgesproken voor offshore windenergie vanuit de verschillende overheden.
- Duitsland kent verschillende instrumenten voor regionale clustervorming. Alle Duitse deelstaten voeren eigen economisch beleid en financieren thematische clusters. Doordat de deelstaten zich richten op de belangen van de lokale economie ontstaan per definitie regionale (innovatie)clusters. Naast het beleid van de deelstaten financiert ook de nationale overheid clustervorming. Een goed voorbeeld vormen de 15 door BMBF gefinancierde Exzellenzcluster (inmiddels uitgefaseerd). Een nieuw instrument van BMBF zijn de zogenaamde “Zukunftcluster”, gericht op regionale kennisoverdracht.

De groei van de offshore windindustrie in Duitsland hangt nauw samen met de vraag op de thuismarkt én de gerichte publieke investeringen in kennisontwikkeling rondom wind op zee. Doordat er al vrij vroeg in de energietransitie (t.o.v. andere landen) interne vraag was, optimisme en enthousiasme voor offshore wind werd gedeeld en er investeringen waren in de kennisinfrastructuur, was het mogelijk dat Duitse bedrijven zich met hun activiteiten gingen richten op offshore windenergie. Hierdoor heeft zich in eigen land een sluitende waardeketen ontwikkeld. We zien daarbij dat de levensvatbaarheid van het cluster nog sterk afhangt van de binnenlandse vraag. Als deze vraag wegvalt, dan zal met name het middensegment bedrijven (toelevering) omvallen, tenzij ze in de toekomst hun producten en diensten internationaal beter weten te positioneren.

Bijlage 12. Internationale case: Medicon (Denemarken)

Omschrijving (ontwikkeling) ecosysteem⁹⁴

Medicon Valley is een van de top life sciences ecosystemen in Europa (naast bijvoorbeeld München, Zurich, Cambridge/London/Oxford en ook NL en Vlaanderen) waar farmacie, biotechnologie en medische technologie hand in hand gaan. Het ecosysteem is gelokaliseerd in Greater Copenhagen Metropolitan region. Dit is het gebied in Oost-Denemarken (in en rond Kopenhagen, inclusief de regio Zealand) en via de brug over Sont (sinds 2000) naar Skåne in Zuid-Zweden (vooral Malmö, Lund en Helsingborg), met o.a. Lund University. De regio wordt ook wel aangeduid als de Øresund regio. Van de ca. 4,3 mln. inwoners, zijn er 44.000 (2017) direct in de life science bedrijven werkzaam. Daarnaast kent de regio nog eens 14.600 life science researchers, 24.000 studenten en 6.000 PhD studenten in de life sciences. In Medicon Valley is 57% van de totale werkgelegenheid in de life science sector van Denemarken en Zweden gecombineerd werkzaam. De dominantie van Medicon Valley aan Deense zijde is vele malen groter dan in Zweden dat nog een belangrijke concentratie kent in Stockholm/Uppsala en bij Gothenburg.

Ontstaansgeschiedenis

Vanaf de jaren 80 ontstaan wereldwijd de eerste biotech en life science clusters. De centra die ontstaan worden gekenmerkt door de aanwezigheid van veel zogenaamde dedicated biotech firms (DBF's), een groot aantal life science onderzoekers, voldoende financiering voor de R&D van met name de DBF's en de aanwezigheid van Big Pharma. Deze mix is in de jaren '80 aanwezig in Zuid-Zweden en het gebied rond Kopenhagen. De eerste biotech spinoffs zijn in de jaren '80 afkomstig van de universiteit van Lund in Zweden en – wat later – van grote farmaceutische ondernemingen als Novo Nordisk in Denemarken. In de loop der tijd groeit vooral het aantal DBF's gestaag aan zowel de Zweedse als Deense kant van de Sont. De combinatie van DBF's, leidende universiteiten, professionele (contract) research organisaties, clinical research organisaties en Big Pharma is cruciaal voor ontstaan en groei van het ecosysteem. De laatste zijn voor hun vernieuwing steeds afhankelijker van de DBF's en beginnen hierin te investeren en samen projecten op te starten. Er wordt zowel lokaal als op globale schaal samengewerkt. De internationale schaal is nodig voor vooral analytische kennis (gericht op eerst begrijpen) en de zogenaamde synthetische kennis (gericht op toewerken naar een toepassing). De synthetische kennis lijkt relatief gevoeliger voor afstand.⁹⁵

⁹⁴ Met uitzondering van de ontstaansgeschiedenis zijn veel feiten ontleend aan MVA (2019), *State of Medicon Valley 2019. An analysis of Life Science in Greater Copenhagen*, Medical Valley Association, 2019.

⁹⁵ Deze alinea in sterke mate ontleend aan twee vroege studies naar kennisoverdracht in Medicon Valley te weten: Moodysson, J., L. Coenen and B. Asheim (2008), Explaining spatial patterns of innovation: analytical and synthetic modes of knowledge creation in the Medicon Valley life-science cluster, in: *Environment and planning A* 40 (5), 1040-1056 en Coenen, L., J. Moodysson and B.T. Asheim (2004), Nodes, networks and proximities: on the knowledge dynamics of the Medicon Valley biotech cluster, in: *European Planning Studies* 12 (7), 1003-1018.

Actoren en zwaartepunten

Medicon Valley is bij uitstek een ecosysteem gebouwd op sterke kennisbasis in de life sciences in de regio. Zo zijn o.a. 9 universiteiten actief in de life sciences (bijvoorbeeld diabetes, stofwisseling, neurologisch onderzoek en ook plant biotechnology aan University of Copenhagen en in Lund; DTU en Malmö University met sterktes op gebied van bioengineering en biological surfaces etc.). Er is een duidelijke link naar maatschappelijke uitdagingen op het gebied van gezondheid (preventive medicine, personalised health) en ruimer zorgtechnologie) alsook crossovers naar o.a. digitalisering en AI⁹⁶. Belangrijk zijn zeker ook het onderzoek (klinisch alsook fundamenteel) in de talrijke research hospitals. De sterkte op diabetes onderzoek is bijvoorbeeld sterk gebaseerd op onderzoek in Hvidovre en Gentofte ziekenhuizen in Kopenhagen en het Steno Diabetes Centre. Ook oncologisch onderzoek en neuroscience is wijdverspreid in Medicon Valley. De Universiteit van Lund kent bijvoorbeeld traditioneel een sterkte op het gebied van Parkinson en Alzheimer en ook University of Copenhagen heeft hierin geïnvesteerd.

Naast concentratie van life sciences research en academische ziekenhuizen spelen ook de grote ondernemingen als Novo Nordisk (insuline producent, maar ook medicijnen op gebied obesitas, bloedziekten en groeistoornissen), LEO Pharma (dermatologie, trombose), Ferring Pharmaceuticals en Lundbeck (medicijnen gericht op psychiatrische en neurologische afwijkingen) een belangrijke rol. Niet in de laatste plaats via de stichtingen (foundations) die het feitelijke bezit hebben van in elk geval de grotere ondernemingen (en daarmee een extra bescherming vormen tegen vijandige overnames) en die in de praktijk belangrijke onderzoeksfinanciers zijn. Deze zijn kapitaalkrachtiger dan de reguliere publieke onderzoeksfondsen. De financiering afkomstig van de private foundations is de afgelopen 10 jaar sterk toegenomen (en daarmee ook de sturing, universiteiten zelf geven aan steeds minder sturing te hebben op het onderzoek). Ook vervullen ze de functie van venture capitalist en opleidingsinstituut voor veel life science onderzoekers. Overigens zijn ook verschillende grote buitenlandse ondernemingen als Pfizer, Novartis, Boehringer Ingelheim, Stryker, Astra Zenica in Medicon Valley aanwezig met activiteiten. Kenmerkend voor Medicon is ook de sterke traditie van samenwerking en uitwisseling tussen academie en bedrijfsleven.

Medicon Valley kent verder een uitgebreide infrastructuur van Scienceparks die helemaal of overwegend gericht zijn op life sciences (CUBIS, DTU Science Park, Ideon, Medicon Village⁹⁷ en Medeon, Sciencepark Krinova) alsook een uitgebreide infrastructuur van incubators o.a. Symbion in Kopenhagen. In de zeven scienceparks zijn in totaal 1500 ondernemingen gevestigd. De financieringsmogelijkheden worden in de regel als goed beschouwd, juist ook door de aanwezigheid van vele grote ondernemingen en de eerdergenoemde foundations die deels fungeren als verschaffer van venture capital.

⁹⁶ Veel van het life sciences onderzoek maakt gebruik van zeer grote datasets. Maar ook op andere manieren zijn crossovers zichtbaar. LEO Pharma, een van de grote vier ondernemingen, legt zich in toenemende mate toe op biopharmaceuticals in dermatologie en huidafwijkingen en maakt bijvoorbeeld steeds meer gebruik van AI-toepassingen in combinatie met gebruik van camera's van smartphones. Binnen het life sciences ecosysteem zit als het ware ook nog weer een minicluster rond gehoorapparaten/gehoortechnologie. In 2019 is de Deense speler WIDEX gefuseerd met Sivantos onder de naam WS Audiology.

⁹⁷ Hier ligt de kern van de Zweedse bijdrage aan Medicon. Hier komt het life sciences clusters in de volledige breedte en diepte aan bod (kennisinstituten, overheid [o.a. regio Skåne] en bedrijfsleven). Medicon Village kent 150 leden met in totaal 2200 medewerkers. Universiteit van Lund met groot aantal life sciences instituten is de centrale speler.

Wetenschappelijk gezien zijn over de periode 2006-2016 Biochemistry & Molecular Biology, Endocrinology & Metabolism, Oncology en Neuroscience de gebieden waarop relatief het meest wordt gepubliceerd in Medicon Valley. CWTS heeft een analyse gedaan en daaruit blijkt dat op 15 van de 20 gebieden waarop in Medicon Valley het meeste wordt gepubliceerd ze ook bovengemiddeld geciteerd worden (op wereldschaal). Opmerkelijk is hier wel dat in vergelijking met andere ecosystemen waaronder "ecosysteem Nederland" in Medicon Valley het onderzoek minder bovengemiddeld wordt geciteerd. Cambridge/London/Oxford, maar ook Nederland als geheel, presteren hier beter. Onder andere door nieuwe investeringen aan zowel Deense als Zweedse zijde in antimicrobial resistance en personalised medicine wordt hier de sterkste ontwikkeling verwacht in termen van publicaties.

Een belangrijke asset van Medicon Valley zijn de goede registerdata en biobanks die zeer grote register-based studies toelaten. Dit is een sterkte waarin nog steeds verder wordt geïnvesteerd en die maakt dat Medicon Valley ook een heel goede locatie is voor medical trails. Hier wordt ook door de beleidsmakers (zie hieronder) actief op ingezet.⁹⁸

In een in opdracht van diverse Deense overheden en de Novo Nordisk foundation uitgevoerde vergelijking van zeven biotech ecosystemen wordt Kopenhagen vergeleken met Basel, Boston, Cambridge, Munich, Paris en Stockholm-Uppsala.⁹⁹ Boston en Cambridge scoren hier over de hele linie goed (bijvoorbeeld publicaties, aantal wetenschappelijke strongholds, spinouts [niet bekend voor Cambridge], early en later stage venture capital en ook framework conditions). Kopenhagen scoort gemiddeld, kent na Boston en Cambridge het breedste inhoudelijke profiel, kent een relatief snelle groei van het aantal FTE in red biotech ondernemingen en scoort goed in de mate waarin Big Pharma is vertegenwoordigd. Kopenhagen scoort gemiddeld wat minder op beschikbaarheid van financiering. Kopenhagen scoort relatief beter in een andere publicatie waarin 44 landen (niet regio's) worden vergeleken op zeven enabling factors voor biotechnology innovation.¹⁰⁰ Hier scoort Denemarken – op de verhouding policy inputs en biotech outputs - een tweede plaats na de VS, maar voor Singapore, Zwitserland, Zweden en Nederland.

Economisch belang

Het aantal werkzame personen groeit is in 2017 (laatste bekende jaar) met 3,4% gegroeid (t.o.v. 2016) tot 44.000. Het betreft hier werkzame personen in Medicon Valley life science bedrijven, dus zonder afgeleide werkgelegenheid en alleen het private deel.

Export aan Deense zijde groeide in 2018 met 7,7% tot 106 mrd. DKK, ruim 14 mrd euro. Export aan Zweedse kant groeide in 2018 met 10,6% tot 65 mrd DKK, bijna 9 mrd euro. Vooral in Denemarken is de export van de life science sector sterk toegenomen. In 2018 was de life science sector goed voor 15,4% van (waarde van) de Deense export, een verdubbeling ten opzichte van 2008. In Zweden bedroeg het exportaandeel van de life sciences in 2018 6,2% (een groei van weliswaar 10,6% t.o.v. 2017), maar is de gemiddelde jaarlijkse groei over de periode 2008-2018 met 2,9% gemiddeld veel lager dan in Denemarken waar dit cijfer 8,7% bedraagt. Opmerkelijk is ook dat de Deense export veel sterker op de VS gericht

⁹⁸ Op de website van MVA wordt Medicon Valley aangeprezen als "number 1 in Europe for drug pipeline and clinical trails per capita in biotech and pharma".

⁹⁹ Zie Irisgroup (2017), *A comparative analysis of seven world leading biotech clusters*. English summary, Irisgroup, Copenhagen, <https://irisgroup.dk/a-comparative-analysis-of-seven-world-leading-biotech-clusters/>

¹⁰⁰ Zie Pugatchconsilium (2019), *Building the Bioeconomy, 6th Edition*. National Biotechnology Industry Development Strategies Globally, https://www.pugatch-consilium.com/reports/BIO%202019%20report_final.pdf.

is dan de Zweedse export die relatief sterker gericht is op China en Duitsland bijvoorbeeld. Overigens is het goed te beseffen dat de export per capita in de life sciences (2018, uitgedrukt in USD) Denemarken wereldwijd op een vierde plaats staat met \$ 2895/inwoner (na Ireland, Zwitserland en België) en Zweden op een 10^e plaats met \$ 999/inwoner. Nederland staat met \$ 2303 op een 6^e plaats.

Het aantal EPO-patentaanvragen in 2018 nam verder toe in Denemarken tot 699 aanvragen (10% groei ten opzichte van 2017) en bedroeg in Zweden 373 (4% groei ten opzichte van 2017). Duidelijk is dat de life sciences in het profiel van Denemarken veel prominenter zijn dan in Zweden dat ook veel patentaanvragen kent in bijvoorbeeld digitale communicatie, telecom, transport en mechanica en andere categorieën gekoppeld aan bijvoorbeeld machinbouw.

De omzet wereldwijd in 2018 van de vier grootste ondernemingen in Medicon Valley bedroeg (afgerond) 21 miljard. In 2019 is voor 3,7 miljard aan overnames gedaan, waarbij vijf van de zes overnames een Deense of Zweedse onderneming de overnemende partij vormde.

Beleidsontwikkelingen ecosysteem

In de jaren 90 wordt Medicon Valley steeds meer ontdekt door lokale, nationale en ook Europese beleidsmakers. De voorloper van de Medical Valley Alliance (gestart als Medicon Valley Academy) is in 1997 gestart als Interreg II project. Het is inmiddels een professionele (cross-border) clusterorganisatie die spelers uit het lokale ecosysteem samenbrengt en Medicon Valley onder andere promoot samen met Copenhagen Capacity en Invest in Skåne, beide laatstgenoemde organisaties zijn gericht op het marketen van de regio en het aantrekken en behouden van internationale bedrijvigheid aan respectievelijk Deense en Zweedse kant van de Sont.¹⁰¹ Echter, de meeste beleidsaandacht voor de ontwikkeling van de life sciences is in beide landen nog te vinden op het nationale niveau. Onderstaand een aantal opvallende kenmerken van dat beleid, inclusief verschillen:

- Belangrijke verschil is dat in Denemarken (waar het zwaartepunt van Medicon Valley ligt) de meeste aandacht uitgaat – ook vanuit beleid – naar groei, internationalisering en export. In Zweden¹⁰² gaat de aandacht primair uit naar samenwerking tussen private, publieke spelers en academia en is er veel aandacht voor de verbinding met welzijn.
- Een belangrijke asset van Medicon Valley is de goede registerdata en biobanks die zeer grote register-based studies toelaten. Dit is een asset waar nog steeds verder in wordt geïnvesteerd vanuit beleid en die maken dat Medicon Valley ook een heel goede locatie is voor medical trails.
- Binnen de regio zijn twee majeure internationale wetenschappelijke infrastructuren binnengehaald op het gebied van materialenonderzoek, te weten het ESS Pan-European neutron research facility European Spallation Source (of ESS, in aanbouw en waarschijnlijk vanaf 2023 operationeel) en Synchrotron radiation facility MAX IV (opstartfase). Beide zullen naar verwachting ook van invloed zijn op het life sciences onderzoek in

¹⁰¹ Een andere organisatie gericht op stimulering van het Deense life science cluster is Biopeople, een clusterorganisatie opgericht met ondersteuning van de nationale overheid. Zij richt zich onder andere op benutting van kennis in de vorm van nieuwe bedrijvigheid.

¹⁰² Het is belangrijk te beseffen dat Zweden nog twee belangrijke life science concentraties kent, te weten in Stockholm (geconcentreerd rond het Karolinska Universiteitsziekenhuis) - Uppsala (universiteit) en de regio rond Gothenburg waar de Zweeds-Britse AstraZeneca haar R&D heeft geconcentreerd (2400 medewerkers). AstraZeneca bouwt hier – met steun van de Zweedse overheid en rond het al bestaande BioVentureHub - aan een LifeScience Hub of open innovatieomgeving voor bio- en medtech ondernemingen, de GoCo Health Innovation City, zie <https://goco.se/>.

Medicon Valley (denk aan bijvoorbeeld biochemistry, microbiology, molecular biology, biotechnology en pharmacology). Hoewel beide faciliteiten in Lund zijn gesitueerd profiteren beide landen. Zo heeft Deenemarken extra geïnvesteerd (met lokale overheden) in MAX IV en voor ESS zijn beide landen gastland. Het DataManagement en Software-Centre (DMSC) van ESS is bijvoorbeeld gehuisvest in COBIS in Kopenhagen.

- Zowel Zweden als Denemarken spannen zich in om internationale studenten en kenniswerkers, waaraan een tekort bestaat, te werven en vast te houden. In Denemarken wordt gewerkt aan het gemakkelijker aantrekken van internationale kenniswerkers en ook in Zweden wordt gewerkt aan regelingen om studenten en onderzoekers niet alleen aan te trekken, maar beter vast te kunnen houden. In zowel Zweden, maar relatief sterker nog in Denemarken, neemt het aantal internationale kenniswerkers dat een beroep doet op fiscale regelingen gericht op kenniswerkers (vgl. 30% of expat-regeling in Nederland) toe. In Denemarken is het aantal jaren dat aanspraak gemaakt kan worden op een dergelijke regeling juist verlengd van 5 naar 7 jaar. Ook het aantal internationale studenten in de life sciences neemt toe, vooral in Denemarken. In Zweden is dit aantal meer stabiel. In 2018 waren er in totaal bijna 3500 internationale studenten ingeschreven in Medicon Valley in life science programmes.
- Binnen de universiteiten wordt gemord over de geringe overheidsinvesteringen (underfunding), ontbreken van voldoende infrastructuur en de belasting van het schrijven van onderzoeksvoorstellen. De afhankelijkheid van private fondsen voor onderzoeksfinanciering wordt steeds groter
- Beide landen kennen dedicated offices voor life sciences.

Aandachtspunten in Deense beleid

Het Growth Team for Life Sciences heeft in maart 2017 aanbevelingen gedaan. Daaropvolgend heeft de Deense overheid in maart 2018 een Growth plan for life sciences gepubliceerd.¹⁰³ Er zijn zes gebieden geïdentificeerd waar de voorwaarden voor groei kunnen worden verbeterd, te weten:

- 1) Aantrekkelijk klimaat voor R&D van bedrijven (o.a. verbetering van R&D tax credit scheme, meer prioriteit voor publieke financiering van onderzoeksgebieden van belang voor life science, meer inzet op excellent onderzoek, meer mogelijkheden voor “tomorrow’s top scientists”);
- 2) Bevorderen van meer klinisch onderzoek in Denemarken. Een sterke clinical research environment wordt gezien als een topprioriteit voor de groei van life science ondernemingen en ontwikkeling van de volksgezondheid. Het groeiplan stuurt o.a. aan op een nationale organisatie voor het bevorderen van klinische experimenten in Denemarken en verlaging van de fees voor klinische experimenten geïnitieerd door commerciële partijen;¹⁰⁴
- 3) Versterking van het Deense geneesmiddelen agentschap voor de uitvoering van haar taken, nationaal, Europees en op wereldschaal. Hier worden een grote reeks van acties aangekondigd o.a. een betere afstemming met private partijen en het stimuleren van een goed regelgevend kader voor de medische hulpmiddelen industrie;
- 4) Betere toegang tot hoogwaardige arbeid met o.a. een technologiepact, uitbreiding van de verlaging belastingtarieven voor buitenlandse onderzoekers en evaluatie van toelating van buitenlandse studenten;

¹⁰³ Zie Factsheet for the Danish government’s Growth Plan for Life Sciences, note Erhvervsministeriet, 2 march 2018.

¹⁰⁴ Zie ook file:///C:/Users/denhertog/Downloads/InvestinDenmark-clinicalTrialsOpportunities2019.pdf

- 5) Meer startups en digitale transformatie. Negen maatregelen gericht op beschikbaar komen van o.a. meer venture capital voor life science starters, snellere aanpassing van wet- en regelgeving waar nodig, meer ondernemerschapsonderwijs en technology transfer vanuit universiteiten;
- 6) Gerichte impulsen voor internationalisering van de Deense life science sector door bevorderen export, aantrekken van buitenlandse directe investeringen en de oprichting van een Innovation Centre in Boston.

De nieuwe Life Science Unit van het Deense Ministry of Industry, Business and Financial Affairs is verantwoordelijk voor uitvoering van het groeiplan.

Aandachtspunten in Zweedse beleid

In Zweden is eveneens recent een Life science strategy opgesteld. Aanvankelijk een algemene en afwachtende roadmap van het Ministry of Enterprise and Innovation ("Life science road map – pathway to a national strategy". Wel is hier – net als in Denemarken – het belang aangekaart van het actief inzetten op digital health en health care data waaronder het verder faciliteren van het gebruik van nationale statistieken (registers) en biobanks voor medisch onderzoek en klinische tests. Ook wordt precision medicine nadrukkelijk genoemd als richting voor niet alleen het onderzoek, maar ook ruimer de ontwikkeling van de gezondheidszorg. De koppeling met de maatschappelijke uitdagingen wordt expliciet gelegd. Een nationale strategie is uiteindelijk opgesteld door de nationale coordinator for Life Science binnen de rijksoverheid (en zij is tevens hoofd van VINNOVA's Health Division). De in december 2019 gepubliceerde strategie¹⁰⁵ is erop gericht Zweden nadrukkelijker te positioneren en versterken als life science land. Ook hier wordt benadrukt dat het belangrijk is voor de life sciences en de gezondheidszorg in Zweden om de switch te maken naar investeren in gezondheid (o.a. door aandacht voor levensstijl gerelateerde ziekten) en geïndividualiseerde zorg en precision medicine. Uiteindelijk zijn op acht thema's initiatieven aangekondigd, te weten:

1. Beter samenwerking op het terrein van de life sciences o.a. middels versterking van de nationale coördinatie op dit punt (o.a. via een nieuw gecreëerd life science office), meer samenwerking met de regio's en een bredere samenwerking tussen de Scandinavische landen gericht op verbetering van het concurrentievermogen;¹⁰⁶
2. Beter benutten van gezondheids- en zorggegevens voor onderzoek en innovatie onder andere door betere en veiliger uitwisseling van patiëntgegevens; effectief, veilig en ethisch gebruik van registerdata en beter gebruik van biobanken;
3. Verantwoorde, veilige en ethische beleidsontwikkeling. Dit handelt vooral over introductie van nieuwe behandelmethoden en manieren van werken. Hier worden o.a. belang van werken met health technology assessments, beleidslabs en excellentie in regelgevingskwesities genoemd (o.a. in relatie tot concurrentievermogen);
4. Betere integratie van onderzoek en innovatie in de gezondheidszorg. Hier worden onder andere verbetering van mogelijkheid om klinische werk en onderzoek te combineren en verbetering van mogelijkheden voor klinische studies geïnitieerd vanuit de industrie (net als in Denemarken) genoemd. Zweden wil concurreren op basis van haar kwalitatief hoogstaande klinische studies;

¹⁰⁵ Zie <https://www.regeringen.se/informationsmaterial/2019/12/en-nationell-strategi-for-life-science/>. Alleen in het Zweeds beschikbaar

¹⁰⁶ Denemarken en Medicon Valley worden in de delen van de oorspronkelijke tekst die door ons zijn vertaald niet expliciet genoemd.

5. Welzijnstechnologie voor meer onafhankelijkheid, participatie en gezondheid. Maatregelen gericht stimuleren gebruik van welzijnstechnologie in de zorg, meer preventieve gezondheidszorg en betere samenwerking tussen toezichthouders en bedrijvigheid;
6. Versterking onderzoek en onderzoeksinfrastructuur. Hier vallen de gebruikelijke maatregelen onder om Zweeds onderzoek in de life sciences te versterken. Zo wordt o.a. aangestuurd op meer sectoroverschrijdende initiatieven (meer koppeling aan gezondheidszorg, welzijn), betere toegang tot en verbeterd gebruik van onderzoeksinfrastructuur en verbetering van "infrastructuren voor data-gestuurd onderzoek en innovatie" o.a. in verband met beheer van steeds grotere datasets;
7. Acties gericht op verbeteren vaardigheden, aantrekken van talent (o.a. voor aantrekken van internationale kenniswerkers in de life sciences) en levenslang leren;
8. Verbeteren van internationale aantrekkingskracht en concurrentievermogen van Zweden. Naast fiscale stimulering van R&D gaat het hier om exportbevordering en aantrekken van internationale investering in de life sciences, incubators van wereldklasse en continue monitoring hoe de Zweedse life sciences nationaal en internationaal presteren.

Opmerkelijk is tot slot dat er (tot dusver) nog geen specifieke financiering beschikbaar is voor samenwerking en kennisuitwisseling tussen instituten in de Øresund regio (tussen Deense en Zweedse instituten). Dit is iets waar verschillende partijen wel op aandringen. Niet alleen zouden meer experimenten samen uitgevoerd kunnen worden, maar bijvoorbeeld ook dure infrastructuur gedeeld kunnen worden. Aan beide kanten van de Sont is recent opgemerkt dat de Zweeds Deense samenwerking in de life sciences geïntensiveerd zou moeten worden en wordt gepleit voor meer samenwerking onder andere middels een "challenge-driven, multidisciplinary and cross-sectoral approach to research and innovation" die bij zou moeten dragen aan een sterker internationaal profiel voor beide landen op het gebied van de life sciences.¹⁰⁷ Het wordt opvallend genoemd dat beide nationale overheden tot dusver hier nauwelijks oog voor lijken te hebben.¹⁰⁸

¹⁰⁷ Zie https://www.lifesciencesweden.se/article/view/703271/kronika_collaboration_across_borders?ref=rss en ook <http://mva.org/culture-and-strategy-should-dine-together-column-by-mva-chairman-of-the-board-of-directors-soren-bregenholt-in-greater-copenhagen-life-science-yearbook-2020/>

¹⁰⁸ Wel is er een terugkerende conferentie/netwerkevenement dat gericht is op Zweeds-Deense life sciences samenwerking, zie bijvoorbeeld: <http://swedishdanishlifescience.se/arrangement/index.xhtml>

Bijlage 13. Internationale case: AI Supercluster Montreal (Canada)

Omschrijving (ontwikkeling) ecosysteem

Canada heeft een reputatie hoog te houden op AI-gebied. Canada heeft sinds de jaren'80 systematisch geïnvesteerd in onderzoek op het gebied van AI en kent diverse concentraties van AI-research, maar ook van bedrijvigheid. Canada wordt gerekend tot de Top-5 landen op AI-gebied samen met landen als de VS, Japan en het VK. In totaal zijn er 60 AI research labs (tientallen chairs in AI, deels door een bewuste strategie van terughalen van Canadees en werven van internationaal AI-talent), meer dan 40 accelerators en incubators en meer dan 650 AI startups.¹⁰⁹ De belangrijkste concentraties zijn:

- **Edmonton.** Bekend van o.a. de University of Alberta, het Alberta Machine Intelligence Institute (Amii), vele internationale tech en andere bedrijven en organisaties en een lokale overheid die ook aanzienlijke investeert in het trainen van werknemers in AI en creëren van nieuwe AI-ondernemingen;
- **Toronto.** Toronto wordt vooral geassocieerd met deep learning en machine learning en is bekend om het AI-onderzoek aan de Universiteit van Toronto¹¹⁰, het bekende Vector Institute dat in 2017 al \$ 135 mln. verwierf, en in bredere zin als toonaangevend innovatie ecosysteem vol talent, startups en publiek-private samenwerkingen rondom AI en tech;
- **Montreal.** Deze stad kent wereldwijd de hoogste concentratie AI-onderzoekers. Naast McGill University en Université de Montreal is vooral ook het met publieke en private (van onder andere Google en Microsoft) middelen gefinancierde Mila (Montreal Institute for Learning Algorithms) een belangrijk AI-research bolwerk. Montreal kent 120 AI startups en tenslotte ook Scale AI. Dit is de organisatie die feitelijk het AI superclusterprogramma (gefinancierd door federale en provinciale overheid) uitvoert en er specifiek op is gericht AI te integreren in supply chains in Montreal en feitelijk heel Canada. Onderstaand zullen we dieper ingaan op de activiteiten van Scale AI.

Canada was in 2017 het eerste land met een nationale AI-strategie en heeft ook haar voorzitterschap van de G8 in 2018 benut om te komen tot een gezamenlijke benadering voor AI (a shared approach to AI that is market-driven, inclusive, human-centric, rights-respecting, and multi-stakeholder).¹¹¹ Daarnaast heeft Canada een traditie in het stimuleren van publiek-private samenwerking op gebied van onderzoek en innovatie. In de begroting heeft Canada aangekondigd te investeren in vijf zogenaamde superclusters met een sterke kennis & innovatiecomponent, waaronder het zogenaamde SCALE.AI Supercluster (in Quebec/Montreal).¹¹² De ambitie daarvan is "to make Canada a world leading exporter by

¹⁰⁹ Zie Cutean A. et al. (July, 2020), *Betting on Red and White. International investment in Canadian AI*. Information and Communications Technology Council, Ottawa, p. 13.

¹¹⁰ Hier is ook de "Godfather of deep learning", Geoffrey Hinton als professor aan verbonden.

¹¹¹ Zie o.a. "Innovation Ministers' Statement on AI" (<http://www.g8.utoronto.ca/employment/2018-labour-annex-b-en.html>) en "Charlevoix Commitment to a Common Vision for the Future of Artificial Intelligence" (<http://www.g7.utoronto.ca/summit/2018charlevoix/ai-commitment.html>)

¹¹² <https://www.scaleai.ca/>. De andere vier geselecteerde superclusters zijn het Ocean Supercluster (aan de Atlantische kust van Canada gericht op verbeteren concurrentiekracht van ocean-based

building intelligent supply chains through artificial intelligence and robotics". Daarbij moet een aantal kanttekeningen worden geplaatst. Van de drie AI-zwaartepunten heeft Montreal de naam heeft het meest theoretisch te zijn en daarom wellicht juist meer afhankelijk te zijn van overheidssteun. De overige twee AI centra in Toronto en Edmonton hebben een meer commercieel karakter en zijn bovendien al het centrum van respectievelijk de superclusters "Next Generation Manufacturing" en "Protein".

Hoewel alle vijf de supercluster zijn s een regionale verankering kennen zijn ze deels nationaal werkzaam. In deze case study nemen we zowel de AI-strategie als de supercluster benadering in ogenschouw. Canada is een ontwikkelde kenniseconomie met een uitgebreide en gevarieerde policy mix op het terrein van wetenschap, technologie en innovatie en die context kan niet in detail worden meegenomen. Extra complexiteit is ook nog dat provinciale en lokale niveau bij stimulering wetenschap, innovatie en ondernemerschap een belangrijke rol speelt, zowel via de band van stimulering van AI als technologie en onderzoeksdomein en via de band van stimulering van regionale en lokale ecosystemen. Een laatste complicerende factor is kenmerkend voor AI, aangezien AI kan worden toegepast op en impact heeft of zal hebben op nagenoeg alle economische sectoren en maatschappelijke domeinen.

Beleidsontwikkelingen ecosysteem

In 2015 is Canada tot de conclusie gekomen dat het bestaande innovatiebeleid niet meer voldeed. Ondernemingen zouden 'skills gaps' ervaren, het bleek toen moeilijk internationaal talent aan te trekken¹¹³, het ontbrak jongeren aan programmeervaardigheden en (andere) digitale vaardigheden, de gender gap bleef bestaan, investeringen in R&D namen af, er waren relatief weinig Canadese bedrijven die op internationale schaal opereerden en ondernemingen hadden moeite hun weg te vinden in het overheidsinstrumentarium gericht op innovatieondersteuning. In een sterk interactief proces is een nieuwe structuur voor een ambities innovatiebeleid uitgedacht (langs het gehele innovatie continuüm). Opmerkelijk is de sterke link met de hele skills agenda, de aandacht marktontwikkeling en de vereenvoudiging van innovatieondersteuning. Kenmerkend is ook de nadruk op partnerships¹¹⁴, samenwerking en ontwikkeling van innovatie ecosystemen. Het gehele instrumentarium kent uiteindelijk vier pijlers: 1) People and Skills; 2) Building Ecosystems: Science, Technology and Superclusters; 3) Investment, Scale-up and Growing Companies, en; Program Simplification and Reorganization. Een weergave van de vier pijlers, bijbehorende uitdagingen en oplossingen/instrumenten gekoppeld aan het innovation continuüm en de overall doelstellingen is opgenomen in Figuur 12. Zichtbaar is dat dat de pan-Canadian AI strategy en de Innovation Superclusters Initiative onderdeel uitmaken van respectievelijk de eerste en tweede pijler. Beide deelprogramma's lichten we hier kort toe.

industries zoals visserij, olie & gas en clean energy; Advanced Manufacturing Supercluster (in Ontario [region in en rond Toronto] gericht op verbinden technologische vernieuwing en de maak industrie, vergelijk met een Manufacturing 4.0 in de EU), het Protein Industries Supercluster (in de Prairies en erop gericht om van Canada een belangrijke bron voor plantaardige eiwitten te maken), het Digital Technology Supercluster (in British Columbia waar big data en digitale technologieën gekoppeld worden aan sectoren als gezondheidszorg, bosbouw en de maakindustrie).

¹¹³ Inmiddels hebben de strengere immigratiewetten in de VS ervoor gezorgd dat Canada steeds aantrekkelijker/toegankelijker wordt voor talent. Ook de kwaliteit van leven in Canadese steden wordt als hoog aangeschreven, een factor die het ook gemakkelijker maakt om internationaal talent aan te trekken en nationaal talent te behouden.

¹¹⁴ Deze benadering past goed bij de manier waarop in Canada wordt samengewerkt en lijkt qua structuur sterk op het samen optrekken van overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen zoals dat in Nederland ook vrij gebruikelijk is.

*De Pan-Canadian AI Strategy*¹¹⁵

Canada heeft al vanaf de jaren'80 geïnvesteerd in de wetenschapsgebieden die van belang zijn voor de huidige AI-revolutie en beschikt over zeer goede opleidingen, top-wetenschappers en ook veel AI-bedrijvigheid (waarvan er slecht een klein aantal ook daadwerkelijk doorgroeien). Samen met de drie leidende nationale AI-instituten (AmII in Edmonton, Vector Institute in Toronto en Mila in Montreal) coördineert het Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR) de Canadese AI strategie die in 2017 is gelanceerd (daarnaast werkt het samen met tal universiteiten, ziekenhuizen en andere organisaties samen). De belangrijkste doelstellingen daarvan zijn:

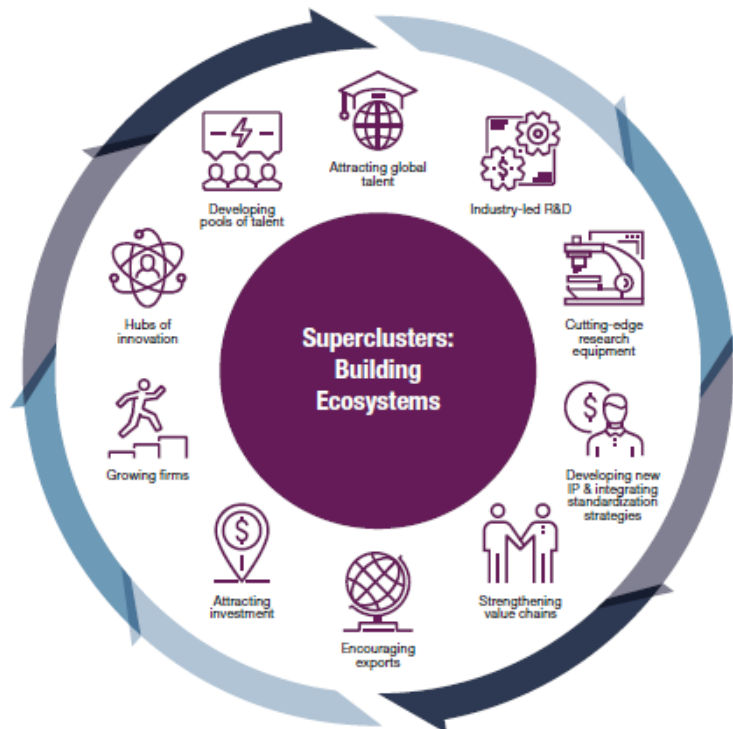
1. To increase the number of outstanding artificial intelligence researchers and skilled graduates in Canada.
2. To establish interconnected nodes of scientific excellence in Canada's three major centres for artificial intelligence in Edmonton, Montréal and Toronto.
3. To develop global thought leadership on the economic, ethical, policy and legal implications of advances in artificial intelligence; and,
4. To support a national research community on artificial intelligence.

De uitvoering van de nationale AI-strategie wordt niet alleen betaald door de nationale overheid, maar ook ondersteund door Facebook en de RBC foundation. Het werk van CIFAR heeft er onder andere aan bijgedragen dat er in Canada veel leerstoelen zijn op het gebied van AI. In december 2018 werden bijvoorbeeld 29 CIFAR AI aangekondigd, juist ook om toptalent te binden of aan te trekken voor de drie nationale AI-instituten. Voor dit CIFAR AI Chairs Program is voor een periode van 5 jaar \$86.5 mln. uitgetrokken [check Canadese dollars!]. De leerstoelen koppelen AI aan allerhande sectoren en domeinen zoals gezondheidszorg, transport, klimaat etc.

CIFAR voert daarnaast een nationaal programma met diverse activiteiten uit zoals workshops, trainingsprogramma's, conferenties en andere activiteiten die er uiteindelijk op gericht zijn om op nationaal niveau samenwerking op het terrein van AI te stimuleren, aantal AI-afgestudeerden te bevorderen en onderzoek en innovatie op terrein van AI te stimuleren. Tot slot runt CIFAR ook het AI & Society Program om met zeer uiteenlopende stakeholder de implicaties van (en voorwaarden voor) toepassing van AI bespreken bijvoorbeeld als het gaat om wet- en regelgeving en ethische vraagstukken rond AI.

¹¹⁵ Grotendeels ontleend aan Innovation, Science and Economic Development Canada, Building a nation of innovators, 2019, p. 34, zie ook voor details <https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy>

Innovation Supercluster Initiative (ISI)



Een centrale component in de nieuwe innovatiestrategie is ISI, juist ook omdat in deze Superclusters naar eigen zeggen de diverse programma's en instrumenten van de overall strategie samenkomen (zie ondergaande figuur, ontleend aan de overall innovatiestrategie, p. 45). We geven onderstaand weer hoe de Canadese overheid zelf het ISI introduceert:

"The Government is bridging the gaps from science to commercialization, to investment and scale-up through the Innovation Superclusters Initiative. By creating new innovation ecosystems, superclusters support every pillar of the Innovation and Skills Plan—advancing skills development, fundamental and applied research, commercialization, investment, growth, and exporting. Fostering partnerships between academics, post-secondary institutions, investors, innovation intermediaries, and businesses creates new opportunities and growth across the innovation continuum and the economy. Stronger partnerships between businesses and post-secondary education institutions help equip graduates with the necessary skills for in-demand jobs and provide firms with the talent they need to be successful. These partnerships facilitate technology transfer and the application of new ideas in the marketplace. Building the right kind of partnerships across supply chains can lead to new efficiencies and mutual economic benefits for both large and small firms. A vibrant innovation ecosystem supports clusters of high-growth companies sharing best practices and establishing demand for goods and services that are more technologically sophisticated." ... "The Innovation and Skills Plan takes a new approach to strengthening Canada's most promising clusters and accelerating economic growth in highly innovative advanced industries through the Innovation Superclusters Initiative. Superclusters are innovation hotbeds that bridge science and investment, energize economies, drive growth, and create thousands of middle-class jobs. With close geographic connections and a high degree of connection within their local innovation ecosystems, superclusters bring together businesses of all sizes, academics, post-secondary and other research institutes, sources of finance, and other innovation assets. Overall, superclusters encourage industry-driven R&D activities, provide access to cutting-edge research equipment, develop pools of highly skilled talent, attract international

corporate investments, and create hubs of global competitive advantage for advanced industries. The Superclusters Initiative aims to accelerate the growth and development of large-scale business-led innovation superclusters, translating the strengths of Canada's innovation ecosystems into new commercial and global opportunities for growth and competitiveness. The private sector is matching dollar for dollar the Government's investment of up to \$950 million." (pp. 43-44).

De uiteindelijke 5 Superclusters zijn geselecteerd in een twee-staps proces.¹¹⁶ In een eerste stap zijn 50 aanvragen ingediend. Hiervan zijn er na een review 9 gevraagd om een volledig voorstel in te dienen en hiervan zijn er uiteindelijk vijf geselecteerd. Superclusters worden daarbij gedefinieerd als "Superclusters are dense areas of business activity where many of the middle-class jobs of today and tomorrow are created. They attract large and small companies that collaborate with universities, colleges and not-for-profit organizations to turn ideas into solutions that can be brought to market." In totaal zijn bij de clusters (in het toekenningsstadium) 450 ondernemingen, 60 onderwijs- en kennisinstellingen en 180 andere deelnemers uit diverse sectoren betrokken.¹¹⁷ De consortia moesten aangevoerd worden door het bedrijfsleven en in het strategisch plan moest zichtbaar worden hoe gewerkt wordt aan een gedeeld concurrentievoordeel dat onderzoek, investeringen en talent aantrekt, waarin de bedrijfsinvesteringen in R&D aantoonbaar toenemen, nieuwe ondernemingen doet ontstaan en bijdraagt aan creatie van producten, processen en diensten met een hoge toegevoegde waarde (en uitzicht op leidende posities in internationale markten) en tenslotte ook voldoende kritische massa hebben en de samenwerking tussen de deelnemers versterkt. Belangrijk is ook dat naast de overheid ook het bedrijfsleven de investeringen van de overheid tenminste matched.¹¹⁸ In een gedetailleerde programma guide zijn onder andere doelen en verwachte opbrengsten, doelgroep, toegestane activiteiten en kostencategorieën, eisen aan de matching, selectieprocedure en criteria en aanvraagprocedure. Ook is hier aangegeven aan welke eisen de programma administratie moet voldoen en hoe bijvoorbeeld dient te worden omgegaan met intellectueel eigendom, met stapeling van verschillende overheidsinstrumenten, op te leveren KPI's en rapportages en wijze waarop de monitoring is vormgegeven.

Er zijn ook kritische geluiden te horen op ISI. Zo wordt geconstateerd dat het hele initiatief relatief traag uit de startblokken komt. ISE is in 2016 aangekondigd, in 2017 ontwikkeld en in februari 2018 zijn de vijf Superclusters vastgesteld en pas in de periode hierop komen geleidelijk de daadwerkelijke investeringen in projecten in de clusters los en geconstateerd is dat het nog een opgave zal zijn eind 2022 de middelen uitgeput te hebben.¹¹⁹ Tegelijkertijd is er ook commentaar op het feit dat in vergelijking met buitenlandse ondersteuning van clusters en ecosystemen de inspanningen te veel geografisch verspreid zijn en onvoldoende groot van omvang. Specifiek ten aanzien van het AI Supercluster is opgemerkt dat Montreal weliswaar een van de drie AI-centra is van Canada, maar vooral bekend staat om het meer theoretische onderzoek en Toronto in termen van AI bedrijvigheid verder ontwikkeld is.

¹¹⁶ Voor details inclusief de tools die aanvragers konden gebruiken zie <http://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/eng/00016.html>. Voor details samenstelling expert review commissie, zie <http://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/eng/00014.html>

¹¹⁷ Zie https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2018/02/government_of_canadasnewinnovationprogramexpectedtocreatetensoft.html

¹¹⁸ Zie <http://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/eng/home>

¹¹⁹ Zie bijvoorbeeld <https://ipolitics.ca/2020/02/14/fraction-of-funding-for-federal-superclusters-plan-spent-to-date/>

AI powered Supply Chains Supercluster

In dit Supercluster geconcentreerd in Quebec komen AI en retail, maakindustrie, transport-sector, infrastructuur en ICT-sectoren samen om intelligente supply chains te bouwen door de toepassing van AI en Robotics. De ambitie is om binnen 10 jaar, op basis van een investering van overheidswege van maximaal \$230 mln., binnen 10 jaar 16000 banen te creëren en een bijdrage aan de groei van het bbp van \$ 16,5 mrd. te realiseren. Bij de oorspronkelijke aanvraag waren 110 deelnemende organisaties betrokken. Typische activiteiten zijn:

- “Technology leadership. Undertaking activities to develop next-generation AI-powered supply chain platforms and integrate cutting-edge technologies such as robotics;
- Partnerships for scale. Establishing a match-making system for industry players to solicit new solutions from start-ups and SMEs;
- Diverse and skilled talent pools. Undertaking activities to establish a baseline for diversity in the industry, build AI and supply chain literacy and increase academic programs for high-demand skill sets;
- Access to innovation. Undertaking activities for secure data exchange and maximizing the cross-compatibility of technologies and innovations;
- Global advantage. Undertaking activities to connect to international standards forums and embed Canadian intellectual property, platforms and approaches into new standards.”¹²⁰

Scale AI¹²¹ is de entiteit die dit specifieke Supercluster vormgeeft. Het omschrijft zichzelf als “A consortium of private entities, research centres, academia and high-potential startups, Scale AI is the central pillar of Canada’s AI ecosystem. As Canada’s AI supercluster, we identify cross-sector collaborative projects and provide funding and expert guidance to help Canada stay ahead of the AI curve.” Er zijn drie lijnen waarlangs activiteiten worden ontplooid. In de eerste plaats financiering van industry-led projecten gericht op adoptie en commercialisering van AI voor toeleveringsketens. In het eerste jaar zijn 20 projecten waarin collectief) \$ 120 mln. is/wordt geïnvesteerd.¹²² De tweede lijn betreft financiering van trainingstrajecten van werknemers “to help develop artificial and digital intelligence skills”. Individuele professionals kunnen 25% van de kosten van scholing en training bij geaccrediteerde trainingen en opleidingen vergoed krijgen. Ondernemingen kunnen maximaal 50% subsidie krijgen op de eerste \$100.000 die zij investeringen in customized AI-training voor hun teams. De derde lijn van activiteiten is gericht op ondernemerschap en meer specifiek het bevorderen van AI-startups en groei hiervan. Activiteiten zijn gericht op financiering van incubator en acceleration programma’s (en andere open-innovatie initiatieven) die op alle mogelijke manieren de creatie en groei van AI startups versnellen.

In de eerder aangehaalde studie Betting on Red and White is specifiek gekeken naar de internationale aantrekkingskracht van Canada op AI-gebied en vat goed de huidige positie van Canada op AI-gebied samen. Als sterktes worden onder andere genoemd de sterke hoger onderwijsinstellingen die veel AI-talent voortbrengen en de goed ontwikkelde onderzoekscapaciteit op AI-gebied. Ook het goed ontwikkelde support netwerk wordt genoemd variërend van onderzoeksinstituten, stichtingen, incubators en de beschikbaarheid

¹²⁰ Zie <https://www.ic.gc.ca/eic/site/093.nsf/eng/00009.html>.

¹²¹ De hier gepresenteerde informatie is ontleend aan <https://www.scaleai.ca/>.

¹²² In Juli 2020 zijn opnieuw 5 projecten gefinancierd ter waarde van \$ 29 mln., waarvan \$ 9 mln. afkomstig is van Scale AI. Zie <https://www.scaleai.ca/investments-of-29-million-scale-ai-advances-the-transition-to-ai-with-five-new-projects/>.

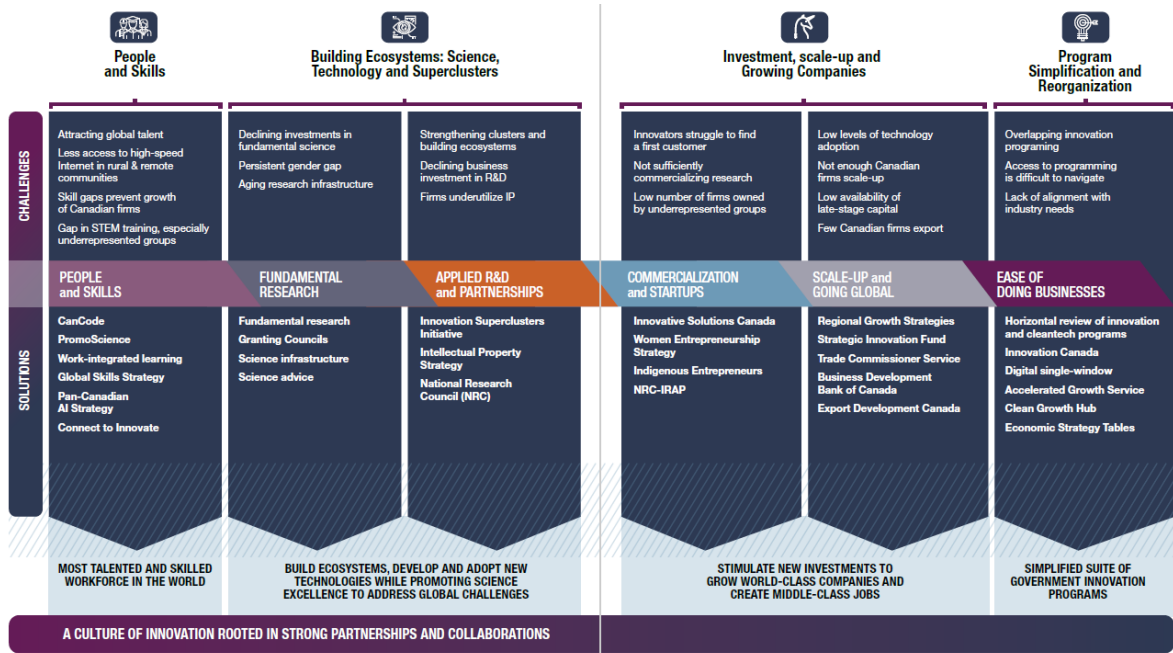
van venture capital en het Scale AI supercluster. Als zwakte worden aangemerkt de geringe grootte van het AI-ecosysteem en het ontbreken van Canadese grote tech-ondernemingen en ook unicorns (CGI is het grootste Canadese techbedrijf). Ook blijkt dat doorgroeien van startups moeizaam verloopt en dit wordt geassocieerd met de moeite die het kost privaat kapitaal aan te trekken en de gefragmenteerde ondersteuning vanuit de (diverse) overheden. Verder is Canada weliswaar relatief succesvol in het aantrekken van buitenlands talent – onder andere door een recente versoepeling van het immigratiebeleid – maar heeft het volgens het genoemde rapport tegelijkertijd moeite eigen AI-talent vast te houden.¹²³ Hoge lonen in relatief nabijgelegen ecosystemen als Silicon Valley maken dat van de STEM-afgestudeerden ongeveer een kwart en in computer sciences een nog hoger percentage buiten Canada aan de slag gaat. Een andere zwakte is dat Canada vooral op het gebied van wet- en regelgeving rond dataverzameling en gebruik van AI traag is en/of onduidelijk en dit wordt gezien als een bedreiging voor de ontwikkeling en toepassing van AI in Canada. Als kansen worden vooral aangemerkt het feit dat Canada zich steeds meer als global AI-research hub wordt gezien, de aantrekkingskracht op AI-professionals en academici, de vele en gevarieerde AI-opleidingsprogramma's en de kans een positie te verwerven op het gebied van Ethical AI (vooral door het bovengenoemde werk van CIFAR, dat ook de nationale AI-strategie vormgeeft). De belangrijkste bedreiging zijn vooral de zeer snel gestegen huisprijzen in de grote steden in Canada.¹²⁴

Deloitte Canada heeft een lezenswaardige AI imperative reeks van 5 rapporten gepubliceerd over hoe Canada – burgers, bedrijven en overheid – aankijkt tegen AI en AI beter kan worden benut (zie <https://www2.deloitte.com/ca/en/pages/deloitte-analytics/articles/canadas-ai-imperative.html>). Een van de 5 rapporten gaat specifiek in op wat vanuit beleidsperspectief aandacht behoeft (hoewel ook bedrijfsleven daarbij een rol te spelen heeft). Deloitte doet op drie gebieden concrete suggesties, te weten: 1) gebruik van data door bedrijven en regulatory certainty daaromtrent (IP wetgeving aanpassen aan bv. machine learning, open data, aanpassing van privacy wetgeving en consumentenrecht) en het gebruik van data trusts of kluizen; 2) het voorbereiden van Canadezen op gebruik van AI (AI literacy verbeteren, beroepsbevolking toerusten om AI te gebruiken, maar ook elders in de economie aan de slag te kunnen als hun werkzaamheden worden geautomatiseerd en daartoe ook het social safety aanpassen, en; 3) het vergroten van vertrouwen in AI door aandacht te besteden aan zaken als uitlegbaarheid (van besluitvorming met behulp van AI), standaarden voor inzet van AI in besluitvorming door de overheid, tegengaan van biases in machine learning en modernisering van privacy wetgeving (waarbij gekeken wordt naar GPRS in de EU).

Bovenstaande illustreert dat het opstoten van het AI Supercluster in Canada – vooral gericht op het daadwerkelijk toepassen en opschalen – onderdeel is van een veel complexer geheel van innovatiestimulering en beleidsmix gericht op stimulering van AI. Canada is zeker niet slecht voorgesorteerd en een aantal beleidsinitiatieven kan een bron van inspiratie zijn voor de Nederland, maar er blijft nog steeds een aantal zaken die verbetering behoeft.

¹²³ Overigens is deze trend aan het omkeren en lijkt Canada steeds beter in staat talent aan te trekken.

¹²⁴ Zie Cutean A. et al. (July, 2020), *Betting on Red and White. International investment in Canadian AI*. Information and Communications Technology Council, Ottawa, p. 56-63.



Figuur 12: Vier pijlers innovatiebeleid Canada (Innovation, Science and Economic Development Canada, Building a nation of innovators, 2019, p. 22-23)



Contact:

Dialogic innovatie & interactie
Hooghiemstraplein 33-36
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
www.dialogic.nl

