

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2023 R11020

Onderzoeks- en innovatie ecosystemen in Europees verband

Datum	7 juli 2023
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Ron van Maurik David Otto Finn Speijer

Aantal pagina's	49 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	2

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2023 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding en achtergrond	3
2	Theoretisch kader	4
2.1	Ordering van ecosystemen	4
2.2	Verbondenheid van ecosystemen	7
3	Methodologie	9
3.1	Methodologische aanpak kennisvraag 1	9
3.2	Methodologische aanpak kennisvraag 2	10
3.3	Methodologische aanpak kennisvraag 3	13
4	Inhoudelijke bevindingen Kennisvraag 1.....	15
4.1	Typologie van ecosystemen	15
4.2	Toedeling van Nederlandse en Europese ecosystemen aan categorieën van de typologie	15
4.3	Conclusie over de bruikbaarheid van de typologie.....	18
5	Inhoudelijke bevindingen Kennisvraag 2.....	20
5.1	Aantal en omvang Horizon 2020 projecten	20
5.2	Europese samenwerking in Horizon2020 projecten.....	22
5.3	Factoren die bijdragen aan verbondenheid	25
6	Inhoudelijke bevindingen Kennisvraag 3.....	28
6.1	Nederland als leider in O&I samenwerkingsprojecten.....	28
6.2	In welke ecosystemen liggen kansen voor Nederland om deze rol uit te breiden?	30
7	Bevindingen en conclusies	31
7.1	Typologie van O&I ecosystemen	31
7.2	Verbondenheid van Nederlandse O&I ecosystemen met Europese O&I ecosystemen.....	33
7.3	De rol van Nederland in Europese O&I ecosystemen.....	34
7.4	Spiegeling van O&I ecosystemen aan Sleuteltechnologieën	35
8	Methodologie bijlage	37
8.1	Selectie van O&I ecosystemen.....	37
8.2	Prioriteiten in het Europese innovatie- en industriebeleid, inclusief indeling naar type ecosysteem.....	38
8.3	Koppeling Dialogic O&I ecosystemen aan CORDIS labels.....	42
8.4	Overzicht geïnterviewde vertegenwoordigers van O&I ecosystemen	46
8.5	Spiegeling O&I Ecosystemen – Herijkte Sleuteltechnologieën	47
9	Literatuur	48

1 Inleiding en achtergrond

Met de kabinetsstrategie 'Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen', het missie-gedreven Topsectoren en innovatiebeleid en het Nationaal Groeifonds zet Nederland in op het creëren van nieuwe kennis, vaardigheden en innovaties om maatschappelijke uitdagingen op te pakken en het verdienvermogen duurzaam te versterken.

Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen houden niet op bij de landsgrenzen. Onderzoek en innovatie vindt vaak plaats in internationale samenwerking, waardeketens zijn sterk internationaal georiënteerd (global value chains) en een actief ecosystemen- of innovatiebeleid in het buitenland kan van invloed zijn op de concurrentiepositie van Nederland. In dit verband zijn ook geopolitieke ontwikkelingen met overwegingen rond open strategische autonomie en technologie soevereiniteit van belang (denk bijvoorbeeld aan regulering op sensitieve technologie). Deze zaken zorgen voor een veranderende context rond Nederlandse onderzoeks- en innovatie-ecosystemen.

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat wenst tegen deze achtergrond meer overzicht en inzicht in de samenhang tussen Nederlandse en Europese onderzoeks- en innovatie-ecosystemen en de factoren die hierin een rol spelen. In dit onderzoek naar de verbondenheid tussen Nederlandse en Europese onderzoeks- en innovatie-ecosystemen staan drie kennisvragen centraal:

1. Wat voor typologie kan gebruikt worden voor het in kaart brengen van de Nederlandse en Europese ecosystemen?
2. Hoe en in hoeverre zijn de geselecteerde Nederlandse O&I ecosystemen verbonden met de Europese O&I ecosystemen? En wat zijn de belangrijkste factoren voor deze verbondenheid?
3. Wat is de rol van Nederland in Europese O&I ecosystemen ten opzichte van andere lidstaten? En in welke ecosystemen liggen goede kansen om deze rol uit te breiden, en wat zijn deze kansen?

2 Theoretisch kader

2.1 Ordening van ecosystemen

In de literatuur over 'ecosystemen' is geen eenduidige definitie van dit begrip te vinden. Sterker, het aantal definities lijkt geleidelijk mee te groeien met het aantal publicaties over dit onderwerp. In dit rapport trachten we te komen tot een ordening van de verschillende concepten en verschijningsvormen van 'ecosystemen'.

Hiertoe hebben we gekeken naar de literatuur over (regionale) clusters, waardeketens, innovatiesystemen en ecosystemen. Een startpunt voor het literatuuronderzoek vormt het onderzoek van Dialogic (2020), waarin in voorbereiding op de Kabinetsstrategie 'Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen' vijf relevante, deels overlappende, hoofdstromingen uit de literatuur op een rij zijn gezet. Deze stromingen zijn:

- clusters (met de nadruk op regio's en waardeketens);
- innovatiesystemen (nationaal, regionaal en sectoraal);
- kennisecosystemen (met de nadruk op onderzoek en onderwijs);
- entrepreneurial ecosystems (ondernemersecosystemen); en
- technologisch- en missie-gedreven innovatiesystemen.

De Europese Commissie legt in haar Europese industrie strategie nadruk op weer een ander type ecosysteem: industriële ecosystemen. Dit concept vertoont grote gelijkenissen met de clusters en waardeketens in de door Dialogic (2020) benoemde vijf hoofdstromingen in de literatuur.

Op basis van de hierboven genoemde hoofdstromingen in de literatuur kan nader onderscheid gemaakt worden in verschillende type ecosystemen, gebaseerd op zwaartepunten in de inhoudelijke activiteiten binnen het ecosysteem. Hieronder lichten wij die verschillende ecosysteemconcepten kort toe.

2.1.1 *Ondernemersecosystemen*

Stam en van de Ven (2018) beschrijven een ondernemersecosystemen als een set van onderling verbonden actoren en factoren die bijdragen aan een productieve omgeving waarin innovatieve ondernemers, op een afgebakende geografische schaal, succesvol (nieuwe) activiteiten kunnen ontplooiën. Deze geografische schaal komt veelal overeen met NUTS-2 regio's of een 'daily urban system', waarbinnen forensen van huis naar werk pendelen. Omdat ondernemersecosystemen zich richten op deze afgebakende geografische schaal worden ze niet meegenomen in de verdere analyse in deze studie.

2.1.2 *Industriële ecosystemen en waardeketens*

In de Europese industriestrategie wordt gerefereerd aan industriële ecosystemen als ecosystemen die alle spelers omvatten die actief zijn in een waardeketen; van producent tot consument. Deze waardeketens zijn vaak internationaal van aard en dus niet geografisch gebonden aan een regio zoals dat wel bij innovatiesystemen en ondernemersecosystemen het geval is. Hierbij lijkt dit concept op clusters, met als onderscheid dat bij clusters het aspect van nabijheid van actoren een grotere rol speelt.

Onderdelen van industriële ecosystemen kunnen overlappen met onderzoeks- en innovatie- (O&I) ecosystemen, vooral afhankelijk van de betrokken actoren. Zo heeft bijvoorbeeld een industrieel ecosysteem met betrekking tot hernieuwbare energie veel overlap met het desbetreffende O&I ecosysteem, omdat innovatie binnen het thema duurzame energie een centrale rol speelt. Voor een industrieel ecosysteem rond toerisme is dit anders. Innovatieactiviteiten staan hier niet of nauwelijks centraal, waardoor actoren uit dit industriële ecosysteem niet gauw ook verbonden zullen zijn in een O&I ecosysteem. Vanwege de mogelijke overlap van sommige industriële ecosystemen met O&I ecosystemen en de internationale component, worden industriële ecosystemen wel meegenomen in deze studie naar Europese verbondenheid.

2.1.3 *Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen*

In onderzoeks- en innovatie-ecosystemen is sprake van een set van onderling verbonden actoren en factoren, gericht op R&D en innovatie, waarbij samenwerking leidt tot meerwaarde voor iedere betrokken actor. Wellicht één van de meest kenmerkende aspecten van een O&I ecosysteem is dat de betrokken actoren vanuit een gezamenlijk belang, doelbewust (vanuit een gedeelde missie, visie en ontwikkelagenda) samenwerken in en richting geven aan R&D en innovatie. Een dergelijk gezamenlijk belang of doel kan voortkomen uit een maatschappelijk vraagstuk of probleem.

Binnen O&I-ecosystemen kunnen inhoudelijke accenten verschillen. Zo kan er meer aandacht zijn voor specifieke technologieontwikkeling, kan kennisontwikkeling meer centraal staan of kan een oplossing creëren voor een maatschappelijk vraagstuk een heel dominante drijfveer zijn. We onderscheiden daarmee drie typen O&I-ecosystemen:

- Technologiegedreven O&I-ecosystemen focussen op de ontwikkeling en toepassing van een bepaalde technologie of groep technologieën. In dit soort O&I ecosystemen vindt vaak samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen plaats.
- In Maatschappelijke uitdaging gedreven O&I-ecosystemen staat het oplossen van maatschappelijke uitdagingen centraal. Hiervoor kunnen meerdere technologieën en industrieën nodig zijn.
- Kennisgedreven O&I-ecosystemen richten zich op het ontwikkelen van kennis, vaak op lange termijn. In deze type O&I ecosystemen bevinden zich met name kennisinstellingen. Dit type ecosystemen nemen we niet mee in verdere analyse in deze rapportage omdat hier sprake is van een andere, meer academische dynamiek.

Hiermee stellen we overigens niet dat er sprake is van strikte hiërarchie met uitsluitbare subcategorieën in technologiegedreven-, maatschappelijke uitdaging gedreven- en kennisgedreven- O&I-ecosystemen. Tussen deze drie 'zwaartepunten' in de inhoudelijke richting van O&I-ecosystemen bestaat zonder meer overlap. Alle drie de onderwerpen (technologie, kennis en maatschappelijke opgaven) kunnen voor één en hetzelfde ecosysteem een drijfveer vormen.

2.1.4 *Clusters en ecosystemen als onderdeel van innovatiesystemen*

De begrippen innovatiesysteem en innovatie-ecosysteem worden vaak in dezelfde context gebruikt. Toch is er wat ons betreft een onderscheid tussen beide begrippen.

Een innovatiesysteem refereert aan een collectie van generieke elementen en assets binnen geografische/administratieve grenzen (nationaal, regionaal) die nodig zijn om te innoveren. Hieronder valt ook de disseminatie en gebruik van kennis en technologie door algemene kennis-spillovers tussen structurele componenten van het systeem, zoals universiteiten, onderzoeksinstituten, bedrijven, banken en beleidsmakers.

De aanwezigheid van generieke elementen en factoren in een innovatiesysteem impliceert nog niet dat al deze elementen als een holistisch geheel fungeren, zoals dat gebeurt binnen (O&I-) ecosystemen. Bovendien kunnen (O&I-) ecosystemen over lands- of regiogrenzen heen functioneren. Het innovatiesysteem vormt de contouren en levert de randvoorwaarden waarbinnen samenwerking en interactie in clusters of ecosystemen kan gedijen.

Clusters en ecosystemen zien we als samenhangende deelcollecties binnen één of meerdere innovatiesystemen. Deze twee concepten overlappen gedeeltelijk. Clusters en ecosystemen worden beide gevormd door de bijbehorende gemeenschap en omgeving, waarmee zij fungeren als een inhoudelijk-thematisch verbonden geheel. Maar er bestaan ook verschillen tussen clusters en ecosystemen. Wat ons betreft zit het belangrijkste verschil hem in de organisatiestructuur en primaire drijfveer van samenwerking en interactie tussen actoren in het cluster of ecosysteem.

In clusters domineert marktgedreven interactie, met een nadruk op het behalen van schaal- of agglomeratievoordelen. In innovatie-ecosystemen ligt de focus meer op gezamenlijke R&D, kennisontwikkeling en innovatie vanuit een gezamenlijk belang, gedeelde ontwikkelagenda en doelgerichte actie of samenwerking (TNO, 2020).

2.1.5 *Orderingsmatrix van ecosystemen*

Voor een ordening van de verschillende aanduidingen en verschijningsvormen van 'ecosystemen' achten wij de zwaartepunten in type activiteiten (economisch of onderzoek en innovatie) en het geografische schaalniveau waarop de meeste interactie plaatsvindt van belang. In onderstaande figuur zijn deze twee elementen daarom als titels voor de rijen en kolommen van de orderingsmatrix aangebracht. Dit onderscheid tussen verschillende concepten is echter niet zwart-wit. In de praktijk kan er sprake zijn van overlap, zowel qua type inhoudelijke oriëntatie als geografisch schaalniveau waarop wordt samengewerkt of geïnteracteed door betrokken partijen.

		Geografische afbakening					
		Afgebakend door geografische grenzen			Grensoverschrijdend		
Type hoofd-activiteit	Economische activiteiten, versterking waardeketens	Ondernemers-ecosystemen			Industriële ecosystemen		
		Clusters					
	R&D, onderzoek en innovatie	Innovatiesysteem			Onderzoeks- & innovatie-ecosystemen		
		Maatschap. uitdaging gedreven	Technologie gedreven	Kennis- gedreven	Maatschap. uitdaging gedreven	Technologie gedreven	Kennis- gedreven

Figuur 1 Ordening van ecosystemen langs type hoofdactiviteit en geografische afbakening

Deze ordening vormt de basis voor het nader in kaart brengen van ecosystemen in Nederland en Europa in het vervolg van deze studie.

2.2 Verbondenheid van ecosystemen

In Onderzoeks- en Innovatie ecosystemen werken betrokken actoren vanuit een gezamenlijk belang samen in R&D en innovatie. Deze actoren in het ecosysteem kunnen op verschillende manieren inhoudelijk met elkaar verbonden zijn. Bij meer traditionele, bedrijfsmatige ecosystemen betreft dit bijvoorbeeld directe relaties in de waardeketen. In het geval van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen kan er sprake zijn van overlap en complementariteit in gebruik en ontwikkeling van type technologie, kennis en kunde. Hieruit ontstaan enerzijds de mogelijkheden voor het delen van informatie en kennis spill-overs; anderzijds biedt dit mogelijkheden voor arbeidsmobiliteit tussen bedrijven en sectoren.

Verbondenheid tussen ecosystemen kan in de praktijk een palet aan concrete vormen aannemen. We benoemen hieronder een aantal vormen van internationale verbondenheid van ecosystemen (niet uitputtend)¹:

Samenwerking in (innovatie)projecten

Partijen binnen een ecosysteem (bedrijven, kennisinstelling uit verschillende landen) werken in gezamenlijke projecten aan een vraagstuk. Het kan daarbij bijvoorbeeld gaan om supranationale projecten op initiatie van bijvoorbeeld de EU, maar ook om bilaterale samenwerking tussen bijvoorbeeld twee universiteiten.

¹ Zie onder andere: Dagevos en Tomor (2011) *Clusters beschouwd. In's en Out's van het clusterbegrip*;

Crespo, J., P.-A. Balland, R. Boschma and D. Rigby (2017). *Regional diversification opportunities and smart specialization strategies*;

Davids, M. and K. Frenken (2018). *Proximity, Knowledge base and the innovation process: towards an integrated framework*

Complementaire assets, kennis of technologie:

Voor innovatie of productontwikkeling kan binnen een ecosysteem behoefte bestaan aan bepaalde assets, kennis of technologie die niet binnen het regionale ecosysteem beschikbaar is. Wanneer deze aspecten zich wel in (buitenlandse) ecosystemen bevinden en worden toegepast, ontstaat verbondenheid.

Shared facilities

Deze vorm van verbondenheid gaat een stap verder dan complementaire assets. Bij shared facilities zetten (partijen uit) verschillende ecosystemen gezamenlijk een faciliteit op waarin beide ecosystemen samen een product of dienst ontwikkelen.

Uitwisseling van personeel

Bij deze vorm van verbondenheid wordt personeel vanuit een ecosysteem uitgewisseld met een organisatie in een ander land. Het kan daarbij gaan om detachering tussen bedrijven waar bijvoorbeeld gerelateerde skill sets aanwezig zijn.

Ketenrelaties / afhankelijkheden

Het gaat hierbij om directe en indirecte relaties in de waardeketen, maar ook om gespecialiseerde toeleveranciersrelaties, productieprocessen, handelsrelaties en ondersteunende diensten, faciliteiten en instituties.

Kennisuitwisseling

Partijen uit regionale ecosystemen in verschillende landen participeren vaak in internationale (kennis)netwerken. Die komen tot uiting op bijvoorbeeld congressen of bijeenkomsten. Kennis spill-overs die hierdoor ontstaan versterken de verbondenheid tussen ecosystemen.

De theoretische inzichten uit dit hoofdstuk staan aan de basis voor keuzes over de verdere aanpak van het onderzoek. Voor iedere kennisvraag lichten we in het volgende hoofdstuk de gekozen aanpak en methodologie toe.

3 Methodologie

3.1 Methodologische aanpak kennisvraag 1

Wat voor typologie kan gebruikt worden voor het in kaart brengen van de Nederlandse en Europese ecosystemen?

Om een typologie te ontwikkelen die gebruikt kan worden voor het in kaart brengen van de Nederlandse en Europese ecosystemen hebben we allereerst de theoretisch/conceptuele ordening van ecosystemen gemaakt zoals beschreven in het theoretisch kader. Onze starthypothese is dat verbondenheid per type ecosysteem op een andere manier aan de orde is of tot uiting komt.

Om deze hypothese te toetsen, dienen onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland allereerst te worden gecategoriseerd naar de grensoverschrijdende typen ecosystemen uit onze theoretisch/conceptuele ordening:

- Industriële ecosystemen
- Technologiegedreven O&I-ecosystemen
- Maatschappelijke uitdaging gedreven O&I-ecosystemen
- Kennisgedreven O&I ecosystemen

In deze studie bouwen we voort op de inventarisatie van Nederlandse O&I-ecosystemen van Dialogic (2020), waarin 56 verschillende ecosystemen zijn geïdentificeerd.

Om vervolgens te kunnen onderzoeken of en in welke mate Nederlandse ecosystemen verbonden zijn met hun Europese equivalenten, dienen voor ieder van deze gecategoriseerde Dialogic ecosystemen relevante Europese benchmarks geïdentificeerd te worden. Verbondenheid is te verwachten op basis van inhoudelijke raakvlakken (overlap en complementariteit) tussen Nederlandse en Europese ecosystemen. Vanuit deze gedachte hebben we daarom aan de hand van prioriteiten in het Europese innovatie- en industriebeleid² geïnventariseerd op welke inhoudelijke onderwerpen Europese O&I-ecosystemen actief zijn, en in welke categorie deze ecosystemen het best te plaatsen zijn. Dit deel van de analyse beschrijven we in meer detail in de Methodologische bijlage.

De scope van de analyse hebben we beperkt tot Dialogic ecosystemen die relateren aan de drie transitie die in het Coalitieakkoord (Rutte IV) zijn benoemd: klimaat en energie, digitalisering en sleuteltechnologieën, en de circulaire economie. Aan deze drie transitie hebben we 34 van de in totaal 56 Dialogic ecosystemen gekoppeld (zie de Methodologische bijlage voor deze koppeling). Deze 34 ecosystemen zijn meegenomen in de verdere analyse. Kennisgedreven O&I-ecosystemen hebben we in de analyse buiten beschouwing gelaten, omdat hier sprake is van een andere, meer academische dynamiek. Op kennisgedreven ecosystemen worden geen expliciete inhoudelijke prioriteiten gelegd, waardoor er ook geen gericht beleid op versterking van ecosystemen is.

We hebben aldus een overzicht opgesteld van Nederlandse en Europese ecosystemen per drie typen ecosystemen: industriële ecosystemen,

² EU Single Market report, Smart Specialisation Strategy (RIS3), IPCEIs

technologiegedreven O&I-ecosystemen en maatschappelijk gedreven O&I-ecosystemen). Daarbij hebben we de inhoudelijke onderwerpen genoemd waarop deze Nederlandse en Europese ecosystemen actief zijn. Dit overzicht (zie de methodologische bijlage) dient als basis om in het vervolg van deze studie te kunnen onderzoeken in hoeverre deze ecosystemen met elkaar verbonden zijn.

3.2 Methodologische aanpak kennisvraag 2

Hoe en in hoeverre zijn de geselecteerde Nederlandse O&I ecosystemen verbonden met de Europese O&I ecosystemen? En wat zijn de belangrijkste factoren voor deze verbondenheid?

In het theoretisch kader wordt beschreven hoe verbondenheid tussen ecosystemen in de praktijk verschillende vormen kan aannemen. Voor de kwantitatieve analyse in deze studie wordt verbondenheid geoperationaliseerd aan de hand van samenwerkingen in concrete projecten en programma's. Deze vorm van verbondenheid is voor O&I ecosystemen relevant omdat het hierbij gaat om daadwerkelijke gezamenlijke R&D- en innovatie-ontwikkeling.

In deze studie staat de Europese verbondenheid van Nederlandse O&I ecosystemen centraal. Om antwoord te geven op kennisvraag 2 (en 3) is daarom gezocht naar een methode om op uniforme wijze inzicht te geven in samenwerking tussen Onderzoeks- en Innovatie ecosystemen op de schaalniveaus van Nederland en Europa.

Zoals vermeld in paragraaf 3.1 nemen we de door Dialogic (2020) geïdentificeerde Nederlandse O&I-ecosystemen als startpunt. Voor 34 van deze O&I ecosystemen kijken we naar concrete samenwerking in Europese onderzoeks- en innovatieprojecten in het Europese onderzoeksprogramma Horizon2020. In deze studie wordt gebruik gemaakt van Horizon2020 data, omdat hiermee op het niveau van de EU wordt gekeken naar samenwerking tussen individuele actoren op het gebied van onderzoek en innovatie. Daarmee geeft deze methode een indicatie van internationale verbondenheid van O&I ecosystemen.

Hieronder leggen we meer uit over het Horizon2020 programma, welke methode is gebruikt om de Nederlandse O&I ecosystemen te koppelen aan Europese O&I ecosystemen en vervolgens hoe verbondenheid wordt bepaald door middel van samenwerkingen in Horizon2020.

Horizon 2020

Binnen de EU vinden gezamenlijke (innovatie)projecten en programma's onder andere plaats binnen de 7-jaarlijkse onderzoeksprogrammering van de EU, de zogenaamde kaderprogramma's. Horizon2020 is de naam van het kaderprogramma dat liep van 2014 tot 2020 en had een budget van ongeveer € 80 miljard. In consortia werd samengewerkt tussen verschillende partners binnen de EU. Dit is een belangrijke bron van informatie over concrete samenwerking tussen (individuele) partijen in Nederlandse en Europese O&I ecosystemen. Het operationaliseren van Europese verbondenheid als samenwerkingen in Horizon2020 verband heeft als groot voordeel dat concrete samenwerkingen op het gebied van onderzoek en innovatie uniform inzichtelijk gemaakt kunnen worden,

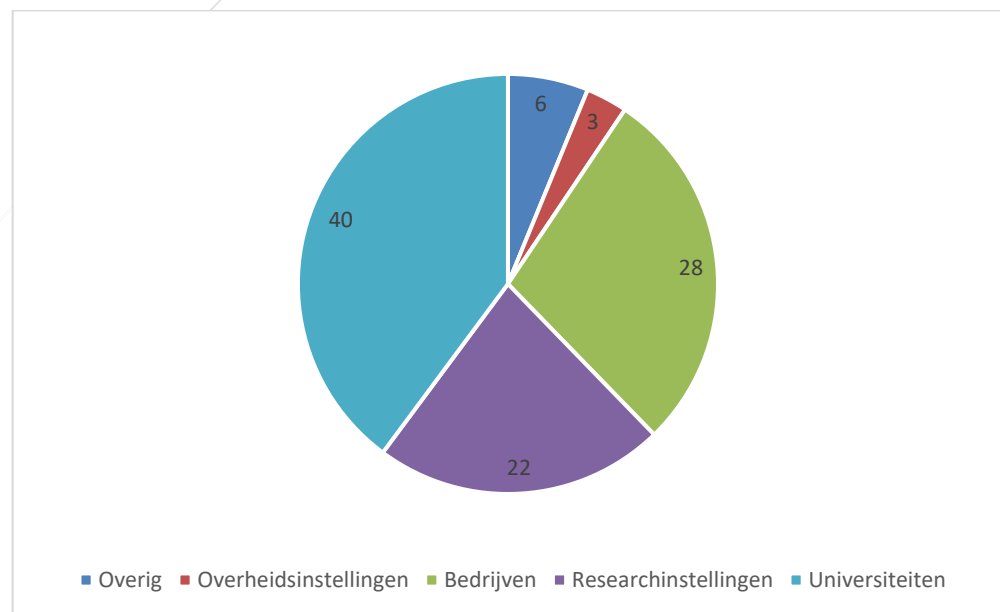
maar er zijn ook enkele beperkingen. De belangrijkste punten noemen we hieronder.

Sterktes Horizon 2020:

- Gaat over concrete samenwerking in O&I programma's, dus waar partijen daadwerkelijk samen aan het leren zijn;
- Eenduidige terminologie;
- Eenduidige data beschikbaar op Europees niveau in de database CORDIS;
- Belangrijke graadmeter voor thematische-ontwikkeling op Europees niveau.
- Toekenning op basis van kwaliteit, budget volgt aanvraag van het consortium ('het beste idee wint')

Beperkingen Horizon 2020:

- Alleen beschikbaar voor samenwerking van individuele actoren in Horizon 2020 projecten, dus niet op het niveau van ecosystemen. Bovendien biedt Horizon2020 geen inzicht in actoren die op andere wijze interacteren;
- Nadruk op universiteiten en onderzoeksinstelling (62% van het totaal, zie onderstaande figuur);
- Biedt geen inzicht in verbondenheid die niet gericht is op onderzoek en innovatie.
- De onderzoeksthema's waarop de indieners een voorstel kunnen schrijven worden vooraf thematische gestuurd door de Europese Commissie, waardoor sommige voorstellen meer kans maken dan andere. Er zullen daarom relatief meer samenwerkingsprojecten op geprioriteerde gebieden in Horizon2020 ontstaan.



Figuur 2 Toekenning H2020 budget naar type organisatie (in %)

Ondanks deze beperkingen biedt de Horizon2020 een navolgbare en praktisch uitvoerbare methode om een belangrijk aspect van verbondenheid te analyseren. We hebben er daarom voor gekozen om de kwantitatieve analyses op deze bron te baseren en door middel van interviews in te gaan op andere aspecten van

verbondenheid en factoren daarvoor (zie de methodologische bijlage voor een lijst van geïnterviewden).

Koppeling van Nederlandse O&I ecosystemen aan Europese ecosystemen

Informatie over onderzoekssamenwerkingen in Horizon2020 is op het niveau van individuele actoren geadministreerd in de database CORDIS, niet op het niveau van ecosystemen. In deze studie analyseren we daarom samenwerkingen tussen individuele Nederlandse partijen (binnen een Nederlands) ecosystemen met (Europese) partijen binnen Horizon2020 onderzoeksprojecten.

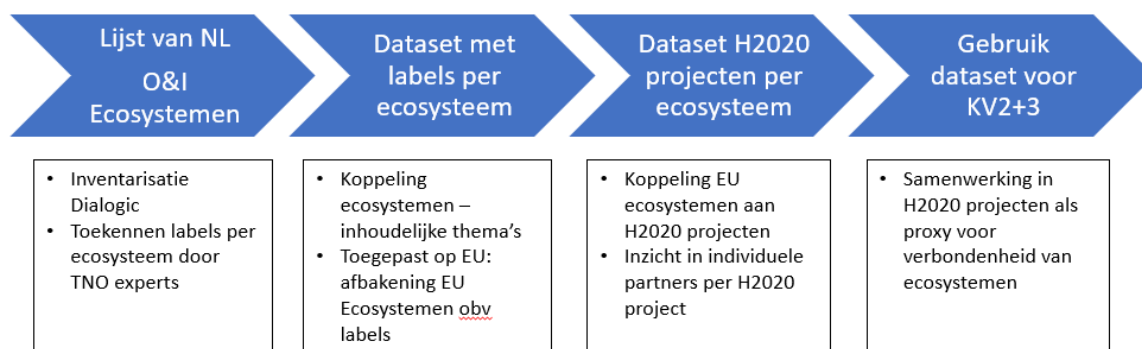
Om partijen in Nederlandse ecosystemen te koppelen aan partijen binnen Europese ecosystemen is gebruik gemaakt van labels die in de CORDIS database gebruikt worden om projecten te ordenen en administreren. Elk Horizon2020 project is voorzien van één of meerdere thematische labels die het onderwerp van het project beschrijven. Voor elk van de geselecteerde Dialogic O&I ecosystemen is door TNO experts bepaald welke labels voor het desbetreffende ecosysteem relevant zijn (in de methodologie bijlage staat een verdere toelichting over het koppelen van labels). Dit resulteert in een overzicht van alle ecosystemen en per ecosysteem een aantal labels.

Met dit overzicht hebben we Horizon2020 projecten gekoppeld aan individuele partners in de geselecteerde O&I ecosystemen, in Nederland en in Europa. Vervolgens is hiermee een dataset geconstrueerd van alle Horizon2020 projecten per O&I ecosysteem op het niveau van de EU en de afzonderlijke lidstaten.

Verbondenheid van Nederlandse en Europese O&I ecosystemen

Met deze dataset hebben we inzicht in samenwerkingen tussen Nederlandse en Europese partners in Horizon2020 verband. Door gebruik te maken van deze dataset krijgen we onder andere inzicht in het aantal Horizon2020 projecten per ecosysteem en per land, samenwerkingen tussen verschillende landen per ecosysteem, totale omvang van Horizon2020 projecten per ecosysteem en belangrijkste samenwerkingslanden. Ook kan inzicht worden gekregen in de positie van Nederland ten opzichte van andere EU landen en de EU als geheel op deze onderwerpen. Deze analyses worden gebruikt om antwoord te geven op Kennisvraag 2 (in hoofdstuk 5).

In onderstaande figuur wordt de gebruikte methodologie grafisch weergegeven:



Figuur 3 Koppeling O&I Ecosystemen aan Horizon2020

3.3 Methodologische aanpak kennisvraag 3

Wat is de rol van Nederland in Europese O&I ecosystemen ten opzichte van andere lidstaten? En in welke ecosystemen liggen goede kansen om deze rol uit te breiden, en wat zijn deze kansen?

Voor het bepalen van de rol van Nederland binnen Europese Onderzoeks- en Innovatie ecosystemen is wederom gebruik gemaakt van de CORDIS database met Horizon2020 samenwerkingsprojecten, die we middels de labels hebben gekoppeld aan Dialogic O&I ecosystemen.

De rol die actoren uit een land spelen in het ecosysteem vertelt iets over de slagkracht die dat land heeft in het in het opbouwen of uitbouwen van dat ecosysteem. Dit proberen we hier uit te leggen met de analogie van *innovatieleiders* en *innovatievolgers*³. Innovatieleiders zijn landen die (op een bepaald onderwerp) sterk innovatief zijn vergeleken met andere landen. Zij scoren bijvoorbeeld goed op zaken als menselijk kapitaal, onderzoeksysteem, digitalisering, gebruik van informatietechnologie en publiek-private samenwerkingen. Innovatieleiders zijn daarmee doorgaans beter uitgerust om het voortouw te nemen bij het ontwikkelen van nieuwe ideeën en projecten. In de European Innovation Scoreboard 2023 staat Nederland te boek als *innovation leader*.

In de CORDIS database wordt aangegeven of een deelnemer in een Horizon 2020 project een coördinator of een participant is. In deze studie beschouwen we de rol als coördinator als proxy voor innovatieleider. Uit ervaring blijkt dit een goede proxy, omdat het coördinatorschap iets zegt over het vermogen van landen om de inhoudelijke lijnen voor een meerjarig innovatieproject uit te zetten en daarvoor voor de uitvoering daarvan geschikte projectleiders en inhoudelijk trekkers te leveren. Ook het feit dat deze leiders door andere landen worden geaccepteerd of als een pré worden gezien bij het opstellen van voorstellen, is een interessant gegeven. Kennelijk hebben deze trekkende landen dus sterke posities op de betreffende inhoudelijke onderwerpen.

³ Termen die worden gehanteerd in de [European Innovation Scoreboard 2023](#).

Onze kwantitatieve analyse van projectcoördinatoren en participanten in H2020-projecten geeft inzicht in hoeveel slagkracht een ecosysteem in Nederland heeft om in Europa een samenwerking te leiden en welke ecosystemen daarbij sterker zijn en welke minder sterk. In interviews (zie de methodologische bijlage) wordt dit beeld gevalideerd voor enkele ecosystemen en aangevuld op aspecten met betrekking tot kansen om de rol van Nederland uit te breiden.



4 Inhoudelijke bevindingen Kennisvraag 1

Kennisvraag 1 luidt: *Wat voor typologie kan gebruikt worden voor het in kaart brengen van de Nederlandse en Europese ecosystemen?*

4.1 Typologie van ecosystemen

Vergelijkbare ecosystemen worden in Nederland en Europa anders genoemd en benaderd. Er is geen eenduidige definitie van een ecosysteem. Bovendien zijn ecosystemen onderhevig aan dynamiek waardoor hun karakter of zwaartepunten over tijd kunnen veranderen. Daarmee was het voor ons onderzoek allereerst noodzakelijk om ecosystemen in Nederland en de EU op uniforme wijze 'grijpbaar' te maken. Onze typologie is daarom opgebouwd vanuit de ordening van verschillende verschijningsvormen van ecosystemen (zie eerder figuur 1 in het theoretisch kader).

Op basis van de beschikbare literatuur hebben we industriële ecosystemen en onderzoeks- en innovatie ecosystemen als belangrijke hoofdcategorieën in de typologie geïdentificeerd. Onderzoeks- en innovatie ecosystemen zijn vervolgens onder te verdelen in:

- Technologie gedreven O&I ecosystemen, die zich focussen op de ontwikkeling en toepassing van een bepaalde technologie of groep technologieën;
- Maatschappelijke uitdaging gedreven O&I ecosystemen, waarin het oplossen van maatschappelijke uitdagingen centraal staat; en
- Kennisgedreven O&I ecosystemen, waarin de ontwikkeling van (wetenschappelijke) kennis centraal staat.

Deze ordening van ecosystemen dient als hulpmiddel om onderzoeks- en innovatie-activiteiten in Nederland en Europa te groeperen langs hun inhoudelijke focusgebieden en prioriteiten. Deze inhoudelijke dimensies van verschillende type ecosystemen relateren onder andere aan maatschappelijke opgaven en transities, sleuteltechnologieën/Key Enabling Technologies, missies en de beleidscontext in Nederland en Europa. Om relevante Europese benchmarks te vinden op de inhoudelijke onderwerpen waarop de door Dialogic (2020) geïdentificeerde Nederlandse O&I-ecosystemen actief zijn, hebben we gekeken naar thematische onderwerpen die centraal staan in EU industrie-, onderzoek- en innovatiebeleid.

4.2 Toedeling van Nederlandse en Europese ecosystemen aan categorieën van de typologie

In Nederland en de EU zijn er verschillende beleidslijnen ondersteunend aan R&D, innovatie, het creëren van oplossingen voor maatschappelijke opgaven en het duurzaam versterken van het verdienvermogen. Deze beleidslijnen vormen de context waaruit in Nederland en de EU wordt ingezet op prioritaire onderwerpen, thema's, missies, waardeketens, technologieën en kennisontwikkeling. Daarmee zijn er in Nederland en Europa verschillende elementen in beleid die – direct of indirect – relateren aan het opbouwen of versterken van ecosystemen rond prioritaire inhoudelijke onderwerpen. De verwachting is dat juist daar waar

prioriteiten vanuit Nederlandse en Europese beleidslijnen op inhoudelijke onderwerpen overlappen er kans is op Europese verbondenheid van ecosystemen. Dit omdat dan zowel in Nederland als elders in Europa wordt ingezet op de ontwikkeling en versterking van O&I-ecosystemen rond die prioritaire onderwerpen.

In onderstaande tabel schetsen we welke elementen uit beleid in ieder geval relevant zijn voor elk van de vier accenten in ecosystemen. We pretenderen in de tabel niet volledig te zijn. Met de tabel beogen we de context te schetsen waaruit de aanwezigheid van O&I-ecosystemen rond specifieke inhoudelijke onderwerpen in Nederland en de EU begrepen kan worden.

Tabel 1 Relaties tussen elementen uit beleid EU/NL en vier typen ecosystemen

	EU	Nederland
Industriële ecosystemen	14 Industriële ecosystemen zoals benoemd in het Single Market report (European Commission, 2021) Smart Specialisation Strategy (RIS3) Programma's uit IPCEI EU	Topsectoren uit Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid -- Programma's uit IPCEI NL
Technologiegedreven O&I ecosystemen	KETs / Advanced Technologies -- Inhoudelijke focus van (European Digital) Innovation Hubs	Prioritaire sleuteltechnologieën ⁴ uit Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid R&D voorstellen onder Nationaal Groeifonds Inhoudelijke focus van Fieldlabs / European Digital Innovation Hubs
Maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen	Missies uit tweede en derde pilaar Horizon Europe -- Green deal	Missies uit Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid + coalitieakkoord Rutte IV R&D voorstellen onder Nationaal Groeifonds Klimaat- en transitiefonds
Kennisgedreven O&I ecosystemen	Eerste pilaar Horizon Europe	NWA-routes bij NWO

Uit een analyse van literatuur en beleidsdocumenten blijkt dat vanuit Europa niet zozeer wordt geredeneerd vanuit *Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen*, maar dat er meer tractie bestaat op *industriële ecosystemen*. Wel komen in de EU beleidslijnen geregeld dezelfde thematische onderwerpen aan bod als in de Nederlandse O&I-ecosystemen, zoals beschreven door Dialogic (2020). Het valt op dat veel van de door Dialogic geïdentificeerde O&I-ecosystemen sterke raakvlakken hebben met de door de Europese Commissie benoemde 14 industriële ecosystemen (zie tabel 2).

⁴ Zie o.a. de Kennis- en Innovatieagenda (2019). Sleuteltechnologieën 2020-2023

Tabel 2 Overzicht 10 Topsectoren in Nederland en 14 Industriële ecosystemen in de EU

Inhoudelijke prioriteiten EU † refereert naar een onderwerp dat ook aan bod komt in de RIS3;	Inhoudelijke prioriteiten Nederland (Topsectoren)
Aerospace and Defence ecosystem	Topsector High Tech Systemen & Materialen (Holland High Tech)
Agri-Food Ecosystem	Topsector Agri-Food
	Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen
Cultural and Creative Industries ecosystem	Topsector Creatieve industrie
Digital Ecosystem	Topsector ICT (Dutch digital delta)
Electronics Ecosystem	Topsector High Tech Systemen & Materialen (Holland High Tech)
Energy-Intensive Industries Ecosystem	Topsector Chemie (Chemistry NL)
	Topsector Energie
Energy – Renewables Ecosystem	
Health Ecosystem	Topsector Life sciences & health (Health Holland)
Mobility – Transport – Automotive Ecosystem	Topsector Logistiek
Construction ecosystem	--
Proximity, Social Economy and Civil Security Ecosystem	--
Retail Ecosystem	--
Textile Ecosystem	--
Tourism Ecosystem	--

De laatste vijf EU Industriële ecosystemen lijken zich voornamelijk op gelijksoortige economische activiteiten te richten, waarbij innovatie, kennisontwikkeling en technologische ontwikkelingen minder op de voorgrond staan. In de eerste negen van 14 Europese industriële ecosystemen in de tabel zal R&D, innovatie en kennisontwikkeling een grotere rol spelen. Daarmee is het waarschijnlijker dat er rond die prioritaire onderwerpen relevante O&I-ecosystemen geïdentificeerd kunnen worden.

Er zijn relatief veel Nederlandse ecosystemen te koppelen aan de bredere Europese industriële ecosystemen. Zo kunnen er bijvoorbeeld negen Nederlandse O&I-ecosystemen gekoppeld worden aan 'ICT and Industry 4.0'. Aan enkele andere Europese industriële ecosystemen, zoals 'Energy storage', zijn minder Nederlandse ecosystemen te koppelen.

Wanneer we kijken door de lens van technologie-gedreven ecosystemen, dan valt op dat Nederland rond elk van de Europese KETs/Sleuteltechnologieën⁵ O&I-ecosystemen herbergt. Vooral m.b.t. 'Advanced manufacturing technologies' en 'Advanced (nano) materials' zijn er relatief veel Nederlandse ecosystemen.

⁵ Naar aanleiding van het beschikbaar komen van de herijkte lijst van (Nederlandse) sleuteltechnologieën heeft TNO, als aanvulling op het voorliggende onderzoek, een vervolgstap gezet door de sleuteltechnologieën te spiegelen aan de in dit rapport gedefinieerde O&I ecosystemen. De resultaten worden besproken in paragraaf 7.4.

Als we vervolgens kijken naar de koppeling tussen de Nederlandse en de Europese maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen, valt wederom op dat Nederland O&I-ecosystemen herbergt op specifieke onderwerpen binnen de Europese missies. Zo relateren negen Nederlandse O&I-ecosystemen aan de door Horizon Europe gedefinieerde missie, 'Climate-neutral and smart cities'. Voorts valt op dat er aan de in Horizon Europe gedefinieerde missie, 'Cancer', geen Dialogic ecosysteem gekoppeld kan worden. Dit impliceert overigens niet dat er in Nederland überhaupt geen gecoördineerde O&I-activiteiten rondom dit onderwerp zijn. In 2020 is dit onderwerp door Dialogic in ieder geval niet als O&I-ecosysteem geïdentificeerd.

Een belangrijke observatie bij het toedelen van de Dialogic Ecosystemen naar type (industriële ecosystemen, technologiegedreven O&I-ecosystemen en maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen) was dat we veel van de geselecteerde ecosystemen niet exclusief in één van deze drie categorieën konden vatten. Veel Dialogic ecosystemen zijn binnen meerdere typen te vatten.

De meeste Dialogic ecosystemen die zijn geclassificeerd als technologiegedreven O&I ecosystemen maken ook onderdeel uit van een industrieel ecosysteem. Dit is logisch vanuit de redenering dat de meeste ecosystemen met R&D, onderzoek en innovatie activiteiten op een technologie zoals fotonica, vaak ook economische activiteiten ontplooiën. Wel lijkt het relevant om onderscheid te maken in het doel van een ecosysteem. Daar waar sprake is van technology push (technologiegedreven ecosystemen) begin je op een ander punt in het bouwen van de governance structuur van het ecosysteem dan wanneer er sprake is van maatschappelijke 'pull' (maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen).

4.3 Conclusie over de bruikbaarheid van de typologie

In het kort zien we dat inhoudelijk vergelijkbare ecosystemen verschillend worden getypeerd in Nederland en Europa. Dit maakt dat wij onze starthypothese – dat verbondenheid per type ecosysteem op een andere manier aan de orde is of tot uiting komt – niet goed konden toetsen. In het vervolg van onze analyse naar verbondenheid tussen Nederlandse en Europese ecosystemen hebben wij derhalve ingezoomd op de vraag in hoeverre inhoudelijke gerelateerde ecosystemen in Nederland en Europa met elkaar verbonden zijn. Omdat inhoudelijk vergelijkbare ecosystemen in Nederland en Europa anders worden getypeerd en ecosystemen vaak niet exclusief in één categorie van de typologie geplaatst konden worden, hebben we in het vervolg van onze analyses geen verder onderscheid gemaakt in de typen industriële ecosystemen, technologiegedreven O&I-ecosystemen en maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen.

Met betrekking tot de bruikbaarheid van de door ons gemaakte typologie van ecosystemen concluderen wij dat hoewel er een conceptueel onderscheid is tussen industriële ecosystemen en O&I ecosystemen, industriële ecosystemen inhoudelijk sterk overlappen met O&I ecosystemen. Alle geïdentificeerde technologie gedreven O&I-ecosystemen zijn namelijk onderdeel van een industrieel ecosysteem. Ook binnen O&I ecosystemen overlappen verschillende typen ecosystemen met elkaar. Dit maakt dat een analyse van verschillen in verbondenheid op basis van typen ecosystemen niet eenduidig te interpreteren is. Er is onvoldoende onderscheid te maken, doordat één ecosysteem meerdere typering kan hebben. Analyse van

verbondenheid op basis van inhoudelijke overlap in activiteiten en prioriteiten van ecosystemen is daarom meer zinvol.

Wel zien we mogelijkheden om op een ander niveau zinvol onderscheid te maken tussen typen ecosystemen, met name tussen de meer technologie-gedreven ecosystemen (bv. Fotonica, nanotechnologie, robotica) en meer maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen (Smart cities, smart mobility). Het gaat dan niet zozeer tussen onderscheid in actoren of maatschappelijke relevantie van een ecosysteem, maar om het verschil in 'richting' en startpunt van verdere ecosysteemontwikkeling.

Technologiegedreven ecosystemen richten zich in eerste instantie op het ontwikkelen en commercialiseren van een bepaalde technologie en daaruit volgt een toepassing in de praktijk (technologie-ontwikkeling is het doel). Bij ecosystemen die meer gedreven worden door een maatschappelijke uitdaging wordt echter gekeken naar hoe een situatie of systeem op een (positieve) manier gewijzigd kan worden. De technologie of methoden die daarbij gebruikt worden zijn daarbij minder belangrijk dan het doel (technologie-ontwikkeling is het middel).

Dit 'governance van O&I-ecosystemen' aspect hebben we in voorliggende studie niet verder uitgediept.

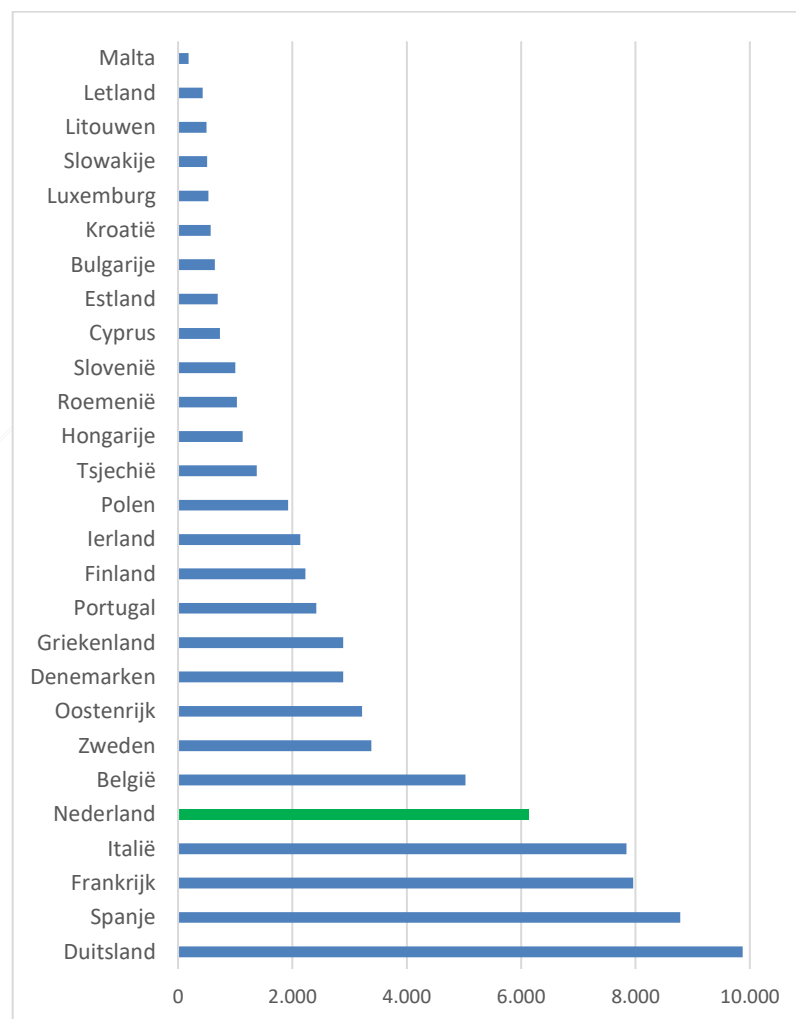
5 Inhoudelijke bevindingen Kennisvraag 2

Kennisvraag 2 luidt: *Hoe en in hoeverre zijn de geselecteerde Nederlandse O&I ecosystemen verbonden met de Europese O&I ecosystemen? Wat zijn de belangrijkste factoren voor deze verbondenheid?*

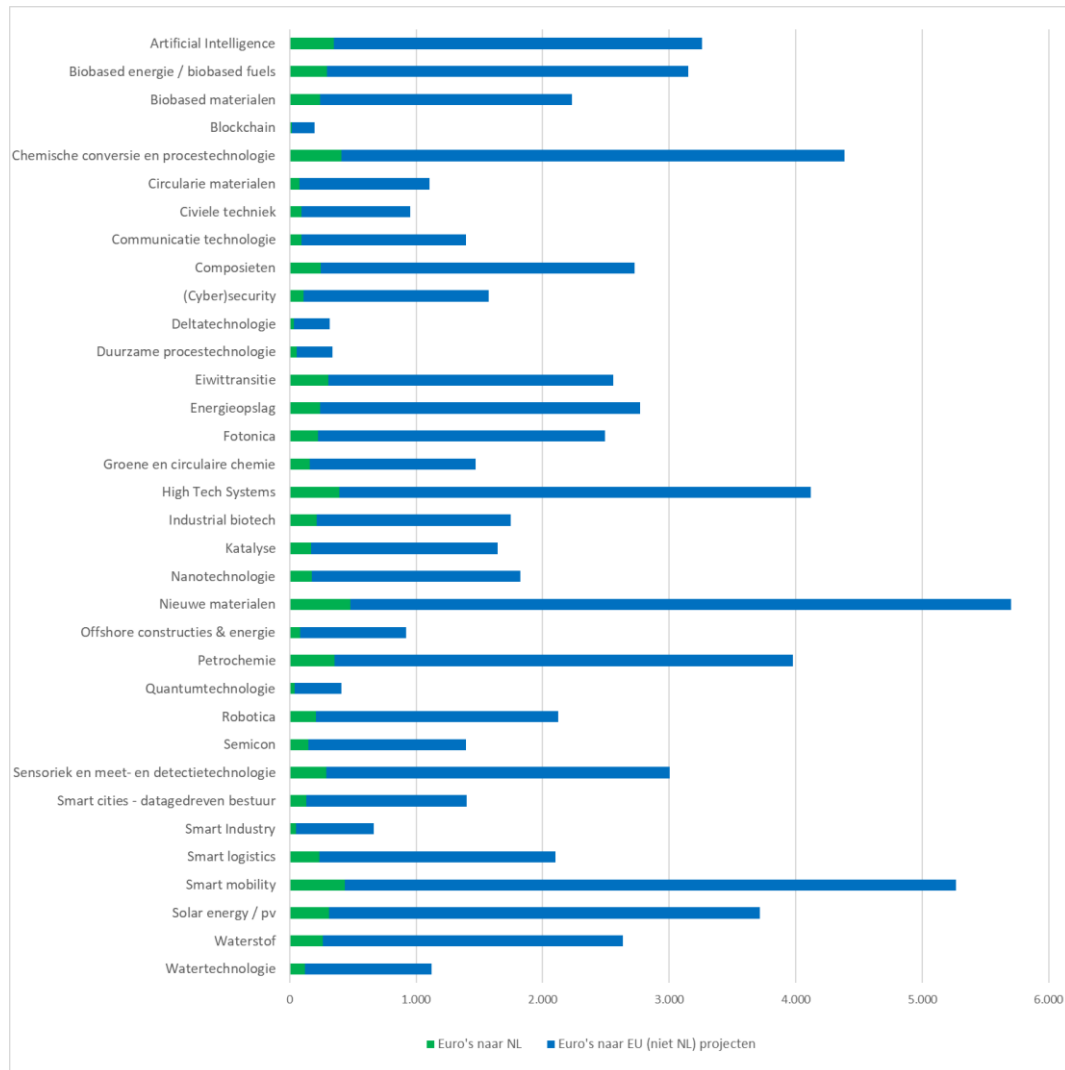
In de kwantitatieve analyse van deze studie hebben we gekeken naar onderzoekssamenwerkingen tussen ecosystemen uit verschillende Europese landen. Het gaat daarbij specifiek om verbinding op basis van onderzoekssamenwerking in Horizon2020 projecten. De belangrijkste bevindingen van deze analyse presenteren we hieronder.

5.1 Aantal en omvang Horizon 2020 projecten

In onderstaande figuren worden het aantal H2020 projecten per EU land (figuur 4) en de omvang van Horizon 2020 projecten per ecosysteem (figuur 5) weergegeven.



Figuur 4 Aantal Horizon2020 projecten per land



Figuur 5 Omvang (miljoen €) H2020 projecten per ecosysteem⁶

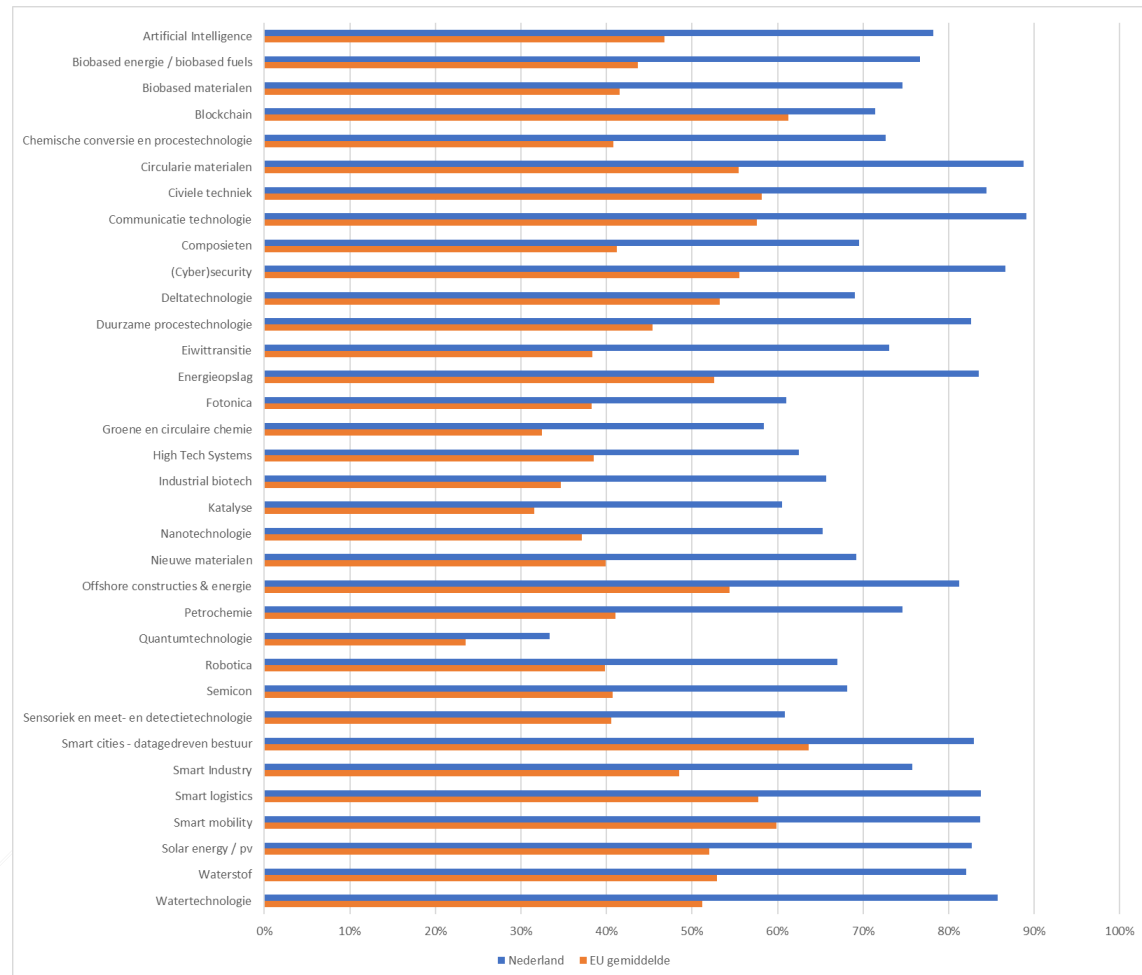
Op basis van Horizon2020 onderzoekssamenwerkingen valt op dat Nederland sterk verbonden is met O&I ecosystemen in Europa. Nederland is meer dan gemiddeld actief in deze Europese samenwerkingsprojecten:

- Nederland is betrokken bij ruim 6.000 Horizon 2020 projecten, dat is ongeveer 22% van alle Horizon2020 projecten.
- Nederland is het op vier na grootste land in termen van totaal aantal projectdeelnemingen (na Duitsland, Spanje, Frankrijk en Italië).
- Nederlandse ecosystemen werken meer dan het Europese gemiddelde samen met Europese partners in consortia – dat zien we over alle ecosystemen heen.
- De economische omvang van Horizon2020 projecten verschilt sterk per ecosysteem. De ecosystemen 'Nieuwe Materialen', 'Smart Mobility' en 'Chemische conversie en procestechnologie' waren de ecosystemen met de grootste omvang in H2020 projecten. Blockchain, Deltatechnologie, Quantumtechnologie en Duurzame procestechnologie waren de ecosystemen met de kleinste omvang in H2020 projecten.

⁶ Doordat sommige labels zijn toegekend aan meerdere ecosystemen kan dubbeltelling plaats vinden

5.2 Europese samenwerking in Horizon2020 projecten

In onderstaande figuur wordt het aandeel van de Horizon2020 projecten dat in samenwerking met Europese partners wordt uitgevoerd weergegeven.



Figuur 6 Aandeel H2020 projecten dat in samenwerking met partners uit andere EU landen wordt uitgevoerd, Nederland vergeleken met EU gemiddelde

Alle geselecteerde Nederlandse Onderzoeks- en Innovatie ecosystemen zijn verbonden met Europese Ecosystemen door middel van onderzoekssamenwerkingen in Horizon2020. Er is dus in alle gevallen sprake van deels overlappende Nederlandse en Europese ecosystemen. Voor alle ecosystemen geldt dat Nederland sterker internationaal verbonden is dan het Europees gemiddelde. Ruim drie kwart (76%) van de projecten waar Nederland bij betrokken is, vond in samenwerking plaats; voor Horizon2020 als geheel is dit aantal ongeveer 50%. Nederland voerde in totaal 1.320 projecten uit met enkel Nederlandse partners. Daarmee is Nederland het vierde land in omvang van enkel nationale partners (achter Spanje, Duitsland en Frankrijk). In onderstaande tabel worden de vijf ecosystemen waarin Nederland het meest samenwerkt met partners uit andere EU landen weergegeven.

Tabel 3 De vijf ecosystemen waarin Nederland het meest samenwerkt met partners uit andere EU landen

O&I Ecosysteem	Aandeel H2020 projecten dat in samenwerking met partners uit andere EU landen wordt uitgevoerd
Communicatie technologie	89%
Circulaire materialen	89%
(Cyber)security	87%
Watertechnologie	86%
Civiele techniek	84%

Nederlandse O&I ecosystemen zoeken dus sterk de samenwerking op met Europese ecosystemen. Zelfs wanneer er sprake is van een relatief sterke nationale dynamiek (bijvoorbeeld in het Quantumtechnologie ecosysteem), is Nederland nog steeds sterker internationaal verbonden dan het Europees gemiddelde. Op basis van de CORDIS data is het niet mogelijk om redenen te identificeren voor de sterke internationale verbondenheid van Nederland. Op basis van expert judgement en interviews zijn enkele inzichten en mogelijke verklaringen in beeld gebracht:

- In vergelijking met het totale mondiale innovatiesysteem, is de omvang van het Nederlandse innovatiesysteem beperkt. Het is vaak niet mogelijk om een gehele keten binnen Nederland te huisvesten. Nederland is daardoor genooddaakt om internationaal samen te werken (Dit geldt overigens voor veel andere landen).
- Nederland is van oudsher een open democratie en handelsland met een cultuur van samenwerking, ook over grenzen heen. Nederland heeft een lange geschiedenis van actieve deelname aan internationale organisaties en initiatieven, zoals de Europese Unie, de Verenigde Naties en het Internationaal Strafhof. Deze cultuur van internationaal samenwerken kan de bereidheid van Nederlandse partijen vergroten om internationaal samen te werken op andere gebieden, zoals onderzoek en innovatie.
- Toegepast onderzoeksinstellingen en universiteiten in Nederland zijn vaak een spin in het web qua onderzoekssamenwerking. Mogelijk zijn Nederlandse universiteiten en kennisinstellingen aantrekkelijke partners vanwege hun goede wetenschappelijke prestaties en sterke kennisbasis.

Om dit laatste aspect te toetsen, wordt gekeken naar de top 3 van onderwerpen waarop vanuit verschillende Europese landen expliciet de samenwerking met Nederland wordt opgezocht (zie Tabel 4).

Tabel 4 Top 3 ecosystemen met de meeste relaties met Nederland per EU land (relatief)

	Top 1	Top 2	Top 3
Oostenrijk	Duurzame procestechnologie	Watertechnologie	Smart logistics
België	Blockchain	Watertechnologie	Duurzame procestechnologie
Bulgarije	Katalyse	Deltatechnologie	Robotica
Kroatië	Quantumtechnologie	Offshore constructies & energie	Deltatechnologie
Cyprus	Duurzame procestechnologie	Circulaire materialen	Smart cities - datagedreven bestuur
Tsjechië	Duurzame procestechnologie	Eiwittransitie	Smart cities - datagedreven bestuur
Denemarken	Duurzame procestechnologie	Offshore constructies & energie	Smart logistics
Estland	Smart logistics	Solar energy / pv	Waterstof
Finland	Duurzame procestechnologie	Watertechnologie	Smart cities - datagedreven bestuur
Frankrijk	Blockchain	Eiwittransitie	Biobased materialen
Duitsland	Offshore constructies & energie	Watertechnologie	Smart logistics
Griekenland	Duurzame procestechnologie	Smart logistics	Deltatechnologie
Hongarije	Duurzame procestechnologie	Katalyse	Solar energy / pv
Ierland	Quantumtechnologie	Duurzame procestechnologie	Groene en circulaire chemie
Italië	Duurzame procestechnologie	Smart logistics	Nanotechnologie
Letland	Deltatechnologie	Watertechnologie	Duurzame procestechnologie
Litouwen	Blockchain	Deltatechnologie	Duurzame procestechnologie
Luxemburg	Offshore constructies & energie	Nanotechnologie	Robotica
Malta	Robotica	Deltatechnologie	Semicon
Polen	Duurzame procestechnologie	Smart logistics	Waterstof
Portugal	Smart logistics	Waterstof	Katalyse
Roemenië	Smart logistics	Smart cities - datagedreven bestuur	energieopslag
Slowakije	Offshore constructies & energie	Watertechnologie	Smart Industry
Slovenië	Duurzame procestechnologie	Offshore constructies & energie	Deltatechnologie
Spanje	Duurzame procestechnologie	Smart cities - datagedreven bestuur	Nanotechnologie
Zweden	Semicon	Smart cities - datagedreven bestuur	Smart logistics

Diverse Nederlandse ecosystemen worden vaak door buitenlandse ecosystemen als partners gezocht om samen te werken in O&I programma's. Dit betreft ecosystemen waarvan in Nederland sprake is van sterk aanwezige bedrijfssectoren, kennis en/of historie, zoals:

- Duurzame procestechnologie
- Watertechnologie
- Deltatechnologie
- Smart Cities
- Smart Logistics
- Offshore constructies en energie

Naast inzicht in de top 3 ecosystemen per land is ook gekeken naar de top 3 landen waar Nederland het meest mee samenwerkt per ecosysteem. Deze analyse is hieronder weergegeven in tabel 5.

Tabel 5 Top 3 landen waarmee Nederland het meeste samenwerkt in Horizon2020 projecten (per ecosysteem)

	Top 1	Top 2	Top 3
Artificial Intelligence	Duitsland	Spanje	Italië
Biobased energie / biobased fuels	Duitsland	Italië	Frankrijk
Biobased materialen	Duitsland	Spanje	Italië
Blockchain	Frankrijk	Duitsland	België
Chemische conversie en procestechnologie	Duitsland	Frankrijk	Italië
Circulaire materialen	Duitsland	Spanje	België
Civiele techniek	Duitsland	Frankrijk	België
Communicatie technologie	Duitsland	Spanje	Italië
Composieten	Duitsland	Frankrijk	Spanje
Cyber-security	Duitsland	Spanje	Frankrijk
Deltatechnologie	Duitsland	Italië; Spanje	
Duurzame procestechnologie	Spanje	Duitsland	Italië
Eiwittransitie	Duitsland	Italië	Spanje
Energieopslag	Duitsland	Frankrijk	Italië
Fotonica	Duitsland	Frankrijk	Italië
Groene en circulaire chemie	Duitsland	Frankrijk	Spanje
High Tech Systems	Duitsland	Frankrijk	Spanje
Industrial biotech	Duitsland	Spanje	Frankrijk
Katalyse	Duitsland	Frankrijk	Spanje
Nanotechnologie	Duitsland	Frankrijk	Spanje
Nieuwe materialen	Duitsland	Frankrijk	Spanje
Offshore constructies & energie	Duitsland	Spanje	Frankrijk
Petrochemie	Duitsland	Frankrijk	Italië
Quantumtechnologie	Duitsland	Italië	Frankrijk
Robotica	Duitsland	Frankrijk	Spanje
Semicon	Duitsland	Frankrijk	België
Sensoriek en meet- en detectietechnologie	Duitsland	Frankrijk	Italië
Smart cities - datagedreven bestuur	Spanje	Duitsland	Italië
Smart Industry	Duitsland	Spanje	Frankrijk
Smart logistics	Duitsland	Italië	België
Smart mobility	Duitsland	Frankrijk	Italië
Solar energy / pv	Duitsland	Frankrijk	Italië
Waterstof	Duitsland	Italië	Frankrijk
Watertechnologie	Duitsland	Spanje	Italië

Tabel 5 geeft voor elk geselecteerd ecosysteem weer met welke landen Nederland de meeste Horizon2020 projecten uitvoert. Hierbij valt op dat de meeste samenwerkingen in bijna elk ecosysteem met Duitsland zijn en anders staat Duitsland op plek twee. Daarnaast werken Nederlandse partijen veel samen met Franse, Spaanse en Italiaanse partijen. Dit komt overeen met het beeld uit figuur 4, waaruit blijkt dat dit de landen zijn met de hoogste aantallen Horizon2020 projecten.

5.3 Factoren die bijdragen aan verbondenheid

Samenwerking tussen actoren en verbondenheid tussen ecosystemen biedt voordelen, denk bijvoorbeeld aan het combineren van complementaire kennis en kunde, kennisuitwisseling en het realiseren van schaalvoordelen. In de interviews bleek dat de factoren die bijdragen aan de mate van verbondenheid per ecosysteem verschillend zijn, afhankelijk van o.a. het inhoudelijke thema, fase van volwassenheid, geografische oriëntatie en type ecosysteem. Op basis van

literatuuronderzoek, interviews en TNO's expertise op het gebied van orchestrating innovation kunnen we stellen dat in ieder geval de volgende factoren in generieke zin een rol spelen bij de mate van verbondenheid tussen ecosystemen:

- **Missiegedreven of Technologiegedreven:** Voor beide typen ecosystemen is verbondenheid van belang. Missiegedreven ecosystemen bestaan om een bepaald doel te verwezenlijken. Hiervoor is het vaak noodzakelijk om verschillende innovaties en technologieën te combineren. Om het doel (de missie) te bereiken is het dan noodzakelijk om goed verbonden te zijn, juist over technologiegrenzen heen. Technologiegedreven ecosystemen richten zich in de kern op de ontwikkeling van een bepaalde technologie. Verbondenheid in dit type ecosysteem zal zich vaker richten op dezelfde of aanpalende domeinen.
- **Samenwerking vs. Kennisbewaking:** In sommige ecosystemen wordt technologie ontwikkeld die niet of maar beperkt gedeeld mag worden. Dit kan vanuit het ecosysteem zelf worden bepaald (bijvoorbeeld bij IP-gevoelige kennis) of door wet- en regelgeving (bijvoorbeeld in dual use technologieën die ook militair kunnen worden toegepast). In ecosystemen waar dergelijke kennisbewaking een grotere rol speelt, zal minder sprake zijn van (internationale) verbondenheid.
- **Complementariteit in Strategic Innovation Assets:** Als twee landen complementaire Strategic Innovation Assets⁷ hebben, betekent dit dat ze verschillende sterke punten hebben die elkaar aanvullen en potentieel synergetische voordelen bieden bij samenwerking. Een hogere mate van complementaire assets in verschillende landen zal leiden tot een sterke verbondenheid.
- **Geografie doet er toe (op specifieke thema's):** Ecosystemen waar grensoverschrijdende thematieken spelen, zullen eerder internationaal verbonden zijn dan ecosystemen waar dit niet speelt. Ook bepaalt de thematiek van een ecosysteem met welke internationale partners meer of minder verbondenheid bestaat. Zo zal het ecosysteem rondom offshore constructies sterker verbonden zijn met andere landen die aan zee liggen.
- **Nationale oriëntatie: toepassing als speerpunt?:** Ecosystemen die gericht zijn op het oplossen van specifieke nationale uitdagingen zullen meer nationale verbondenheid vertonen dan ecosystemen waar de thematiek meer generiek/ internationaal gericht is. Zo is deltatechnologie een belangrijk ecosysteem voor de Nederlandse veiligheid. Nederland heeft veel kennis op dit gebied en deelt dit internationaal.
- **Volwassenheid ecosysteem:** Volwassen ecosystemen hebben vaak volwassen internationale netwerken van bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Ook is er tijd en mogelijkheid geweest om deze netwerken internationaal uit te bouwen. Echter, het kan ook zo zijn dat een jong ecosysteem sterk internationaal verbonden moet zijn omdat er nog maar weinig actoren beschikbaar zijn. Dit is ook weer afhankelijk van het specifieke ecosysteem.
- **Wet- en regelgeving:** Internationale verbondenheid van ecosystemen wordt gestimuleerd wanneer er overeenkomstige wet- en regelgeving is tussen verschillende landen. Wanneer er echter specifieke regels zijn die internationale samenwerking verhinderen (bijv. exportverboden) dan is de kans op internationale samenwerking kleiner.

⁷ Voor meer informatie over Strategic Innovation Assets zie: TNO (2019): Strategic Innovation Assets voor Nederland - Een hulpmiddel bij het analyseren van assets in het Nederlandse innovatiesysteem

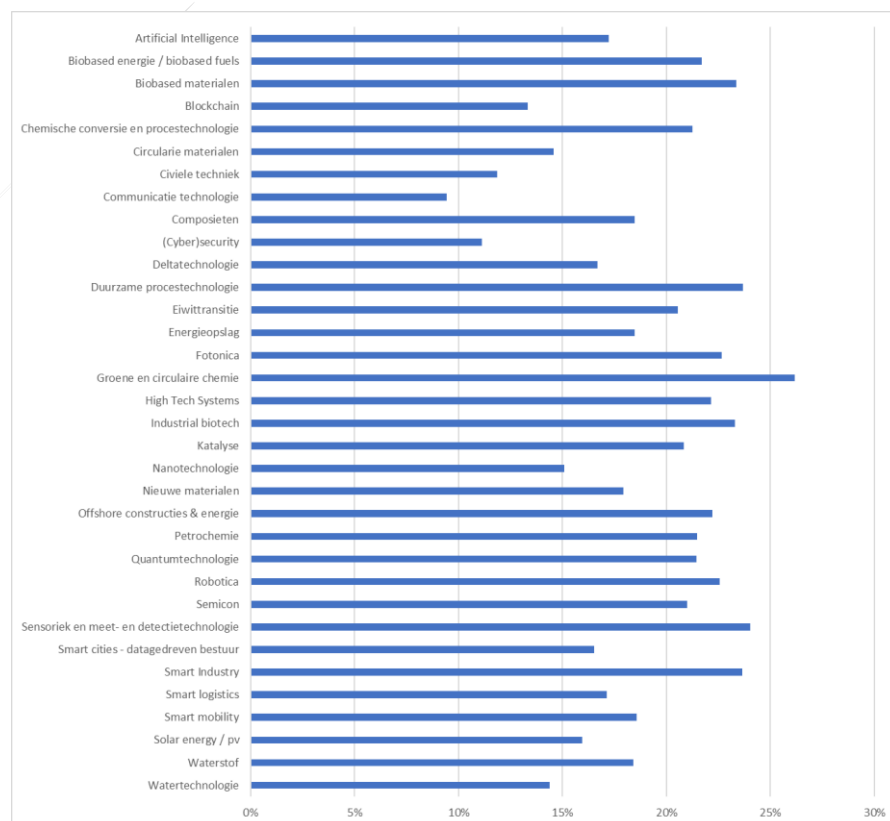
Hoe en onder welke omstandigheden deze mechanismen een grotere rol van betekenis spelen, kan op basis van de kwantitatieve analyse en de in deze studie afgenomen interviews niet in generieke zin gezegd worden. Om een meer gedetailleerd beeld te krijgen per ecosysteem of per inhoudelijk onderwerp, is vervolgonderzoek nodig. Daar komt bij dat elk ecosysteem andere karakteristieken en dynamiek kent. Daarom is voor de analyse van een ecosysteem altijd maatwerk nodig.

6 Inhoudelijke bevindingen Kennisvraag 3

Kennisvraag 3 luidt: *Wat is de rol van Nederland in Europese O&I ecosystemen en hoe doen andere lidstaten dit? In welke ecosystemen liggen goede kansen om deze rol uit te breiden, en wat zijn deze kansen?*

6.1 Nederland als leider in O&I samenwerkingsprojecten

Landen kunnen verschillende rollen in een ecosysteem spelen. In het theoretisch kader wordt daarvoor het voorbeeld geschetst van innovatieleiders en innovatievolgers zoals gebruikt in de *Innovation Scoreboard* van de Europese Commissie. In deze studie worden innovatieleiders en innovatievolgers geoperationaliseerd door te kijken naar de mate waarin Nederlandse actoren de rol van coördinator binnen een Horizon2020 project op zich nemen. Zo'n leidende rol zien we als indicatie voor hoeveel slagkracht een ecosysteem in Nederland heeft om in Europa een samenwerking te leiden. Het gegeven dat Nederlandse actoren bereid zijn om een Europees onderzoeksproject op te zetten en te leiden duidt allereerst op belang dat wordt gehecht aan het inhoudelijke onderwerp. Dit impliceert tevens dat Nederlandse partijen toonaangevende expertise hebben op dit onderwerp. Die leidende rol wordt de Nederlandse partij door andere Europese deelnemers in Horizon2020 immers ook gegund. In die zin kan een coördinerende/leidende rol ook gezien worden als indicatie voor erkenning van de kennis, expertise en organiserende kracht van Nederlandse partijen.



Figuur 7 Aandeel Nederland als coördinator in Horizon2020 projecten per ecosysteem

Nederlandse actoren spelen in 19% van de Horizon2020 projecten een coördinerende rol. Om een vergelijkend beeld te scheppen is deze analyse ook uitgevoerd voor Duitsland, Zweden en Spanje. Tevens is bekeken wat de gemiddelde omvang is van projecten waarin partijen uit deze landen coördinator zijn (zie tabel 5).

Tabel 6 Aandeel van de projecten met een coördinerende rol en gemiddelde omvang van die projecten - Nederland, Duitsland, Zweden en Spanje

	Coördinerende rol (% van totaal projecten)	Gemiddelde omvang projecten met coördinerende rol (€)
Nederland	19%	€ 500.300,-
Duitsland	17%	€ 450.900,-
Zweden	15%	€ 524.400,-
Spanje	12%	€ 426.200,-

In vergelijking met deze landen hebben Nederlandse spelers relatief vaak een leidende rol in Horizon 2020 projecten. Daarmee kunnen we stellen dat er in Nederland over het algemeen meer dan gemiddelde slagkracht is om een Europese samenwerking te leiden. De gemiddelde omvang van project waar een partij uit Nederland een coördinerende rol speelt, is groter dan in Duitsland en Spanje, maar kleiner dan in Zweden.

De Top 5 van ecosystemen waarin Nederlandse partijen relatief vaak een coördinerende (leidende) rol in Europese samenwerkingen op zich nemen betreft:

- Groene en circulaire chemie
- Sensoriek en meet- en detectietechnologie
- Duurzame procestechnologie
- Smart Industry
- Biobased Materialen

In deze top 5 zien we bijvoorbeeld raakvlakken met kennissterktes, technologiesterktes en economische specialisaties die Nederland heeft in de Chemische industrie en Hightech industrie⁸. Dit ondersteunt onze gedachte dat een coördineerde/leidende rol in Horizon 2020 projecten een indicatie is voor aanwezige sterktes en slagkracht. Dit beeld wordt versterkt door gehonoreerde projecten binnen het Nationaal Groeifonds.

De vijf ecosystemen waarin Nederlandse partijen het minst vaak een coördinerende (leidende) rol spelen zijn:

- Communicatie technologie
- (Cyber)security
- Civiele Techniek
- Blockchain
- Watertechnologie

Uit de Horizon 2020 data kan niet worden opgemaakt waarom Nederlandse partijen op deze vijf onderwerpen minder vaak een leidende of coördinerende rol hebben.

⁸ TNO Portfolioanalyse 2022 en TNO Whitepaper 'De Waarde van de Nederlandse industrie' (TNO, 2023).

Mogelijk hebben actoren in andere Europese landen een relatief sterkere kennispositie op deze onderwerpen.

6.2 In welke ecosystemen liggen kansen voor Nederland om deze rol uit te breiden?

Op basis van de eerste inzichten uit de interviews en expertise van TNO kunnen we drie hoofdstrategieën benoemen om de rol van Nederland in Europese O&I-ecosystemen uit te breiden:

Specialisaties benutten

In ecosystemen waar Nederlandse partijen een (belangrijke) rol spelen is vaak sprake van specifieke kennis op onderdelen van de waardeketen of bepaalde niches. Het is in veel gevallen voor Nederland niet mogelijk of wenselijk om een rol te spelen in de gehele keten. Specialisatie op aspecten kan Nederland (verder) onmisbaar maken in de mondiale waardeketen. Een voorbeeld hiervan is de positie van Nederland in de mondiale waardeketen van chip productie: de machines van ASML zijn een essentieel onderdeel in de gehele waardeketen.

Dit speelt met name in volwassen ecosystemen waar Nederlandse spelers een belangrijke rol spelen. Dit zijn onder meer ecosystemen waar Nederlandse partijen vaak als samenwerkingspartner gevraagd worden, zoals de offshore industrie, semicon of duurzame procestechnologie. Maar ook voor het Delta ecosysteem bestaan hier kansen: Nederland is een erkend leider, en zal dat moeten blijven om de gevolgen van klimaatverandering aan te kunnen (mitigatie).

Bestaande ecosystemen uitbouwen

Dit betreft het gebruiken van aanwezige kennis, specialisaties en netwerken in al bekende (sterke) ecosystemen in slimme nieuwe combinaties of in aanpalende ecosystemen. Een voorbeeld is het gebruik van kennis van de ondergrond en kennis van offshore industrie voor het ontwerpen, bouwen en plaatsen van constructies voor windmolenparken in de Noordzee.

Opbouwen van nieuwe activiteiten

Dit geldt met name voor jonge ecosystemen waar veel Nederlandse aanknopingspunten zitten, maar die nog beperkt zijn in omvang of een rol als coördinator. Quantum is een voorbeeld waar veel potentie lijkt te zijn voor Nederland: (nog) een sterke nationale oriëntatie, maar wel al een geprefereerde partner voor andere landen in Europa. Tevens zijn er afgelopen jaren enkele internationale partijen naar Nederland gekomen om zich hier in het ecosysteem te vestigen.

Met dit in het achterhoofd heeft TNO op eigen initiatief een vervolgstap gezet. Mede getriggerd door de ontwikkelingen in de Nationale Technologie Strategie hebben we zelf een eerste spiegeling uitgevoerd van de herijkte Sleuteltechnologieën aan de O&I-ecosystemen uit deze analyse. De eerste bevindingen hiervan zijn opgenomen in hoofdstuk 7 en in een separate bijlage is de gehele analyse toegevoegd. Hiermee worden de resultaten in breder perspectief geplaatst en kunnen daarmee een toepassing krijgen.

7 Bevindingen en conclusies

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft verzocht meer inzicht te geven in de samenhang tussen Nederlandse en Europese onderzoeks- en innovatie-ecosystemen en de factoren die hierin een rol spelen. Hierbij stonden drie kennisvragen centraal. Hieronder worden deze kennisvragen één voor één behandeld. Per kennisvraag worden enkele belangrijke bevindingen benoemd en wordt afgesloten met een conclusie. Ook is een spiegeling gemaakt tussen de O&I ecosystemen en de recent herijkte lijst van sleuteltechnologieën. Deze bevindingen zijn opgenomen in paragraaf 7.4.

7.1 Typologie van O&I ecosystemen

Kennisvraag 1 luidt: *‘Wat voor typologie kan gebruikt worden voor het in kaart brengen van de Nederlandse en Europese O&I ecosystemen?’*. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen en conclusies besproken.

Bevindingen

Vergelijkbare ecosystemen worden in Nederland en Europa anders genoemd en benaderd. Om die reden is het noodzakelijk om onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland en Europa op uniforme ‘grijpbaar’ te maken.

Onze typologie is opgebouwd vanuit de ordening van verschillende verschijningsvormen van ‘ecosystemen’. Industriële ecosystemen en onderzoeks- en innovatie-ecosystemen hebben we daarin als hoofdcategorieën geïdentificeerd binnen de groep ecosystemen die grensoverschrijdend opereren. Onderzoeks- en innovatie ecosystemen zijn vervolgens onder te verdelen in drie subcategorieën: technologie gedreven O&I ecosystemen, maatschappelijke uitdaging gedreven O&I ecosystemen en kennisgedreven O&I ecosystemen.

Deze ordening van ecosystemen is behulpzaam om onderzoeks- en innovatie-activiteiten in Nederland en Europa te groeperen langs hun inhoudelijke focusgebieden en prioriteiten. Deze inhoudelijke dimensies van verschillende type ecosystemen relateren onder andere aan maatschappelijke opgaven en transities, sleuteltechnologieën/Key Enabling Technologies, missies en de beleidscontext in Nederland en Europa.

Uit een analyse van literatuur en beleidsdocumenten blijkt dat vanuit Europa niet zozeer wordt geredeneerd vanuit *onderzoeks- en innovatie-ecosystemen*, maar dat er meer tractie bestaat op *industriële ecosystemen*. Wel komen in de EU beleidslijnen geregeld dezelfde thematische onderwerpen aan bod als in de Nederlandse O&I-ecosystemen. Zo blijkt dat er relatief veel Nederlandse ecosystemen te koppelen zijn aan de bredere Europese industriële ecosystemen. Er kunnen bijvoorbeeld negen Nederlandse O&I-ecosystemen gekoppeld worden aan ‘ICT and Industry 4.0’. Aan enkele andere Europese industriële ecosystemen, zoals ‘Energy storage’, zijn minder Nederlandse ecosystemen te koppelen.

Nederland herbergt rond elk van de Europese KETs/Sleuteltechnologieën O&I-ecosystemen. Vooral ‘Advanced manufacturing technologies’ en ‘Advanced (nano)

materials' zijn er relatief veel Nederlandse ecosystemen. Binnen de Europese missies heeft Nederland O&I-ecosystemen op specifieke onderwerpen. Zo relateren negen Nederlandse O&I-ecosystemen aan de door Horizon Europe gedefinieerde missie, 'Climate-neutral and smart cities'. Voorts valt op dat er aan de in Horizon Europe gedefinieerde missie, 'Cancer', geen Dialogic ecosysteem gekoppeld kan worden. Dit impliceert overigens niet dat er in Nederland überhaupt geen gecoördineerde O&I-activiteiten rondom dit onderwerp zijn. In 2020 is dit onderwerp door Dialogic in ieder geval niet als O&I-ecosysteem geïdentificeerd.

Een belangrijke observatie bij het toedelen van ecosystemen naar type (industriële ecosystemen, technologiegedreven O&I-ecosystemen en maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen) was dat veel van de geselecteerde ecosystemen niet exclusief in één van deze drie categorieën gevat konden worden. Zo maken de meeste Dialogic ecosystemen die we hebben geclassificeerd als technologiegedreven O&I ecosystemen ook onderdeel uit van een industrieel ecosysteem. Ook binnen O&I ecosystemen overlappen verschillende typen ecosystemen met elkaar. Daarnaast valt op dat veel van de Nederlandse O&I-ecosystemen sterke raakvlakken hebben met de door de Europese Commissie benoemde 14 industriële ecosystemen. Kortom: we zien dat inhoudelijk vergelijkbare ecosystemen verschillend worden getypeerd in Nederland en Europa. Dit maakt dat een analyse van verschillen in verbondenheid op basis van typen ecosystemen niet eenduidig te interpreteren is.

Conclusies

Er is een conceptueel onderscheid tussen industriële ecosystemen en onderzoeks- en innovatie-ecosystemen. In de praktijk (bij het toedelen van ecosystemen naar categorieën) is er echter sprake van veel overlap. Één ecosysteem kan meerdere typeringen hebben. Met betrekking tot de bruikbaarheid van de door ons gemaakte typologie van ecosystemen concluderen wij daarom dat er onvoldoende onderscheid te maken is om onze starthypothese zinvol te toetsen. Onze starthypothese was dat verbondenheid per type ecosysteem op een andere manier aan de orde is of tot uiting kan komen. Deze hypothese hebben we in het vervolg van het onderzoek terzijde gelegd (aangezien we deze niet zinvol konden toetsen, kunnen we deze noch bevestigen noch verwerpen).

Analyse van verbondenheid op basis van overlap in inhoudelijke activiteiten en prioriteiten van ecosystemen heeft meer zin. In het vervolg van de onze analyse naar verbondenheid tussen Nederlandse en Europese ecosystemen hebben wij daarom ingezoomd op de vraag in hoeverre inhoudelijke gerelateerde ecosystemen in Nederland en Europa met elkaar verbonden zijn.

Daarbij is bij die analyse van verbondenheid geen verder onderscheid gemaakt in de typen industriële ecosystemen, technologiegedreven O&I-ecosystemen en maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen. Onze ordening van ecosystemen langs de hoofdcategorieën 'Industriële ecosystemen en O&I-ecosystemen (met daarbinnen de drie subcategorieën) diende in het vervolg van ons onderzoek primair als hulpmiddel om onderzoeks- en innovatie-activiteiten in Nederland en Europa te groeperen langs hun inhoudelijke focusgebieden en prioriteiten.

7.2 Verbondenheid van Nederlandse O&I ecosystemen met Europese O&I ecosystemen

Kennisvraag 2 luidt: *‘Hoe en in hoeverre zijn de geselecteerde Nederlandse O&I ecosystemen verbonden met de Europese O&I ecosystemen? En wat zijn de belangrijkste factoren voor deze verbondenheid?’*. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen en conclusies puntsgewijs besproken.

Bevindingen

- In de kwantitatieve analyse in deze studie operationaliseren we verbondenheid in ecosystemen door samenwerkingen tussen individuele partijen binnen ecosystemen op basis van gezamenlijke onderzoeksprojecten in Horizon2020.
- Nederland is betrokken bij ruim 6.000 Horizon 2020 projecten, dat is ongeveer 22% van alle Horizon2020 projecten.
- Nederland is het op vier na grootste land in termen van het totaal aantal projectdeelnemingen (na Duitsland, Spanje, Frankrijk en Italië).
- Ruim drie kwart (76%) van de projecten waar Nederland bij betrokken is, vond in samenwerking plaats; voor Horizon2020 als geheel is dit aantal ongeveer 50%.
- Nederlandse ecosystemen werken meer dan het Europese gemiddelde samen met Europese partners in consortia – dat zien we over alle ecosystemen heen.
- Alle geïdentificeerde Nederlandse ecosystemen zijn verbonden met Europese ecosystemen via H2020 onderzoekssamenwerkingen. Er is echter nooit sprake van volledige overlap – er zijn ook onderdelen die alleen binnen Nederland plaatsvinden.
- De economische omvang van Horizon2020 projecten verschilt sterk per ecosysteem. De ecosystemen ‘Nieuwe Materialen’, ‘Smart Mobility’ en ‘Chemische conversie en procestechnologie’ waren de ecosystemen met de grootste omvang in H2020 projecten. Blockchain, Deltatechnologie, Quantumtechnologie en Duurzame procestechnologie waren de ecosystemen met de kleinste omvang in H2020 projecten.
- Diverse Nederlandse ecosystemen worden vaak door buitenlandse ecosystemen als partners gezocht om samen te werken in O&I programma’s. Dit betreft ecosystemen waarvan in Nederland sprake is van sterk aanwezige bedrijfssectoren, kennis en/of historie, zoals: Duurzame procestechnologie, Watertechnologie, Deltatechnologie, Smart Cities, Smart Logistics en Offshore constructies en energie.
- Duitsland is de grootste samenwerkingspartner voor bijna elk (Nederlands) ecosysteem met Duitsland. Daarnaast werken Nederlandse partijen veel samen met Franse, Spaanse en Italiaanse partijen.
- Factoren die bijdragen aan de mate van verbondenheid per ecosysteem lopen uiteen, afhankelijk van o.a. het inhoudelijke thema, fase van volwassenheid, geografische oriëntatie en type ecosysteem.

Conclusies

Nederlandse O&I ecosystemen zijn – via de individuele actoren die samenwerken in Horizon 2020 projecten – sterk verbonden met Europese O&I ecosystemen. Van het totaal aantal Nederlandse deelnemers in Horizon 2020 projecten betreft 28 procent bedrijven, 22 procent researchinstellingen, 40 procent universiteiten en 9 procent overheid en overige instellingen. Voor vrijwel alle Nederlandse

ecosystemen geldt dat zij sterker verbonden zijn dan het Europees gemiddelde, maar er is wel verschil tussen ecosystemen zichtbaar. Er valt in generieke zin echter niet te zeggen welke karakteristieken de mate van verbondenheid bepalen. Om een gedetailleerd beeld te krijgen van een ecosysteem is maatwerk nodig.

7.3 De rol van Nederland in Europese O&I ecosystemen

Kennisvraag 3 luidt: *‘Wat is de rol van Nederland in Europese O&I ecosystemen ten opzichte van andere lidstaten? En in welke ecosystemen liggen goede kansen om deze rol uit te breiden, en wat zijn deze kansen?’* Hieronder worden de belangrijkste bevindingen en conclusies puntsgewijs besproken.

Bevindingen

- In deze studie operationaliseren we de rol in ecosystemen door te kijken naar hoe vaak een Nederlandse partner een coördinerende rol speelt in Horizon2020 projecten.
- Nederlandse actoren spelen in 19% van de Horizon2020 projecten een coördinerende rol. Om een vergelijkend beeld te scheppen is deze analyse ook uitgevoerd voor Duitsland, Zweden en Spanje. De benchmark voor deze landen is respectievelijk, 17%, 15, en 12%.
- De gemiddelde omvang van project waar een partij uit Nederland een coördinerende rol speelt, is groter dan in Duitsland en Spanje, maar kleiner dan in Zweden.
- De Top 5 van Nederlandse ecosystemen die relatief vaak een coördinerende (leidende) rol in Europese samenwerkingen op zich nemen zijn: Groene en circulaire chemie, Sensoriek en meet- en detectietechnologie en Duurzame procestechnologie.
- De vijf ecosystemen waarin Nederlandse partijen het minst vaak een coördinerende (leidende) rol spelen zijn: Communicatie technologie, (Cyber)security, Civiele Techniek, Blockchain, Watertechnologie.
- Op basis van de eerste inzichten zijn er drie hoofdstrategieën om de rol van Nederland in Europese O&I-ecosystemen uit te breiden: specialisaties uitnutten, bestaande ecosystemen uitbouwen, opbouwen van nieuwe activiteiten.

Conclusies

In vergelijking met andere landen nemen Nederlandse spelers relatief vaak een leidende rol. Daarmee is er in Nederland over het algemeen meer dan gemiddelde slagkracht om een Europese samenwerking te leiden. Een coördinerende/leidende rol kan gezien worden als indicatie voor aanwezigheid én erkenning van de kennis, expertise en organiserende kracht van Nederlandse partijen. Niet alleen omdat Nederlandse actoren aantoonbaar belang hechten aan het leiden/coördineren van een Europees onderzoeksproject op het betreffende onderwerp; ook omdat die rol door andere deelnemers aan Horizon 2020 wordt gegund aan de Nederlandse partijen.

7.4 Spiegeling van O&I ecosystemen aan Sleuteltechnologieën

TNO heeft naar aanleiding van het beschikbaar komen van de herijkte lijst van sleuteltechnologieën⁹ een vervolgstap gezet op basis van de analyse van Nederlandse O&I ecosystemen in Europees verband en de onderliggende dataset. Deze analyse van Nederlandse O&I ecosystemen is gekoppeld aan de sleuteltechnologieclusters van de recent herijkte lijst met sleuteltechnologieën. Het doel van deze koppeling (spiegeling) is de sleuteltechnologieën matchen met de O&I ecosystemen. Hiermee proberen we een (grof) beeld te schetsen van de O&I ecosystemen die betrekking hebben op de verschillende sleuteltechnologieclusters. Daarbij kijken we specifiek naar de rol van Nederland in Europese samenwerking op deze O&I ecosystemen. Op basis van expert judgement zijn voor elk van de 8 sleuteltechnologieclusters één of meerdere relevante O&I ecosystemen geselecteerd. Voor deze O&I ecosystemen is de Europese samenwerking geanalyseerd op basis van Horizon2020 projecten.

De belangrijkste bevindingen uit deze spiegeling worden hieronder weergegeven. De gehele analyse inclusief methodebeschrijving is toegevoegd als separate bijlage.

Bevindingen

- De spiegeling geeft een eerste inzicht in de overlap tussen de herijkte sleuteltechnologieën en in Nederland aanwezige O&I ecosystemen op basis van inhoudelijke koppeling. Op alle Sleuteltechnologie clusters (ST clusters) is een koppeling te maken met Nederlandse O&I ecosystemen, maar niet in alle gevallen is de koppeling even sterk.
- De ST clusters 'Engineering & fabrication technologies', 'Chemical technologies' en 'Digital and information technologies' zijn allen te koppelen aan 5 verschillende O&I ecosystemen. Voor deze ST clusters is dus een goede vertegenwoordiging in verschillende O&I ecosystemen in Nederland.
- In het ST cluster Digital & Information technologies lijkt ruimte voor groei in Europese samenwerking.
- Het ST cluster Chemical Technologies is goed Europees verbonden en Nederland speelt hier een voorlopersrol.
- Op het gebied van Engineering & fabrication technologies is er een aanzienlijke omvang van H2020 projecten. Nederland neemt internationaal een leidende rol in niches.
- Het ST cluster 'Quantum Technologies' is slechts aan één O&I ecosysteem te koppelen, maar Nederland is wel goed gepositioneerd om de Europese samenwerking verder uit te bouwen.
- Ook het ST Cluster 'Nanotechnology' is slechts te koppelen aan 1 O&I ecosysteem, maar scoort gemiddeld in EU samenwerking.
- Het ST Cluster 'Life Science & Biotechnology' is op basis van deze analyse niet goed te koppelen.
- Er zijn twee O&I ecosystemen gekoppeld aan het ST cluster Photonics. Nederland werkt meer dan gemiddeld samen met EU partners in Horizon2020 projecten en er lijkt er potentie voor de toekomst aanwezig.

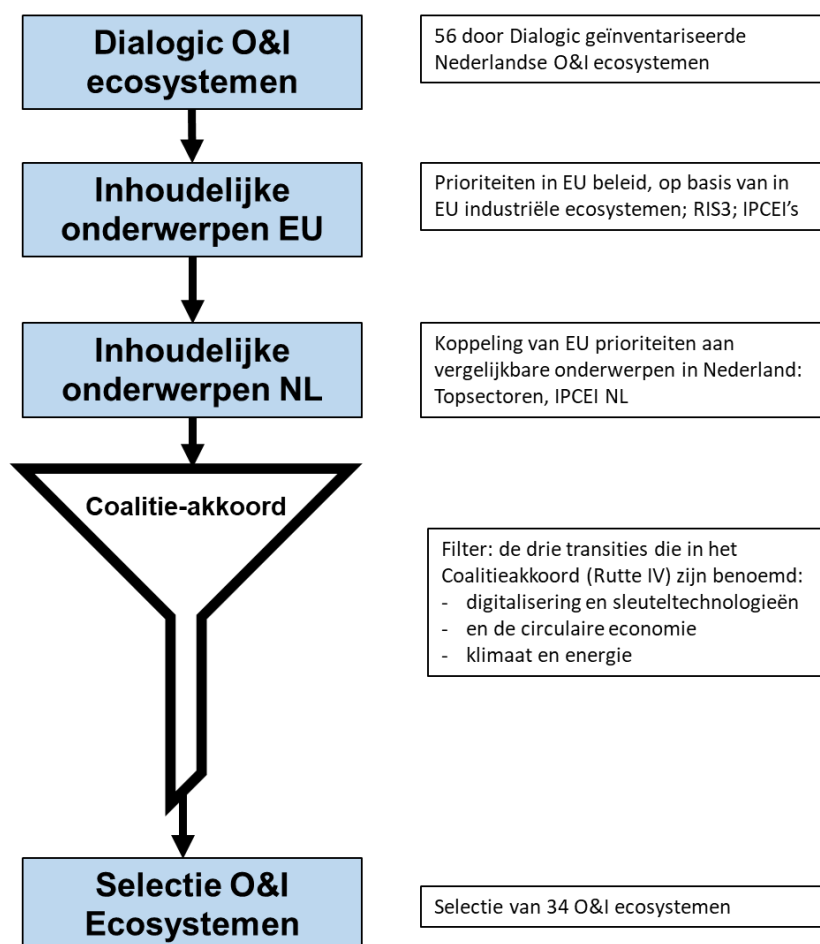
⁹ TNO en NWO (2023). Herijking sleuteltechnologieën 2023.

- Het ST cluster Advanced Materials is gekoppeld aan drie O&I ecosystemen. In vergelijking met andere landen werkt Nederland meer dan gemiddeld samen in Horizon2020 projecten.

8 Methodologie bijlage

8.1 Selectie van O&I ecosystemen

Deze studie bouwt voort op de inventarisatie van Nederlandse O&I-ecosystemen van Dialogic (2020), waarin 56 verschillende ecosystemen zijn geïdentificeerd. Verbondenheid is te verwachten op basis van inhoudelijke raakvlakken (overlap en complementariteit) tussen Nederlandse en Europese ecosystemen. Vanuit deze gedachte hebben we daarom aan de hand van prioriteiten in het Europese innovatie- en industriebeleid geïnventariseerd op welke inhoudelijke onderwerpen Europese O&I-ecosystemen actief zijn, en in welke categorie deze ecosystemen het best te plaatsen zijn. Het is dus van belang dat er zowel in Nederland als in Europa sprake is van prioriteiten in beleid. De scope van de analyse hebben we beperkt tot Dialogic ecosystemen die relateren aan de drie transities die in het Coalitieakkoord (Rutte IV) zijn benoemd: klimaat en energie, digitalisering en sleuteltechnologieën, en de circulaire economie. In de onderstaande figuur wordt dit grafisch weergegeven.



Figuur 8 Methode selectie ecosystemen

Op basis van desk research en expertkennis binnen TNO zijn de inhoudelijke prioriteiten uit EU en Nederlands beleid gekoppeld aan de 56 O&I ecosystemen zoals geïnventariseerd door Dialogic (zie onderstaande paragraaf). Vervolgens is gekeken welke van deze inhoudelijke onderwerpen overeenkomen met de drie transities uit het coalitieakkoord, wederom op basis van TNO expertise. De 34 ecosystemen die gekoppeld zijn aan deze onderwerpen worden in deze studie gebruikt voor de analyse van Kennisvragen 2 en 3. Het betreft de 34 onderstaande ecosystemen:

- Nieuwe materialen
- Composieten
- Circulaire materialen
- Biobased materialen
- Petrochemie
- Waterstof
- Biobased energie / biobased fuels
- Groene en circulaire chemie
- Industrial biotech
- Duurzame procestechnologie
- Chemische conversie en procestechnologie
- Katalyse
- Energieopslag
- Solar energy / pv
- Civiele techniek
- Offshore constructies & energie
- Deltatechnologie
- Watertechnologie
- Eiwittransitie
- Quantumtechnologie
- Fotonica
- Nanotechnologie
- Semicon
- High Tech Systems
- Smart Industry
- Sensoriek en meet- en detectietechnologie
- Robotica
- Smart logistics
- Smart mobility
- Artificial Intelligence
- (Cyber)security
- Smart cities - datagedreven bestuur
- Blockchain
- Communicatie technologie

8.2 Prioriteiten in het Europese innovatie- en industriebeleid, inclusief indeling naar type ecosysteem

In onderstaande tabellen vatten we de inhoudelijke prioriteiten van de EU en Nederland samen langs elementen uit beleid. Het doel van deze samenvatting is om in meer detail inzichtelijk te maken op welke onderwerpen verbondenheid

tussen onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland en elders in Europa kan bestaan, omdat inhoudelijke prioriteiten overlappen.

In de eerste kolom van de tabellen staan de inhoudelijke onderwerpen die worden geprioriteerd in de beleidslijnen van de EU. Om duplicatie te voorkomen zijn deze onderwerpen soms geclusterd. Het inhoudelijke onderwerp Cyber security is namelijk zowel een prioriteit in RIS3 als een prioriteit in een van de 14 industriële ecosystemen, namelijk Digital technologies. In de tweede kolom staat voor het Nederlandse beleid het vergelijkbare onderwerp. In de derde kolom zijn de corresponderende Dialogic ecosystemen toegevoegd. De drie tabellen zijn samengesteld op basis van desk research in combinatie met expertkennis over de O&I ecosystemen.

Vervolgens zijn de inhoudelijke prioriteiten geïdentificeerd die bijdragen aan de drie transities die in het Coalitieakkoord worden benoemd: klimaat en energie, digitalisering en sleuteltechnologieën, en de circulaire economie. Deze inhoudelijke prioriteiten met raakvlakken aan de thema's uit het Coalitieakkoord hebben in de drie onderstaande tabellen een oranje achtergrond.

Tabel 7 Inhoudelijke koppeling industriële ecosystemen in EU en Nederland

Inhoudelijke onderwerpen EU (* refereert naar een onderwerp dat aan bod komt in EU industriële ecosystemen; † refereert naar een onderwerp dat aan bod komt in de RIS3; ‡ refereert naar een onderwerp dat aan bod komt in de IPCEI's.)	Vergelijkbare onderwerpen NL (Topsectoren, IPCEI NL)	Dialogic ecosystemen NL
Aerospace and Defence ecosystem* †	Topsector High Tech Systemen & Materialen (Holland High Tech)	Composieten Maritiem Ruimtevaart/space Luchtvaart
Agri-Food Ecosystem* †	Topsector Agri-Food Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen	Gezond voedsel Eiwittransitie Sierteelt Plantveredeling & zaadtechnologie Voedseltechnologie
Cultural and Creative Industries ecosystem*	Topsector Creatieve industrie	Gaming Design Cultureel erfgoed Onderwijs- en kennisontwikkeling
Digital Ecosystem*, (incl. Cybersecurity‡)	Topsector ICT (Dutch digital delta)	Artificial Intelligence Smart cities - datagedreven bestuur (Cyber)security Blockchain
Electronics Ecosystem*, (incl. Micro-elektronica‡ en High-performance computing‡)	Topsector High Tech Systemen & Materialen (Holland High Tech)	Sensoriek en meet- en detectietechnologie Fotonica Nanotechnologie Semicon Quantumtechnologie
Energy-Intensive Industries Ecosystem*, (incl. Low-CO2 emission industry ‡)	Chemie (Chemistry NL) Topsector Energie Topsector	Biobased energie / biobased fuels Groene en circulaire chemie Petrochemie Waterstof

		Chemische conversie en procestechnologie Duurzame procestechnologie Katalyse
Energy – Renewables Ecosystem* †		Offshore constructies & energie Biobased energie/ biobased fuels Energieopslag Solar energy / pv
Health Ecosystem* †. (incl. Smart health‡)	Topsector Life sciences & health (Health Holland) Verkenning IPCEI Health	Langer gezond leven (+5 jaar) en minder verschillen tussen SES-groepen (-30%) EMA Leefstijl en leefomgeving Zorg op de juiste plek Mensen met chronische ziekten Mensen met dementie en hun mantel(zorgers)
Mobility – Transport – Automotive Ecosystem*† (incl. Connected, clean and autonomous vehicles ‡)	Topsector Logistiek	Automotive Productielogistiek & warehousing technology Smart logistics Smart mobility Havenlogistiek Smart cities – data gedreven bestuur
Materials and Advanced Manufacturing†	Topsector High Tech Systemen & Materialen (Holland High Tech)	Nieuwe materialen Composieten Circulaire materialen Biobased materialen
Clean Tech and Circular Economy†	Topsector Chemie (Chemistry NL) IPCEI Waterstof	Petrochemie Waterstof Groene en circulaire chemie Industrial biotech Duurzame procestechnologie Katalyse Circulaire materialen Biobased materialen
ICT and Industry 4.0† (incl. Industrial Internet of Things‡)	Topsector High Tech Systemen & Materialen (Holland High Tech) IPCEI Micro-elektronica 2 IPCEI Cloudinfrastructuur en Diensten	Fotonica Nanotechnologie Semicon High Tech Systems Smart Industry Sensoriek en meet- en detectietechnologie Robotica Artificial Intelligence Communicatie technologie (Cyber)security Blockchain

Energy storage [†] (incl. Batteries [‡] en Hydrogen technologies and systems [‡])	Topsector Energie IPCEI Waterstof	Energieopslag Waterstof Chemische conversie en procestechnologie Katalyse
Blue Growth (water) [†]	Topsector Water & Maritiem	Maritiem Offshore constructies & energie Duurzame visserij Watertechnologie

Tabel 8 Inhoudelijke koppeling technologiegedreven ecosystemen in EU en Nederland

Inhoudelijke onderwerpen EU (Key Enabling Technologies)	Vergelijkbare onderwerpen NL (sleuteltechnologieën)	Dialogic ecosystemen NL
Advanced manufacturing technologies	Engineering- en fabricagetechnologieën	High Tech Systems Smart Industry Sensoriek en meet- en detectietechnologie Robotica Communicatie technologie
Advanced (nano) materials	Geavanceerde materialen	Nieuwe materialen Composieten Circulaire materialen Biobased materialen Nanotechnologie
Life Science Technologies	Life science technologieën	Biobased materialen Industrial Biotech Eiwittransitie
Micro/Nanoelectronics and photonics	Fotonica en lichttechnologieën Quantumtechnologieën Nanotechnologieën	Quantumtechnologie Fotonica Nanotechnologie Semicon High Tech Systems
Artificial Intelligence	Quantumtechnologieën Digitale technologieën	Quantumtechnologie Artificial intelligence
Security and connectivity technologies	Digitale technologieën	(Cyber)security Blockchain Communicatie technologie
	Chemie	Groene en circulaire chemie Duurzame procestechnologie Chemische conversie en procestechnologie Katalyse

Tabel 9 Inhoudelijke koppeling maatschappelijke uitdaging gedreven ecosystemen in de EU en Nederland

Inhoudelijke onderwerpen EU (Missies uit Horizon Europe)	Vergelijkbare onderwerpen NL (Missie gedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid NL)	Dialogic ecosystemen NL
Healthy oceans, seas, coastal zones & inland waters	Thema landbouw, water, voedsel: Veilige zee, oceanen, wateren	Duurzame visserij Water technologie Maritiem Deltatechnologie Offshore constructieve & energie
Climate-neutral and smart cities	CO2 vrije gebouwde omgeving	Smart logistics Smart mobility Smart cities - datagedreven bestuur
Soil, health & food	Thema landbouw, Water en Voedsel Gezond & veilig voedsel / Kringlooplandbouw	Gezond voedsel Eiwittransitie Sierteelt Plantveredeling & zaadtechnologie Voedseltechnologie Water technologie
	Centrale missie: langer gezond Zorg in de leefomgeving	Langer gezond leven (+5 jaar) en minder verschillen tussen SES-groepen (-30%) EMA Leefstijl en leefomgeving zorg op de juiste plek Mensen met chronische ziekten Mensen met dementie en hun mantel(zorgers)
Climate adaptation, including social transformation.	Klimaatbestendig Landelijk & stedelijk gebied	Deltatechnologie Watertechnologie

8.3 Koppeling Dialogic O&I ecosystemen aan CORDIS labels

Elk Horizon2020 project in de CORDIS database is voorzien van één of meerdere labels die het onderwerp van het project beschrijven (de euroSciVocPath variabele). Deze labels zijn gebaseerd op 'pathways' die tot maximaal zes sub-labels gaan. In de meest uitgewerkte vorm van deze 'pathways' zijn er in de database in totaal 1.034 labels. Om dit aantal te limiteren zijn, hebben wij tot maximaal het 3^e 'pathway' sub-label niveau gekeken. Op dit niveau resteren er 429 specifieke labels. Ieder project kan vanuit verschillende 'pathways' meerdere labels hebben. Alle unieke termen op het 3^e sub-label niveau hebben we gegroepeerd per project ID-nummer. Het eindresultaat van deze eerste stap in de koppeling ziet er dan als volgt uit (voorbeeld van twee project ID's):

projectID	Labels combined
737043	optics / pharmacology and pharmacy / public health / physical chemistry / classical mechanics
737955	veterinary sciences / government systems / pure mathematics / vehicle engineering /

Als volgende stap zijn de Horizon2020 projecten gekoppeld aan de selectie van 34 Dialogic ecosystemen. Hiertoe is op basis van TNO expert judgement allereerst bepaald welke van de 429 labels relevant zijn voor de Dialogic ecosystemen. Sommige labels zijn zeer generiek en relateren daarmee aan te veel ecosystemen. Om deze reden zijn onderstaande 30 labels verwijderd:

Verwijderde generieke labels

applied mathematics
applied mechanics
chemical engineering
chemical process engineering
chemical sciences
computational science
computer and information sciences
data science
electrical engineering
electronic engineering
engineering and technology
manufacturing engineering
materials engineering
mathematical model
mathematics
mechanical engineering
microbiology
microtechnology
molecular and chemical physics
molecular biology
natural sciences
numerical analysis
other engineering and technologies
other natural sciences
physical sciences
pure mathematics
science and technology studies
software
thermodynamic engineering
thermodynamics

Na het verwijderen van deze labels resteerden er 399 Horizon labels als uitgangspunt voor de koppeling aan Dialogic ecosystemen. Bij de koppeling konden soms meerdere ecosystemen aan specifieke projectlabels gelinkt worden. Omgekeerd is niet ieder label uit de Horizon2020 projectdatabase gekoppeld aan

Dialogic ecosystemen. Dit heeft te maken met de selectie van ecosystemen die relateren aan de thema's uit het Coalitieakkoord.

In de initiële koppeling van projectlabels aan ecosystemen zijn alle Horizon2020 projecten gelinkt aan één of meerdere ecosystemen. Deze initiële koppeling is gevalideerd door in meer detail te kijken naar 100 random geselecteerde projecten. Daarbij is voor ieder van de 100 projecten gekeken naar de beschikbare informatie van een project, waaronder de projecttitel, de abstract en indien nodig ook de rest van de beschikbare informatie op de Cordis website. Op deze wijze kregen we een duidelijk beeld van elk project en konden we bepalen of de link tussen het project en inhoudelijke onderwerp van het ecosysteem plausibel is. Dit heeft geleid tot besluiten om labels toe te voegen indien herhaaldelijk bleek dat een projectlabel onterecht ontbrak bij inhoudelijk gerelateerde ecosystemen. Ook zijn labels verwijderd indien er herhaaldelijk 'mismatches' bleken te zijn. Aanpassingen betrof de volgende labels:

- Internet: gekoppeld aan cybersecurity, communicatietechnologie
- x-ray radiography: gekoppeld aan fotonica
- mechanical engineering: **verwijderd** bij civiele techniek
- urban engineering: **verwijderd** bij civiele techniek
- environmental biotechnology: **verwijderd** bij circulaire materialen
- optics: **verwijderd** voor smart industry

Om 'foute' of ontbrekende matches te kunnen verklaren is tevens gekeken naar de invloed van het aantal labels per project als naar de gelinkte labels individueel voor elk project. Het aantal labels per project heeft invloed op de accuraatheid van de link tussen ecosystemen en Horizon2020 projecten. De accuraatheid (% match $\frac{\#project}{\#labels}$) op basis van het aantal labels is in de volgende tabel terug te vinden:

Tabel - match labels	% accuracy
totaal	67%
1 match	73%
1-3 matches	70%
1-5 matches	70%
1-7 matches	68%
1-9 matches	68%

Op basis van de uitkomsten van de validatie zijn er keuzes gemaakt voor het maximaal aantal labels. Wij eisen een minimale "juistheid" van 70%. Hierom zijn projecten met meer dan 5 labels niet meegenomen in de verder analyse.

Onderstaande tabel toont hoeveel Horizon2020 projectlabels uiteindelijk zijn gekoppeld aan ieder van de 34 geselecteerde Dialogic ecosystemen.

Ecosysteem	Horizon2020 projectlabels
Nieuwe materialen	physical chemistry / inorganic chemistry / nano-materials / condensed matter physics / coating and films / fibers / molecular and chemical physics / metallurgy / microtechnology / polymer sciences / materials engineering / nanocomposites / composites / transition metals / inorganic compounds /
composieten	condensed matter physics / molecular and chemical physics / metallurgy / microtechnology / polymer sciences / materials engineering / nanocomposites / composites / transition metals / inorganic compounds /
circulaire materialen	waste management /
biobased materialen	organic chemistry / biomass / biomaterials / bioeconomy / materials engineering /
petrochemie	energy and fuels / inorganic chemistry / analytical chemistry / geochemistry /
Waterstof	energy and fuels / fuel cells / electrolysis / hydrogen energy /
Biobased energie / biobased fuels	energy and fuels / organic chemistry / biomass / bioeconomy / bioprocessing technologies /
Groene en circulaire chemie	physical chemistry / organic chemistry / molecular and chemical physics / biophysics / bioprocessing technologies / bioreactors / biochemical engineering /
Industrial biotech	organic chemistry / industrial biotechnology / separation technologies / carbon capture engineering / biophysics / bioprocessing technologies / bioreactors / biochemical engineering /
duurzame procestechnologie	separation technologies /
Chemische conversie en procestechnologie	physical chemistry / energy and fuels / inorganic chemistry / analytical chemistry / molecular and chemical physics / electrochemistry / electrolysis / carbon capture engineering /
katalyse	physical chemistry / catalysis / organic chemistry / molecular and chemical physics / electrochemistry / electrolysis /
energieopslag	energy and fuels / fuel cells / geology / electric batteries / geophysics / geological engineering / hybrid energy /
solar energy / pv	energy and fuels / coating and films / fuel cells / photovoltaic / solar energy / concentrated solar power / solar thermal /
civiele techniek	architecture engineering / structural engineering / sustainable building / civil engineering / transportation engineering / architectural design / construction engineering / sustainable architecture / geotechnics /
offshore constructies & energie	mechanical engineering / marine energy / water engineering / tidal energy / wind power / hydroelectricity / wave power / construction engineering / geotechnics /
Deltatechnologie	flood risk management / oceanography / water engineering / construction engineering /
watertechnologie	water treatment processes / oceanography / hydrology / natural resources management / freshwater biology / freshwater ecosystems /
eiwittransitie	food technology / organic chemistry / agricultural biotechnology / tissue engineering / agricultural genetics / nutrition / bioprocessing technologies / bioreactors /
Quantumtechnologie	quantum physics /

Fotonica	optics / photovoltaic / nanophotonics / liquid crystals / x-ray radiography /
Nanotechnologie	nano-materials / condensed matter physics / molecular and chemical physics / nanophotonics / microtechnology / nanotechnology / nano-processes / nanoelectronics / nanomedicine / nanocomposites / nanoelectromechanical systems /
Semicon	electromagnetism and electronics / nanoelectronics / nanoelectromechanical systems / liquid crystals /
High Tech Systems	optics / classical mechanics / electromagnetism and electronics / mechanical engineering / nanoelectronics / nanoelectromechanical systems / mechatronics / machine learning /
Smart Industry	remote sensing / machine learning /
Sensoriek en meet- en detectietechnologie	optics / navigation systems / satellite navigation system / remote sensing / magnetic resonance imaging / diagnostic imaging / inertial navigation system / wearable medical technology / x-ray radiography /
Robotica	classical mechanics / electromagnetism and electronics / mechanical engineering / mechatronics / machine learning /
Smart logistics	satellite navigation system / transport / transportation engineering / sustainable transport / transport planning / freight transport / intelligent transport systems /
Smart mobility	vehicle engineering / navigation systems / satellite navigation system / transport / electric vehicles / public transport / electric batteries / transportation engineering / sustainable transport / intelligent transport systems /
Artificial Intelligence	artificial intelligence / deep learning / machine learning /
(Cyber)security	cryptography / internet / access control / network security /
Smart cities - datagedreven bestuur	public administration / urban studies / urban engineering /
Blockchain	cryptography / network security /
Communicatie technologie	satellite navigation system / internet / inertial navigation system /

8.4 Overzicht geïnterviewde vertegenwoordigers van O&I ecosystemen

Naam	Affiliatie	Gesproken over
Joris den Bruinen	The Hague Security Delta	Artificial Intelligence
Remco Groenenberg	TNO	Energieopslag
Joris Koornneef	TNO	Offshore constructies en energie
Hugo Gelevert	TNO	Quantumtechnologie
Tom van der Dussen	High Tech NL	Semicon
Ben van der Zon	High Tech NL	Semicon
Albert Veenstra	Erasmus Universiteit	Smart Logistics

8.5 Spiegeling O&I Ecosystemen – Herijkte Sleuteltechnologieën

Opgenomen als separate bijlage

9 Literatuur

Coalitieakkoord tussen VVD, D66, CDA en ChristenUnie (2021). 'Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst.'

Clooserman, E., E. Stam en B. van der Starre (2018). De kwaliteit van Ecosystemen voor Ondernemerschap in Nederlandse regio's. Utrecht: Utrecht University School of Economics, Birch.

Crespo, J., P.-A. Balland, R. Boschma and D. Rigby (2017). *Regional diversification opportunities and smart specialization strategies*. Brussels, European Commission, Directorate-General for Research and Innovation.

Dagevos en Tomor (2011) *Clusters beschouwd. In's en Out's van het clusterbegrip*. Tilburg: Telos, Brabants centrum voor duurzame ontwikkeling.

Dauids, M. and K. Frenken (2018). *Proximity, Knowledge base and the innovation process: towards an integrated framework*. Regional Studies, 52:1, 23-34.

Dialogic (2020). Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland. Achtergrondstudie bij de kabinetsstrategie: 'Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen'.

Europese Commissie (2021). Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery. Brussel, COM(2021) 350 final.

Europese Commissie (2021). Key enabling technologies for Europe's technological sovereignty.

Europese Commissie (2012). Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations Smart Specialisations (RIS3).

Europese Commissie (2022). European Innovation Scoreboard 2022

Europese Commissie (2023). European Innovation Scoreboard 2023

Kennis- en Innovatieagenda (2019). Sleuteltechnologieën 2020-2023.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019). Missies voor het topsectoren- en innovatiebeleid.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2020). Kabinetsstrategie 'Versterken van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen'.

Phillips, M.A. and P. Ritala (2019). *A complex adaptive systems agenda for ecosystem research methodology*. Technological Forecasting and Social Change, vol. 148(C).

Porter, M. (1990). The competitive advantage of nations. New York: Free Press.

Stam, E. en A. van de Ven (2018). *Entrepreneurial Ecosystems. A systems perspective*. Utrecht university, U.S.E. Research Institute, Working paper Series, 18-06.

Strategic Forum for Important Projects of Common European Interest (2019). Strengthening strategic value chains for a future-ready EU industry.

TNO (2019). Strategic Innovation Assets voor Nederland - Een hulpmiddel bij het analyseren van assets in het Nederlandse innovatiesysteem. Den Haag, TNO-rapport 2019 R11308.

TNO (2020). Regionale innovatie-ecosystemen. Onderzoek naar optimale vormgeving van en dynamiek in regionale ecosystemen. Den Haag, TNO-rapport 2020 R11137.

TNO (2022). Portfolioanalyse 2022. Den Haag, TNO-rapport 2022 R11324.

TNO (2023). Whitepaper 'De waarde van de Nederlandse industrie'. Den Haag, TNO publicatie 2023 P10302.