



## Leverbaarheid 3 Huidige positionering van de Vlaamse kennisinstellingen

Mei 2020

# Inhoudsopgave

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>1</b>
<b>Methode</b>	<b>5</b>
<b>Gegevensverzameling</b>	<b>5</b>
<b>Bevindingen</b>	<b>12</b>
Wat is de huidige positionering van de Vlaamse kennisinstellingen inzake koolstofarme technologieën?	12
Positionering van de Vlaamse kennisinstellingen aan de hand van de Moonshot hoofdthema's	13
Positionering van de Vlaamse kennisinstellingen met details per Moonshot hoofdthema	14
Positionering van de Vlaamse kennisinstellingen aan de hand van de SIRA-thema's van SusChem	16
Koppeling van de Vlaamse expertises aan de hand van de Moonshotthema's met de SIRA-thema's van SusChem	18
Hoe zijn de kennisinstellingen in Vlaanderen en internationaal gepositioneerd en welke samenwerkingsverbanden met andere kennisinstellingen gaan ze aan?	19
Programma's voor Vlaamse samenwerkingen	19
Programma's voor internationale samenwerkingen	20
Ad hoc Vlaamse en internationale samenwerkingen	24
De kracht van het netwerk bepaalt de mate van samenwerking	24
Welke samenwerkingen hebben de Vlaamse kennisinstellingen met de industrie?	24
Samenwerking met de industrie zorgt voor de toepassing van basisonderzoek	24
Het Horizon2020-programma als facilitator voor samenwerking met de industrie	25
Verschillende Vlaamse programma's als facilitator voor samenwerking met de industrie	25
Kennisinstellingen nemen zelf ook initiatieven om samenwerkingen met de industrie te bevorderen	27
Wat zijn de huidige focusdomeinen van de Vlaamse kennisinstellingen, relevant voor het onderzoek?	28
De onderzoeksagenda van de kennisinstellingen wordt gestuurd door de beschikbare financiële middelen.	28
Kennisinstellingen hebben nood aan een duidelijke richting	28
Onderzoeksinstituten hebben een vaak een duidelijkere strategie omdat hun doel meer afgelijnd is	30
<b>Aanbevelingen</b>	<b>31</b>

Opstellen van een visie en strategie vanuit een systeemaanpak	31
Er is blijvende aandacht nodig voor de coördinatie tussen overheid, kennisinstellingen en bedrijven	31
Een Vlaamse strategische roadmap vanuit het beleid helpt richting te bepalen voor de kennisinstellingen	32
Meer focus bij onderzoeksgroepen leidt tot verdere excellentie en meer optimale benutting van de middelen	32
Mogelijk maken van cross-border financiering en opvolgen van Europese funding leidt tot meer en betere benutting van middelen	33
Onderbenut potentieel in Vlaanderen voor samenwerking met technology providers en om Vlaams onderzoek beter op te volgen	34
<b>Bijlage</b>	Error! Bookmark not defined.
Moonshotthema's	35
Technology Readiness Levels (TRL)	36
Fraunhofer domeinen	39

# Introductie

In opdracht van VLAIO voeren Deloitte, VUB, AMS, Climact en Wuppertal Institute een studie uit rond de "Contextanalyse en roadmapstudie: Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-arm".

Een belangrijk onderdeel voor het opstellen van een roadmap tot een CO<sub>2</sub>-arme Vlaamse industrie bestaat uit het in kaart brengen van de huidige en toekomstige positionering van de Vlaamse kennisinstellingen (KI) inzake koolstofarme technologieën om inzicht te verkrijgen in:

- de **huidige positionering** van de kennisinstelling inzake koolstofarme technologieën, zowel in Vlaanderen als meer internationaal;
- **samenwerkingen** tussen Vlaamse kennisinstelling en andere Vlaamse, Belgische, Europese of internationale **kennisinstellingen**;
- **samenwerkingen** tussen kennisinstelling en **industrie**;
- huidige **focusdomeinen**.

De hoofdfocus ligt hierbij op de positionering van de kennisinstellingen en hun onderzoek relevant voor de CO<sub>2</sub>-reductie voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage. Tevens zal op een meer generieke manier de sectoren voeding en papier geanalyseerd worden voor de gevallen wanneer er spill-over effecten naar deze sectoren kan zijn. Energie zal enkel bekeken worden vanuit de innovatieve technologieën ter ondersteuning van het koolstofslim maken van deze sectoren. De energiesector zelf is daarmee buiten beschouwing.

Deze studie richt zich op de universiteiten en onderzoeksinstituten die ressorteren onder de Vlaamse Gemeenschap, inclusief de instellingen die zich bevinden in het Brussels Gewest en de onderzoekscentra die zijn gevestigd in het Vlaamse Gewest. Voor dit project werden acht kennisinstellingen geselecteerd, waarvan vijf Vlaamse universiteiten en drie onderzoeksinstituten. Indien we het verder in dit rapport over kennisinstellingen (KI) spreken, dan worden hier zowel de universiteiten als de onderzoeksinstituten mee bedoeld:

## Universiteiten

- Katholieke Universiteit Leuven (KUL);
- Universiteit Antwerpen (UA);
- Universiteit Gent (UG);
- Universiteit Hasselt (UH);
- Vrije Universiteit Brussel (VUB).

## **Onderzoeksinstituten**

- Bio Base Europe Pilot Plant (BBEPP);
- Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO);
- Centexbel<sup>1</sup>.

BBEPP is een onafhankelijke onderzoeksinstituten, uit Gent, die dienstverlening aanbiedt rond procesontwikkeling, opschaling en op maat gemaakte productie van biogebaseerde producten en processen.

VITO is een onafhankelijke onderzoeksinstituten, uit Mol, op het gebied van cleantech en duurzame ontwikkeling met als doel de transitie te versnellen naar een duurzame wereld.

Centexbel is een onafhankelijke onderzoeksinstituten, uit Gent, die de textiel- en kunststofindustrie ondersteunt bij de ontwikkeling van innovatieve en kwalitatieve producten via onderzoeksprojecten en hen helpt bij de vertaling van ideeën naar concepten en producten.

Het onderzoek beperkt zich tot de kennisinstellingen die zijn geselecteerd door de stuurgroep, aangezien dit historisch de meest gebruikelijke instellingen zijn i.k.v. CO<sub>2</sub>-reductie en klimaattransitie. Dit onderzoek is slechtst een momentopname. In Vlaanderen zijn er nog relevante onderzoeksinstituten, zoals o.a. imec<sup>2</sup> en het Von Karman Instituut, die aan belang winnen en bijdragen aan dit systeem.

KUL, UH en VITO werken ook samen via EnergyVille i.k.v. duurzame energie en intelligente energiesystemen. Het onderzoek en de bijhorende dataverzameling beperkt zich echter tot de geselecteerde kennisinstellingen.

---

<sup>1</sup> N.B. Centexbel is zowel in het Vlaamse als Waalse Gewest actief.

<sup>2</sup> Er dient opgemerkt te worden dat een aantal onderzoekers dubbel geaffilieerd zijn aan zowel de onderzochte kennisinstellingen als andere kennisinstellingen. Hierdoor is bv. imec gedeeltelijk meegenomen in het onderzoek.

# Methode

Een tweedelige onderzoeksmethode is toegepast door middel van gegevensverzameling en interviews:

Het allereerste, **kwantitatieve** gedeelte bestaat uit een **gegevensverzameling**, waarin vier verschillende objectieve bronnen zijn geraadpleegd om de activiteiten van de kennisinstellingen in kaart te brengen.

Het tweede, **kwalitatieve** gedeelte van het onderzoek bestaat uit **interviews** die hebben plaatsgevonden met de vijf Vlaamse universiteiten en drie onderzoeksinstellingen om de resultaten uit het eerste gedeelte te verfijnen of indien nodig bij te sturen. Daarnaast werden er door middel van deze interviews ook verdere kwalitatieve inzichten verworven in strategische onderwerpen zoals samenwerkingen en onderzoeksagenda's.

Het doel van dit onderzoek is het bekomen van een antwoord op volgende **onderzoeksvragen**, steeds in de context van de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage:

1. Wat is de huidige positionering van de Vlaamse kennisinstellingen inzake koolstofarme technologieën?
2. Hoe zijn de kennisinstellingen in Vlaanderen en internationaal gepositioneerd en welke samenwerkingsverbanden met andere kennisinstellingen gaan ze aan?
3. Welke samenwerkingen hebben de Vlaamse kennisinstellingen met de industrie?
4. Wat zijn de huidige focusdomeinen van de Vlaamse kennisinstellingen, relevant voor het onderzoek?

## Gegevensverzameling

Voor het kwantitatieve gedeelte van het onderzoek is een objectieve gegevensverzameling uitgevoerd waarbij volgende aanpak is gevolgd:

1. Het identificeren van de onderzoeksgroepen en bijhorende hoofdonderzoekers die kunnen bijdragen aan relevant onderzoek voor de CO<sub>2</sub>-reductie in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage op basis van bureauonderzoek en input van speerpuntclusters en kennisinstellingen zelf.
2. Het in kaart brengen van de expertise van deze hoofdonderzoekers aan de hand van vier publieke raadpleegbare gegevensbronnen en via kernwoorden gebaseerd op de thema's gekend binnen de Moonshot (MOT) onderzoeksprogramma's en bijkomend technologieonderzoek van de uitvoerders.
3. Het beschrijven van de expertise van de hoofdonderzoekers aan de hand van de gevonden data uit de vier gegevensbronnen aan de hand van de thema's gekend binnen de Moonshot onderzoeksprogramma's.

4. Het consolideren en aggregeren van de expertises van de verschillende hoofdonderzoekers voor de kennisinstellingen aan de hand van een classificatie geïnspireerd op de Moonshot thema's en thema's uit SusChem.

De keuze is gemaakt door de uitvoerders om de thema's van de Moonshot onderzoeksprogramma's te gebruiken om de verdere expertise in kaart te brengen en te beschrijven, omdat door de uitvoerders vastgesteld is dat de thema's voldoende breed gedefinieerd zijn om de relevante onderzoeken te captureren. De kernwoorden die gebruikt zijn om de data in kaart te brengen, zijn naast de Moonshot onderzoeksprogramma's ook geïnspireerd op bijkomend technologieonderzoek. Daarnaast is het onderzoek ook gelinkt aan de classificatie uit de 'Strategic Innovation and Research Agenda' (SIRA) van SusChem. Enkel de SIRA-thema's die relevant zijn voor de opdracht zijn weerhouden. Tot slot zijn beide classificaties ook aan elkaar gelinkt. De classificatie van de Moonshot thema's is opgenomen in bijlage.

Alle verzamelde gegevens zijn 1-op-1 gelinkt aan zowel MOT als SIRA-thema's waarop ze het meeste van toepassing zijn. Er valt te argumenteren dat sommige expertise flexibel is en aan meerdere MOT of SIRA-thema's kan gelinkt worden. De opdrachtgever heeft er echter voor gekozen om de allocatie slechts 1-op-1 te doen, daar dit het meeste transparantie biedt en om dubbelstellingen te vermijden. De resultaten dienen ook in dit licht geïnterpreteerd te worden.

Het ontbreken van een consistente en gestandaardiseerde classificatie van expertise over stakeholders heen, zowel voor KI als onderling als deze gebruikt door de industrie, bemoeilijkt de datacollectie. Omdat alle Vlaamse KI bekend zijn met de Moonshotthema's en dit voor enige vorm van consistentie zorgt, is er door de onderzoekers beslist om zich te baseren op deze structuur.

De vier geraadpleegde bronnen voor het onderzoek zijn:

- Het CORDIS-portaal om inzicht te genereren in Vlaamse deelname aan **Europese onderzoeksprojecten**.
- Het expertisecentrum ECOOM om **Vlaamse octrooiaanvragen** in kaart te brengen.
- Het FRIS-onderzoeksportaal om inzicht te verwerven in de **Vlaamse onderzoeksprojecten**.
- Het portaal ISI Web of Science (WoS) om de relevante **Vlaamse publicaties** te identificeren.

Via interviews en bilaterale afstemmingen met de geselecteerde kennisinstellingen zijn de selecties van relevante hoofdonderzoekers besproken. De kennisinstellingen kregen de kans om hun input te leveren op deze lijst van hoofdonderzoekers en geselecteerde onderzoeken, maar het eindoordeel is genomen door de uitvoerders van de opdracht.

Het kwantitatieve gedeelte van de opdracht en het in kaart brengen van de expertises is gevoerd door middel van raadpleging van publiek beschikbare gegevensbronnen. Private onderzoeken of onderzoeksprojecten, bijvoorbeeld met de industrie, brengen mogelijk bijkomende relevante expertise met zich mee, maar zijn niet opgenomen in het onderzoek omdat ze niet objectief in kaart gebracht kunnen worden. Er is wel op een kwalitatieve manier gepeild naar mogelijke industriële samenwerkingen. De hoofdfocus van het onderzoek naar CO<sub>2</sub>-reductie ligt op de sectoren (petro)chemie, staal en

raffinage. Energie zal enkel bekeken worden vanuit de innovatieve technologieën ter ondersteuning van het koolstofslim maken van deze sectoren. De energiesector behoort niet tot de scope van de opdracht. Expertises i.k.v. klimaattransitie, zoals o.a. systeemdenken, techno-economische analyse en levenscyclusanalyse zijn relevant voor CO<sub>2</sub>-reductie van het systeem, maar zijn niet in de opdracht opgenomen.

De acht kennisinstellingen hebben elk een verschillende grootte, met een verschillend aantal onderzoekers en onderzoeksgroepen. De relevante expertises zijn geconsolideerd en geaggregeerd per kennisinstelling in zes categorieën (geen – zeer klein/zeer weinig – klein/weinig – gemiddeld – groot/veel – zeer groot/zeer veel). In bijlage zijn de grenswaarden opgenomen van deze categorisatie. De gegevens zijn niet genormaliseerd voor de grootte van deze kennisinstelling. De uitvoerders van de opdracht zijn van oordeel dat de grootte van de kennisinstelling een beeld geeft van de beschikbare capaciteit van deze instelling en dat meer capaciteit kan leiden tot een bredere expertise. Het normaliseren van de gegevens zou geen correct beeld geven van de aanwezige Vlaamse expertise.

De vijf Vlaamse universiteiten zijn, in het algemeen, voornamelijk gefocust op fundamenteel basisonderzoek en de meeste projecten en publicaties bevinden zich tussen 'Technology Readiness Level' (TRL) 1 en 4 (Zie 'Appendix' voor de definitie van de TRL's). Daarnaast hebben zij doorgaans meer publicaties dan de onderzoeksinstellingen, daar het schrijven van publicaties een gebruikelijk onderdeel is van de professionele carrière van een onderzoeker aan de universiteit.

De drie onderzoeksinstellingen daarentegen zijn, in het algemeen, eerder gefocust op de TRL's van 3/4 tot 7. In tegenstelling tot de universiteiten is er minder focus op het schrijven van publicaties met vermelding van de onderzoeksinstelling als laatste auteur en/of octrooiaanvragen. Daarnaast genereren zij een groot deel van inkomsten via private projecten. Dergelijke projecten zijn doorgaans confidencieel en dus moeilijker te meten via de publiekelijk geraadpleegde bronnen. Omdat de aard van deze organisaties verschilt van deze van de universiteiten, worden zij in aparte grafieken gevisualiseerd.

De aanpak voor het identificeren en beschrijven van de expertise met behulp van de geraadpleegde bronnen wordt in de volgende paragrafen besproken.

### **CORDIS-portaal voor het identificeren van Vlaamse deelname aan relevante Europese projecten**

De Vlaamse deelname aan Europese projecten van het Europese subsidieprogramma voor Onderzoek en Innovatie wordt in kaart gebracht via het CORDIS-portaal<sup>3</sup>. Dit portaal bevat de projecten die worden gefinancierd door de EU-kaderprogramma's voor onderzoek en innovatie.

Het in kaart brengen van de expertise van de kennisinstellingen met behulp van het CORDIS-portaal focust zich voor deze studie op de projecten gefinancierd door het kaderprogramma Horizon 2020 (H2020). Horizon 2020 loopt van 2014 t.e.m. 2020 is het grootste EU-onderzoeks- en innovatieprogramma gericht op het stimuleren van innovatieve doorbraken

---

<sup>3</sup> <https://cordis.europa.eu/projects/en>.



en ontdekkingen. Dit betekent dat andere, mogelijks ook zeer relevante projecten, die worden gefinancierd door de Europese Unie, zoals INTERREG/EFRO<sup>4</sup> of het EU-kaderprogramma FP7 of vroeger, niet in het onderzoek zijn opgenomen.

Alle **Horizon 2020-projecten** van **2014 t.e.m. datum van februari 2020** werden geanalyseerd voor elke kennispartner. Op basis van de "**titel en abstract**" werden de relevante projecten geselecteerd die zowel direct als meer ondersteunend bijdragen tot een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme industrie voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage en meer generiek voor voeding en papier.

Indien nodig werden de projecten vervolgens meer in detail geanalyseerd aan de hand van de eigen project website, website van de participerende onderzoeksgroep en/of van de kennisinstelling om de relevantie ervan i.k.v. CO<sub>2</sub>-reductie te beoordelen.

De verkregen inzichten resulteerden in het beschrijven van de aanwezige expertise en competenties van de participerende onderzoeksgroep(en) en hoofdonderzoekers voor de geselecteerde H2020 projecten, aan de hand van de thema's gekend binnen de Moonshot onderzoeksprogramma's.

Voor het bekomen van Europese financiering voor een onderzoeksproject zijn er strenge randvoorwaarden en een doorgedreven selectieprocedure. Slechts 12,16%<sup>5</sup> van de voorgestelde projecten die in aanmerking komen voor het Horizon 2020-programma slaagt erin deze financiering te verkrijgen. Betrokken zijn in een dergelijk project getuigt dan ook van excellentie en is een waardevolle graadmeter om expertise te beoordelen.

### **ECOOM voor het identificeren van Vlaamse octrooiaanvragen**

Voor het identificeren van octrooiaanvragen door de kennisinstellingen is gebruik gemaakt van de input van het expertisecentrum ECOOM, die het Vlaamse O&O- en innovatielandschap in kaart brengt. In het kader van deze studie worden zowel de octrooiaanvragen van het Europees Octrooibureau (EPO) alsook internationale octrooiaanvragen (PCT) bekeken.

Alle octrooien voor de **periode 2014 tot op datum van maart 2020** werden opgevraagd bij ECOOM op basis van relevante Fraunhofer domeinen, die opgenomen zijn in bijlage. Octrooien blijven echter 18 maanden confidentieel, concreet betekent dit dat octrooien t.e.m. september 2018 zijn aangeleverd. Op basis van de titel en abstract werden de octrooien geselecteerd die zowel direct als ondersteunend bijdragen tot een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme industrie voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage en meer generiek voor voeding en papier. Voor deze projecten werd de expertise en competenties van de hoofdonderzoeker voor de geselecteerde projecten beschreven aan de hand van de thema's gekend binnen de Moonshot onderzoeksprogramma's.

Octrooigebaseerde indicatoren bieden een inzicht in het proces van technologische vooruitgang. Het bekomen van een octrooi door één of meerdere kennisinstellingen wijst op het unieke en excellente karakter van het onderzoek. De octrooigebaseerde indicatoren kunnen daardoor gebruikt

---

<sup>4</sup> Europees fonds voor interregionale samenwerking of regionale ontwikkeling.

<sup>5</sup><https://webgate.ec.europa.eu/dashboard/extensions/CountryProfile/CountryProfile.html?Country=Belgium>, geraadpleegd 26 mei 2020.

worden om een zicht te krijgen op de mate van innovatie en hun industriële toepasbaarheid binnen de kennisinstellingen en Vlaanderen in het geheel.

### FRIS-portaal voor het identificeren van relevante Vlaamse onderzoeksprojecten

Het FRIS-Onderzoeksportaal<sup>6</sup> biedt een kijk op het publiek gefinancierd onderzoek. Het FRIS-portaal bevat informatie over verschillende publieke financierders zoals Agentschap Innoveren & Ondernemen, Federale overheid, Europese Commissie, Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen, Universiteiten en de Vlaamse overheid voor de acht geselecteerde kennisinstellingen. De projecten gefinancierd door de Europese Commissie werden dus niet opgenomen vermits deze via het CORDIS-portaal in rekening worden gebracht.

Alle FRIS-projecten van **2014 tot op datum van maart 2020** werden geanalyseerd voor elke geïdentificeerde hoofdonderzoeker. Op basis van de "**titel en abstract**" werden de relevante projecten geselecteerd die zowel direct als meer ondersteunend bijdragen tot een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme industrie voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage en meer generiek voor voeding en papier.

Voor deze projecten werd de expertise en competenties van de hoofdonderzoeker voor de geselecteerde projecten beschreven aan de hand van de thema's gekend binnen de Moonshot onderzoeksprogramma's.

Voor het bekomen Vlaamse financiering voor een onderzoeksproject zijn er strenge randvoorwaarden en een doorgedreven selectieprocedure. Niet alle voorgestelde projecten worden geaccepteerd en gefinancierd door de publieke financiers. Afhankelijk van het type project (bv. innovatiemandaten en SBO of BOF) ligt het aanvaardingspercentage van de ingediende projecten tussen de 15% en 40%<sup>7</sup>. Betrokken zijn in dergelijk project getuigt dan ook van excellentie en is een waardevolle graadmeter om expertise te beoordelen.

*Een belangrijke vaststelling is dat er geen systematiek in het documenteren van projecten zit. Onder meer volgende problematieken zijn geïdentificeerd:*

- *De projectinformatie is vaak onvolledig.*
- *Er worden vaak geen projectpartners vermeld.*
- *Hetzelfde project wordt door verschillende projectpartners als een nieuw project ingebracht.*
- *Er is geen abstract beschikbaar.*
- *Er zijn geen budgetten beschikbaar.*

*De projecten van de onderzoeksinstellingen VITO en BBEPP zijn niet opgenomen in het FRIS-portaal en hun Vlaamse projecten zijn rechtstreeks opgevraagd bij deze instellingen zelf.*

*Daarnaast is er ook reeds opgemerkt, door onder meer de websites te bezoeken van de kennisinstellingen of door middel van publiek gekende informatie, dat niet steeds alle projecten die worden gefinancierd met Vlaamse middelen in het portaal worden ingebracht door de kennisinstellingen. In geval van ontbrekende informatie, kon via de*

---

<sup>6</sup> <https://researchportal.be/nl>

<sup>7</sup> VLAIO, 2019 & FWO, 2018

*kwantitatieve dataverzameling bijkomende relevante projecten worden toegevoegd.*

### **ISI Web of Science voor het identificeren van relevante Vlaamse publicaties**

Naast informatie over de Onderzoek & Ontwikkeling (O&O) output inzake projecten en de patenten op Vlaams en Europees niveau, is het ook belangrijk om gegevens te verzamelen over de wetenschappelijke output.

Via de bibliografische databank Web of Science<sup>8</sup> (WoS) zijn relevante publicaties verzameld van de Vlaamse universiteiten en onderzoeksinstituten.

Het in kaart brengen van de expertise van de kennisinstellingen met behulp van het Web of Science focust zich op publicaties in tijdschriften, opgenomen in ISI Web of Science, van het **type A1** van de laatste 5 jaar (**2015 – maart 2020**). A1 is de gebruikelijke classificatie voor wetenschappelijke artikels die in een internationaal erkend tijdschrift worden gepubliceerd, en hiermee voldoen aan verschillende criteria zoals o.a. het doorlopen van een peer-review proces.

Voor elke geïdentificeerde hoofdonderzoeker werden de publicaties in acht genomen waarbij de hoofdonderzoeker als **laatste auteur** vermeld wordt. De laatste auteursplek wordt namelijk doorgaans gereserveerd voor de senior onderzoeker onder wiens verantwoordelijkheid het onderzoek is uitgevoerd. Deze methode kent zijn oorsprong in de academische wereld, maar wordt niet altijd consistent toegepast bij onderzoeksinstituten. Desalniettemin is dit het meest zinvolle om publicaties op een objectieve manier toe te kennen aan een instelling.

Ook de kwaliteit van een publicatie werd in beschouwing genomen door middel van een impactfactor. De impactfactor (IF) van een tijdschrift is een indicatie voor hoe vaak publicaties van dat tijdschrift in andere publicaties werden geciteerd. Elk tijdschrift behoort tot een bepaalde categorie. Voor elk van deze categorieën is een rangschikking opgesteld op basis van de impactfactor. Via deze rangschikking kan afgeleid worden hoe belangrijk een tijdschrift is in vergelijking met andere tijdschriften binnen hetzelfde vakgebied. Vermits deze studie een interdisciplinair karakter heeft, werden publicaties geselecteerd op basis van een kwartiel rangorde. Voor deze studie werden de tijdschriften die tot de eerste kwartiel rangorde (**Q1**) van Journal Citation Reports (JCR) behoren, weerhouden. Deze tijdschriften vertegenwoordigen de top 25% van de IF-verdeling binnen hun categorie.

Vervolgens werden de artikels geanalyseerd. Op basis van de "**titel en abstract**" werden de artikels geselecteerd die zowel direct als meer ondersteunend bijdragen tot een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme industrie voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage en meer generiek voeding en papier. Voor deze projecten werd de expertise van de hoofdonderzoeker voor de geselecteerde artikels beschreven aan de hand van de thema's gekend binnen de Moonshot onderzoeksprogramma's.

Vooraleer publicaties verschijnen in wetenschappelijke tijdschriften worden ze onderworpen aan grondige interne en externe reviews. Het verschijnen van een publicatie in een Q1 tijdschrift wijst op een excellentie van het wetenschappelijk onderzoek en is een waardevolle graadmeter om expertise te beoordelen. Vlaanderen had in 2017 een publicatieoutput van 27,20 publicaties per 10 000 inwoners<sup>9</sup>. Hiermee kennen ze een sterke groei t.o.v. 2005 met een gemiddelde publicatieoutput per 10 000 inwoners van 15,52. Hiermee scoort Vlaanderen met een hoge output, samen met Nederland en

<sup>8</sup> <https://www.webofknowledge.com/>

<sup>9</sup> <https://www.vlaamsindicatorenboek.be/4.1.2/evolutie-van-de-publicaties>

de Scandinavische landen. Landen met een relatief lage output per hoofd zijn o.a. Duitsland, Frankrijk en Spanje. Deze publicatieoutput is breder dan enkel publicaties i.k.v. CO<sub>2</sub>-reductie.

De verzamelde gegevens uit de vier gegevensbronnen zijn vervolgens verwerkt in een grafische voorstelling dat toelaat om per kennisinstelling aan te geven in welke domeinen ze het meest actief zijn en welke expertises hiermee gekoppeld zijn. De 4 gegevensbronnen zijn gewogen meegenomen waarbij er in volgorde van belangrijkheid is gekeken naar Europese projecten, patenten, Vlaamse projecten en publicaties. Daarnaast is er ook gewogen meegenomen of ze direct of meer ondersteunend bijdragen tot een koolstofcirculaire en CO<sub>2</sub>-arme industrie voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage en meer generiek voor voeding en papier.

# Bevindingen

Door middel van gegevensverzameling en interviews met de kennisinstellingen is er een antwoord geformuleerd op volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is de huidige positionering van de Vlaamse kennisinstellingen inzake koolstofarme technologieën?
2. Hoe zijn de kennisinstellingen in Vlaanderen en internationaal gepositioneerd en welke samenwerkingsverbanden met andere kennisinstellingen gaan ze aan?
3. Welke samenwerkingen hebben de Vlaamse kennisinstellingen met de industrie?
4. Wat zijn de huidige focusdomeinen van de Vlaamse kennisinstellingen, relevant voor het onderzoek?

In volgende paragrafen zijn de bevindingen met betrekking tot de onderzoeksvragen verder uitgewerkt.

## Wat is de huidige positionering van de Vlaamse kennisinstellingen inzake koolstofarme technologieën?

De expertise van de Vlaamse kennisinstellingen wordt in eerste instantie beschreven aan de hand van de thema's van de Moonshot onderzoeksprogramma's, daar de thema's voldoende breed gedefinieerd zijn om de relevante onderzoeken te capteren.

Binnen het Moonshot onderzoeksprogramma zijn er vier hoofdthema's gedefinieerd:

- **MOT 1:** Biogebaseerde chemie ('Biobased Chemistry')
- **MOT 2:** Circulariteit van koolstof in materialen ('Circularity of Carbon in Materials')
- **MOT 3 :** Elektrificatie & radicale procestransformatie ('Electrification & Radical Process Transformation')
- **MOT 4 :** Energie-innovatie ('Energy Innovation')

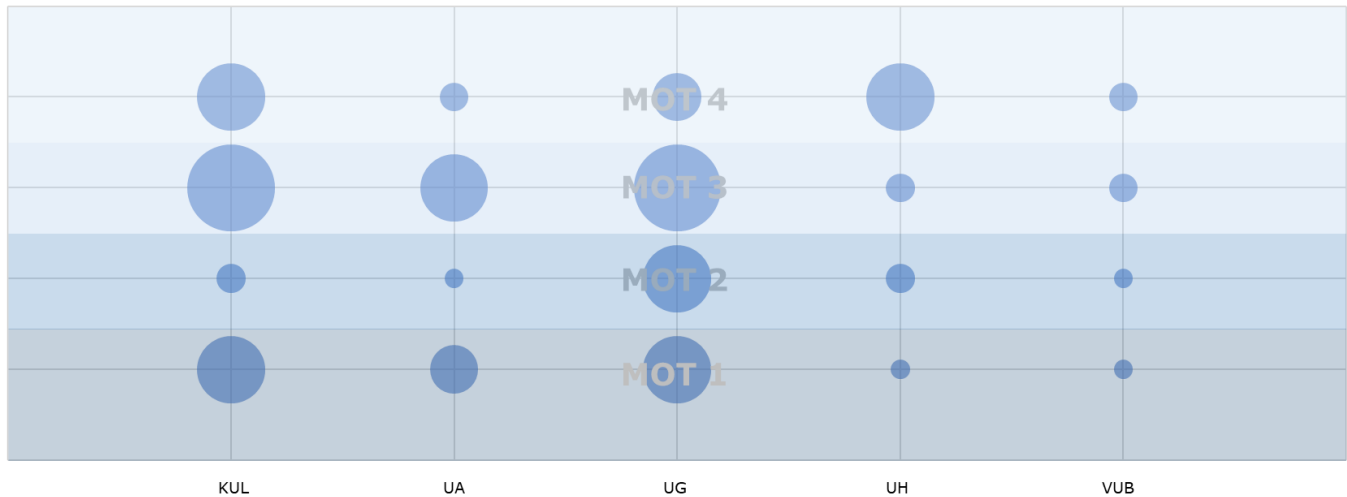
Daarnaast wordt de expertise meer in detail toegelicht aan de hand onderliggende Moonshotthema's. In bijlage is de inhoud van de moonshotthema's verder toegelicht. Vervolgens wordt de expertise ook beschreven aan de hand van de SIRA-thema's van Suschem. Tot slot is de koppeling gemaakt tussen de MOT-hoofdthema's en de SIRA-thema's.

De moonshotthema's zijn verder omschreven in de bijlage.

*Zoals ook in de methodologie beschreven, zijn alle verzamelde gegevens 1-op-1 gelinkt aan zowel MOT- als SIRA-thema's waarop ze het meeste van toepassing zijn. Er valt te argumenteren dat sommige expertise flexibel is en*

aan meerdere MOT of SIRA-thema's kan gelinkt worden. De opdrachtgever heeft er echter voor gekozen om de allocatie slechts 1-op-1 te doen, daar dit het meeste transparantie biedt en om dubbeltellingen te vermijden. De resultaten dienen ook in dit licht geïnterpreteerd te worden.

### Positionering van de Vlaamse kennisinstellingen aan de hand van de Moonshot hoofdthema's



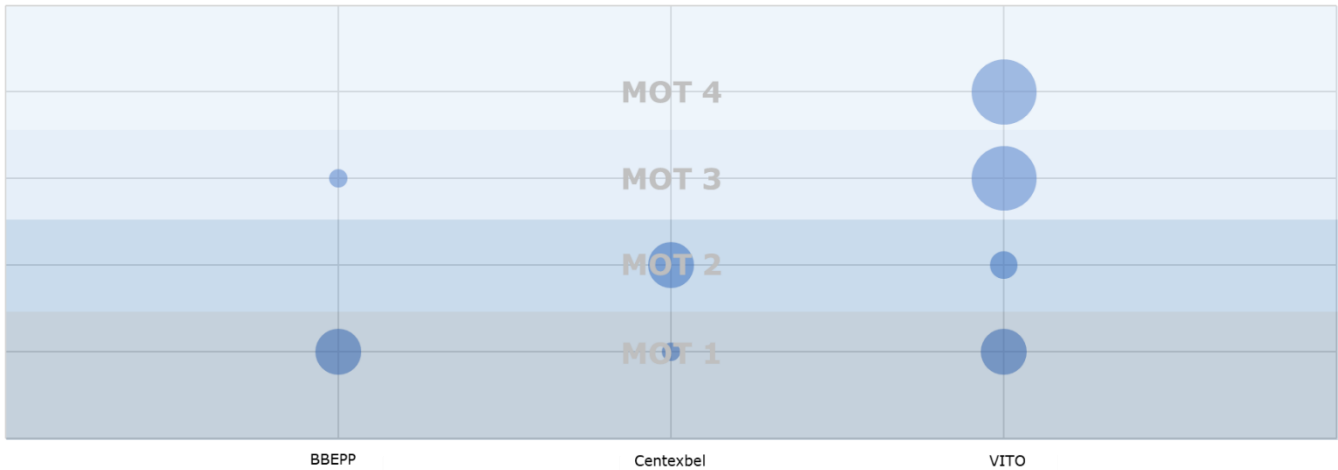
De Vlaamse universiteiten hebben aantoonbare expertise opgebouwd binnen alle Moonshot thema's.

De meeste expertise is te vinden binnen MOT 3, '**Elektrificatie & radicale procestransformatie**'. Deze MOT is met afstand het thema waar de Vlaamse universiteiten het meeste aantoonbare expertise hebben verzameld. KUL en UG hebben hier zeer veel expertise opgebouwd, gevolgd door UA. De expertise van UH en VUB is eerder klein op deze thema's voor de geselecteerde onderzoeksgroepen.

MOT 1, '**Biogebaseerde chemie**', is het thema waarin de Vlaamse universiteiten de tweede meeste expertise hebben opgebouwd. Het zijn voornamelijk KUL en UG die hier veel expertise hebben opgebouwd, gevolgd door UA. UH en VUB hebben op dit thema een kleine hoeveelheid aan expertise opgebouwd voor de geselecteerde onderzoeksgroepen.

MOT 1 wordt kort gevolgd op de derde plaats door MOT 4, '**Energie-innovatie**'. KUL en UH hebben op dit thema veel expertise opgebouwd, gevolgd door UG. UA en VUB hebben hier eerder een kleine hoeveelheid aan expertise opgebouwd voor de geselecteerde onderzoeksgroepen.

Tot slot is de minste aantoonbare expertise te vinden binnen MOT 2, '**Circulariteit van koolstof in materialen**'. Het is vooral UG die hier veel aantoonbare expertise hebben opgebouwd. De overige Vlaamse universiteiten hebben hier minder aantoonbare expertise opgebouwd.



De Vlaamse onderzoeksinstituten hebben aantoonbare expertise opgebouwd binnen alle Moonshot thema's. De scores van de onderzoeksinstituten op MOT-niveau hebben dezelfde ranking als de scores op MOT-niveau bij de Vlaamse universiteiten. Bij het interpreteren van resultaten is het op te merken dat deze onderzoeksinstituten kleiner zijn dan de Vlaamse universiteiten en ook eerder focussen op bepaalde thema's.

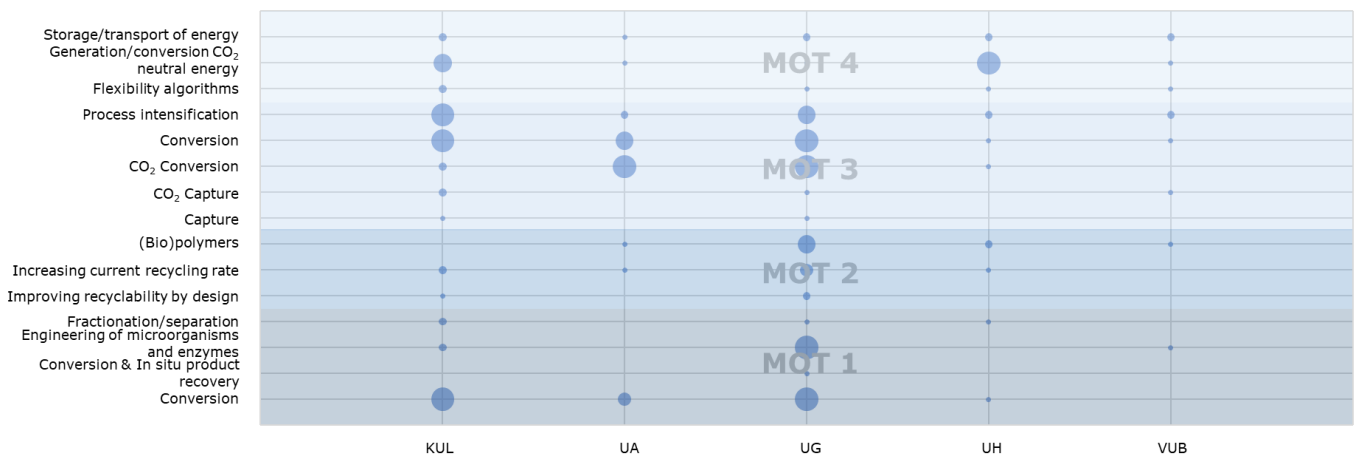
Net als bij de universiteiten is het MOT 3, **'Elektrificatie & radicale procestransformatie'**, waarin de meeste expertise is opgebouwd. Deze expertise is voornamelijk opgebouwd door VITO. Daarnaast heeft ook BBEPP hier een kleine hoeveelheid aan expertise opgebouwd.

Vervolgens scoort MOT 1, **'Biogebaseerde chemie'**, op de tweede plaats. Het zijn hier BBEPP en VITO die hier een gemiddelde hoeveelheid aan expertise hebben opgebouwd, gevolgd door Centexbel.

Daarna volgt MOT 4, **'Energie-innovatie'**, waarin van de onderzochte onderzoeksinstituten enkel VITO veel aantoonbare expertise heeft opgebouwd.

Tot slot heeft Centexbel een gemiddelde hoeveelheid aantoonbare expertise opgebouwd binnen MOT 2, **'Circulariteit van koolstof in materialen'**. Ook VITO heeft hier eerder een kleine hoeveelheid aan expertise opgebouwd.

### Positionering van de Vlaamse kennisinstellingen met details per Moonshot hoofdthema



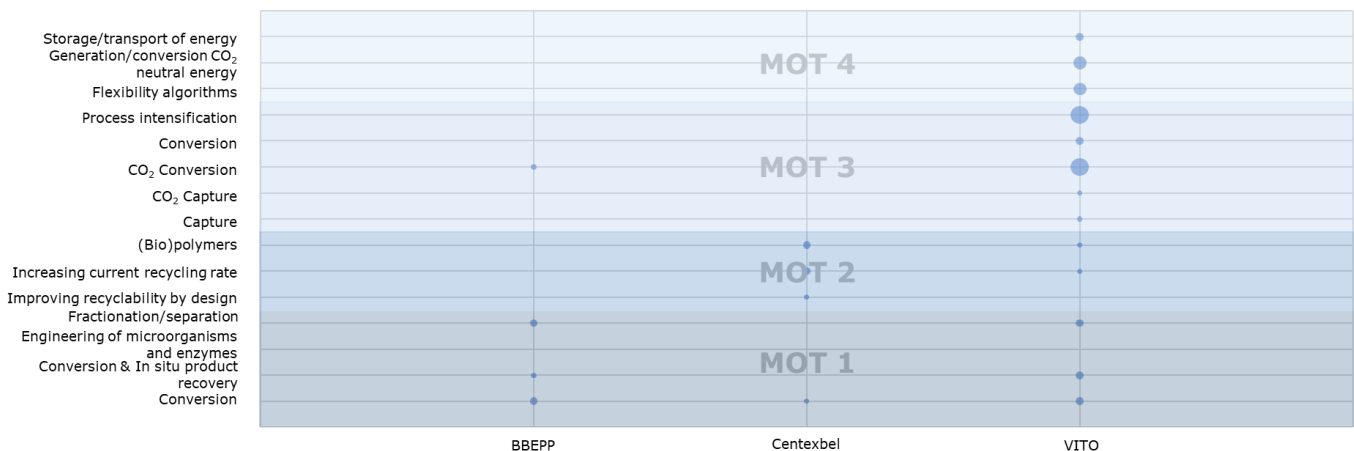
Vervolgens kan er ook meer in detail gekeken worden naar de verschillende Moonshot hoofdthema's voor de Vlaamse universiteiten.

In MOT 3, '**Elektrificatie & radicale procestransformatie**', is er door de Vlaamse universiteiten het meeste aantoonbare expertise opgebouwd in '**Conversion**' technologieën (*i.e. conversie technologieën, exclusief CO<sub>2</sub> conversion*). Het zijn vnl. KUL en UG die hier zeer veel expertise hebben opgebouwd, kort gevolgd door UA. Vervolgens scoren '**Process intensification (PI)**' en '**CO<sub>2</sub> conversion**' het hoogst. KUL heeft zeer veel expertise opgebouwd bij 'PI', gevolgd door UG. Bij 'CO<sub>2</sub> conversion' zijn het UA en UG die zeer veel expertise hebben opgebouwd, gevolgd door KUL. De Vlaamse universiteiten hebben ook expertise opgebouwd in '**CO<sub>2</sub> capture**' en '**Capture**' (*i.e. capture technologieën, excl. CO<sub>2</sub> capture*), maar deze is beduidend kleiner dan voor de andere subthema's.

In MOT 1, '**Biogebaseerde chemie**', is er door de Vlaamse Universiteiten beduidend het meeste aantoonbare expertise opgebouwd in '**Conversion**' technologieën. Het zijn vnl. KUL en UG die hier zeer veel expertise hebben opgebouwd, gevolgd door UA. UG heeft ook zeer veel aantoonbare expertise opgebouwd bij '**Engineering of microorganisms and enzymes**'. De Vlaamse universiteiten hebben ook expertise opgebouwd in '**Fractionation/separation**' en '**Conversion & in situ product recovery**', maar de aantoonbare expertise is klein.

In MOT 4, '**Energie-innovatie**', is de meeste aantoonbare expertise opgebouwd in '**Generation/conversion CO<sub>2</sub> neutral energy**'. Voornamelijk UH, gevolgd door KUL, heeft hier zeer veel expertise opgebouwd. Alle vijf de universiteiten hebben een gelijkaardige aantoonbare expertise opgebouwd in '**Storage/transport of energy**'. Vervolgens is er ook nog kleine, aantoonbare expertise opgebouwd in '**Flexibility algorithms**'.

In MOT 2, '**Circulariteit van koolstof in materialen**', is de meeste aantoonbare expertise opgebouwd in '**(bio)polymers**'. Het is vnl. UG die hier veel expertise heeft opgebouwd. UH heeft hier ook eerder een kleine aantoonbare expertise opgebouwd. Vervolgens heeft vnl. UG ook gemiddelde aantoonbare expertise opgebouwd in '**Increasing current recycling rate**'. Tot slot is er door UG en KUL kleine aantoonbare expertise opgebouwd in '**Improving recyclability by design**'.



Er is ook meer in detail gekeken naar aantoonbare expertise voor de Moonshot hoofdthema's voor de Vlaamse onderzoeksinstituten.

In MOT 3, '**Elektrificatie & radicale procestransformatie**', is de aantoonbare expertise vnl. opgebouwd door VITO. VITO heeft veel aantoonbare expertise opgebouwd in '**Process intensification**'. Vervolgens



hebben ze ook veel aantoonbare expertise in '**CO<sub>2</sub> conversion**', waar ook BBEPP een eerder kleine expertise heeft opgebouwd. Vervolgens heeft VITO een eerder kleine expertise opgebouwd in '**Conversion**'. VITO heeft ook nog zeer kleine aantoonbare expertise opgebouwd in '**CO<sub>2</sub> capture**' en '**Capture**'.

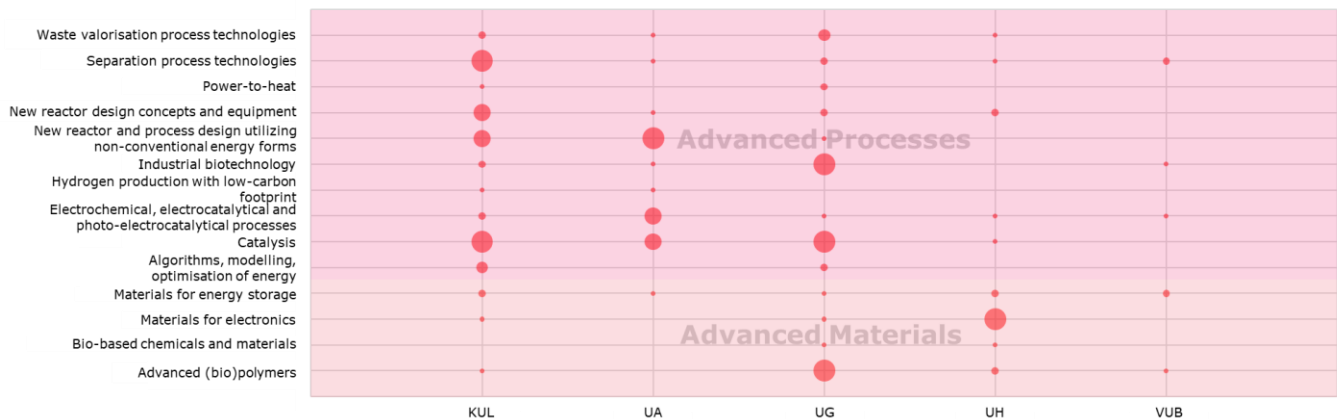
In MOT 1, '**Biogebaseerde chemie**', is er door de Vlaamse onderzoeksinstituten het meeste aantoonbare expertise opgebouwd in '**Fractionation/separation**' door BBEPP en VITO. Vervolgens is door dezelfde OI'en de meeste aantoonbare expertise aangetoond voor '**Conversion**' technologieën. Tot slot is er door BBEPP en VITO ook nog eerder kleine expertise opgebouwd in '**Conversion & in situ product recovery**'. De OI hebben, in tegenstelling tot de universiteiten, geen aantoonbare expertise in '**Engineering of microorganisms and enzymes**'.

In MOT 4, '**Energie-innovatie**', is de aantoonbare expertise opgebouwd door VITO. Ze hebben een gemiddelde expertise opgebouwd in '**Generation/conversion CO<sub>2</sub> neutral energy**' en '**Flexibility algorithms**'. Daarnaast hebben ze eerder kleine expertise opgebouwd in '**Storage/transport of energy**'.

In MOT 2, '**Circulariteit van koolstof in materialen**', is de meeste aantoonbare expertise opgebouwd door Centexbel en VITO. Centexbel en VITO hebben een expertise opgebouwd in '**(bio)polymers**' en '**Increasing current recycling rate**'. Centexbel heeft ook nog een kleine aantoonbare expertise opgebouwd in '**Improving recyclability by design**'.

### Positionering van de Vlaamse kennisinstellingen aan de hand van de SIRA-thema's van SusChem

Positionering van de Vlaamse universiteiten per SIRA thema van SusChem



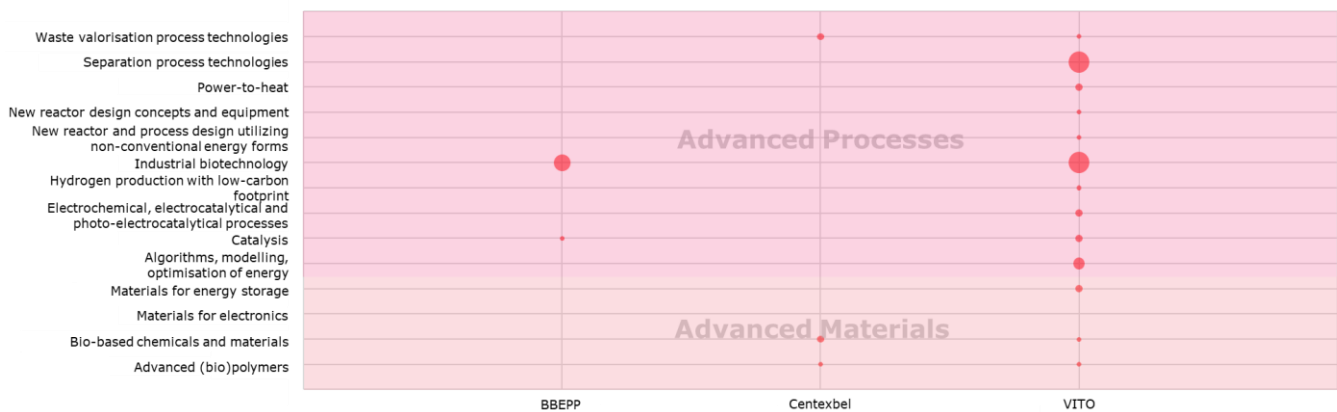
De aantoonbare expertise van de Vlaamse universiteiten is ook in kaart gebracht aan de hand van de SIRA-thema's (Strategic Innovation and Research Agenda) van SusChem.

Veruit de meest expertise is aangetoond in het hoofdthema '**Advanced Processes**'. Binnen dit thema is er vooral door UG en KUL zeer veel expertise opgebouwd in '**Catalysis**', gevolgd door UA met veel expertise. Vervolgens is er voor '**Separation process technologies**' zeer veel expertise opgebouwd door de KUL. De andere vier universiteiten hebben hier ook kleine aantoonbare expertise. UA heeft zeer veel expertise opgebouwd in '**New reactor and process design utilizing non-conventional energy forms**', gevolgd door KUL met veel expertise. UG heeft zeer veel expertise opgebouwd in '**Industrial biotechnology**'. UA heeft veel aantoonbare expertise opgebouwd in '**Electrochemical, electrocatalytical and photo-electrocatalytical processes**' en UG in '**New reactor design concepts**'.

**and equipment**'. Vervolgens hebben de Vlaamse universiteiten ook nog aantoonbare expertise opgebouwd, gerangschikt volgens hun aandeel, in **'Waste valorisation process technologies'**, **'Algorithms, modelling, optimisation of energy'**, **'Power-to-heat'** en **'Hydrogen production with low-carbon footprint'**.

In het hoofdthema **'Advanced Materials'** heeft UG zeer veel expertise in **'Advanced (bio)polymers'**<sup>10</sup>, gevolgd door UH met een eerder kleine expertise. UH heeft zeer veel aantoonbare expertise opgebouwd in **'Material for electronics'**, waarin ook KUL en UG kleine aantoonbare expertise hebben opgebouwd. Alle universiteiten hebben gelijkaardige, kleine expertise opgebouwd in **'Materials for energy storage'**. Tot slot is er voor **'Bio-based chemicals and materials'** nog kleine aantoonbare expertise voor UG en UH.

Positionering van de Vlaamse onderzoeksinstituten per SIRA thema van SusChem



De aantoonbare expertise aan de hand van de SIRA-thema's (Strategic Innovation and Research Agenda) van SusChem is vervolgens ook in kaart gebracht voor de Vlaamse onderzoeksinstituten.

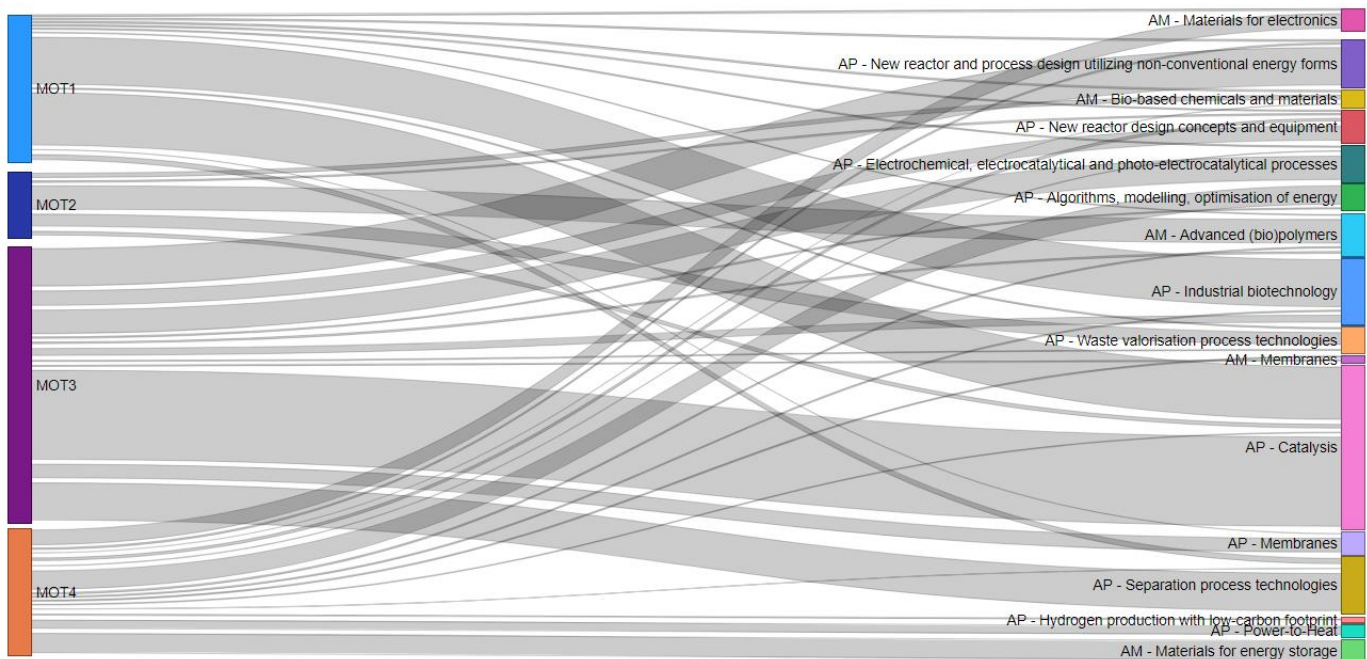
Veruit de meest expertise is aangetoond in het hoofdthema **'Advanced Processes'**. Binnen dit thema is er door BBEPP en VITO veel expertise opgebouwd in **'Industrial biotechnology'**. Vervolgens is er voor **'Separation process technologies'** zeer veel expertise opgebouwd door VITO. VITO heeft ook gemiddeld aangetoonde expertise in **'Algorithms, modelling, optimisation of energy'**. Centexbel en VITO hebben aangetoonde expertise in **'Waste valorisation process technologies'**. Vervolgens heeft VITO aangetoonde expertise opgebouwd, gerangschikt volgens hun aandeel, in **'Electrochemical, electrocatalytical and photo-electrocatalytical processes'**, **'Power-to-heat'**, **'Catalysis'**, **'New reactor and process design utilizing non-conventional energy forms'**, **'Hydrogen production with low-carbon footprint'** en **'New reactor design concepts and equipment'**. BBEPP heeft ook zeer kleine aantoonbare expertise in **'Catalysis'**.

In het hoofdthema **'Advanced Materials'** is de meeste expertise aangetoond voor Centexbel en VITO in **'Bio-based chemicals and materials'**, gevolgd door **'Advanced (bio)polymers'**. Vervolgens heeft VITO kleine aantoonbare

<sup>10</sup> 'Advanced (bio)polymers' en 'Algorithms, modelling, optimisation of energy' zijn toegevoegd door de opdrachtgever aan de SIRA-thema's omdat er geen ander thema van SIRA geschikt was om deze projecten volledig onder te classificeren.

expertise in **'Materials for energy storage'**. De onderzoeksinstituten hebben geen aantoonbare expertise in **'Materials for electronics'**.

### Koppeling van de Vlaamse expertises aan de hand van de Moonshotthema's met de SIRA-thema's van SusChem



Tot slot zijn de aangetoonde expertises voor zowel universiteiten en onderzoeksinstituten in de Moonshot hoofdthema's ook nog gekoppeld aan de SIRA-thema's van SusChem. De koppelingen met het meeste gewicht zijn hieronder beschreven:

De sterkste koppelingen vinden we terug tussen MOT 3, **'Elektrificatie & radicale procestransformatie'** en het SIRA-thema **'Catalysis'** en MOT 1, **'Biogebaseerde chemie'**, met **'Catalysis'**.

Daarnaast is er vanuit MOT 1, **'Biogebaseerde chemie'**, ook een sterke koppeling te vinden met **'Industrial biotechnology'**. Vanuit MOT 3, **'Elektrificatie & radicale procestransformatie'**, en MOT 4, **'Energie-innovatie'**, zijn er ook zeer kleine koppelingen terug te vinden met **'Industrial biotechnology'**.

Vanuit MOT 3, **'Elektrificatie & radicale procestransformatie'**, is er een sterke koppeling te vinden met **'New reactor and process design utilizing non-conventional energy forms'**. Ook met MOT 1 en MOT 4 vinden we vanuit dit SIRA-thema kleine koppelingen.

Vanuit MOT 3 is er ook een sterke koppeling te maken met **'Separation process technologies'**. We vinden ook kleine koppelingen terug met MOT 1 en MOT 4.

Vervolgens vinden we vanuit MOT 2, **'Circulariteit van koolstof in materialen'**, een sterke koppeling met **'Advanced (bio)polymers'**. Ook de overige drie MOTs hebben een koppeling met dit SIRA-thema.

We vinden vanuit MOT 3 ook een sterke koppeling met het SIRA-thema **'Electrochemical, electrocatalytical and photo-electrocatalytical processes'**. Dit thema kent ook een koppeling met MOT 1 en MOT 4.

De koppeling van de Moonshot thema's met SIRA-thema's toont aan dat de verschillende expertises in Vlaanderen in meerdere MOT-thema's terugkomen en flexibel kunnen worden ingezet.

### Hoe zijn de kennisinstellingen in Vlaanderen en internationaal gepositioneerd en welke samenwerkingsverbanden met andere kennisinstellingen gaan ze aan?

#### Programma's voor Vlaamse samenwerkingen

Kennisinstellingen geven aan dat er binnen Vlaanderen vaak samenwerkingen ontstaan tussen de universiteiten onderling of tussen universiteiten en de onderzoeksinstituten. Daarnaast wordt er binnen eenzelfde kennisinstelling ook vaak samengewerkt tussen verschillende onderzoeksgroepen.

Ze erkennen allemaal de nood van doorgedreven samenwerkingen en het zoeken van complementariteit tussen verschillende onderzoeksgroepen om zo complexe onderzoeksvragen te kunnen oplossen. Deze multi-expertise benadering wordt steeds meer een randvoorwaarde om een succesvol project af te kunnen leveren en kennisinstellingen zijn zich hierop de afgelopen jaren meer en meer aan het organiseren. Ze geven aan dat dit naar hun gevoel meer gebeurt dan in het buitenland, maar hiervoor is geen ondersteunende data beschikbaar.

Vlaanderen erkent reeds vele jaren het belang van deze samenwerkingen. Vlaanderen voert een actief **clusterbeleid** waarbij ze actief de samenwerking tussen verschillende actoren, nl. kennisinstellingen, bedrijven en de overheid, tracht te faciliteren. In 2017 zijn de speerpuntclusters opgericht die deze clusterwerking op strategische domeinen in goede banen leidt.

Eén van de voornaamste structuren om samen te werken binnen Vlaanderen zijn de projecten van het **Moonshotprogramma**, beheerd door de speerpuntcluster Catalisti. Vlaanderen is een relatief klein grondgebied dat maakt dat onderzoekers elkaar gemakkelijker kennen en zorgt er ook voor dat er minder tot geen ruimte is om te concurreren binnen dezelfde expertisedomeinen. Vandaar dat de kennisinstellingen aangeven vaak samen te werken omdat ze complementaire expertise hebben. Een specifieke randvoorwaarde van het Moonshotprogramma is ook dat er minimum samengewerkt wordt met drie verschillende onderzoeksgroepen en dit draagt bij aan de multi-expertise benadering.

Een ander programma dat de samenwerking in Vlaanderen aangeeft tussen verschillende kennisinstellingen is het **CAPTURE-initiatief**. Dit initiatief is ontstaan in 2015 vanuit de Universiteit Gent om meer interdisciplinaire samenwerkingen op te zetten tussen verschillende onderzoeksgroepen. Recent zijn o.a. ook de Universiteit Antwerpen en de onderzoeksgroep VITO toegetreden als structurele partners van dit initiatief.

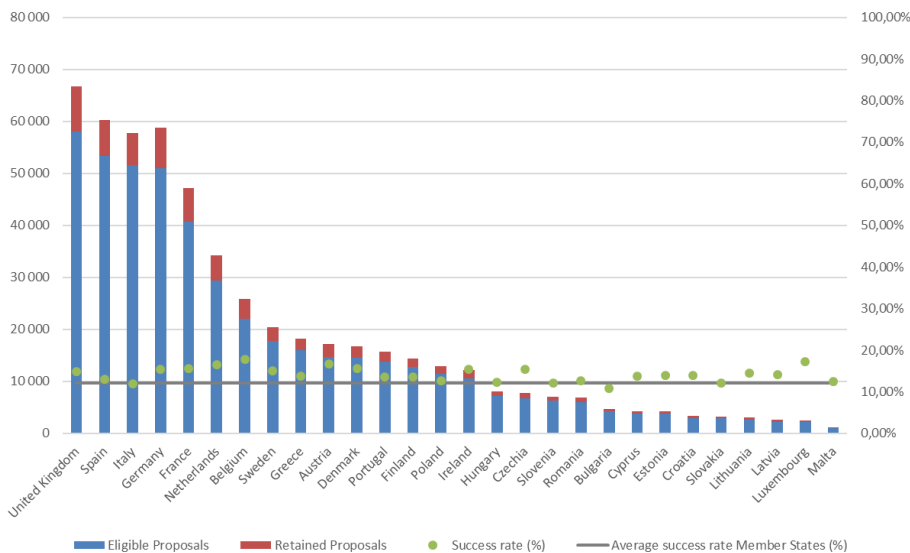
Een andere belangrijke samenwerking tussen kennisinstellingen in dit kader betreft **EnergyVille**. Dit is een samenwerking tussen de Vlaamse kennisinstellingen KUL, VITO, imec en UH voor onderzoek naar duurzame energie en intelligente energiesystemen. Ze ontwikkelen de technologieën en kennis om publieke en private stakeholders te ondersteunen bij hun transitie naar een energie-efficiënte, gedecarboniseerde en duurzame stedelijke omgeving.

Daarnaast zijn er ook onderzoekers die een **gedeelde positie** hebben binnen verschillende Vlaamse kennisinstellingen. Zo zijn er onderzoekers die zowel een positie bekleden binnen een universiteit (bv. UA en UG) en/of een onderzoeksinstituten (bv. VITO).

## Programma's voor internationale samenwerkingen

De Vlaamse kennisinstellingen geven aan dat ze frequent internationale samenwerkingsverbanden aangaan.

De belangrijkste samenwerkingen kaderen binnen een Europees programma. De kennisinstellingen zijn heel actief binnen de Interreg-programma's. Dit zijn programma's die zijn opgezet om regiogrenzen te doen vervagen en samenwerkingen tussen deze regio's te stimuleren. De meest recente en belangrijkste samenwerkingen situeren zich echter in **H2020 projecten**. Alle kennisinstellingen geven aan dat het Europese kaderprogramma de belangrijkste focus van de internationale samenwerking is. Omdat dergelijke Europese projecten actief inzetten op de realisatie van innovaties, worden er vaak meerdere competenties gecombineerd binnen deze projecten. Hiervoor worden er dan ook partnerships aangegaan en consortia opgericht tussen verschillende instellingen uit meerdere landen. Dit kunnen zowel publieke als private instellingen zijn.

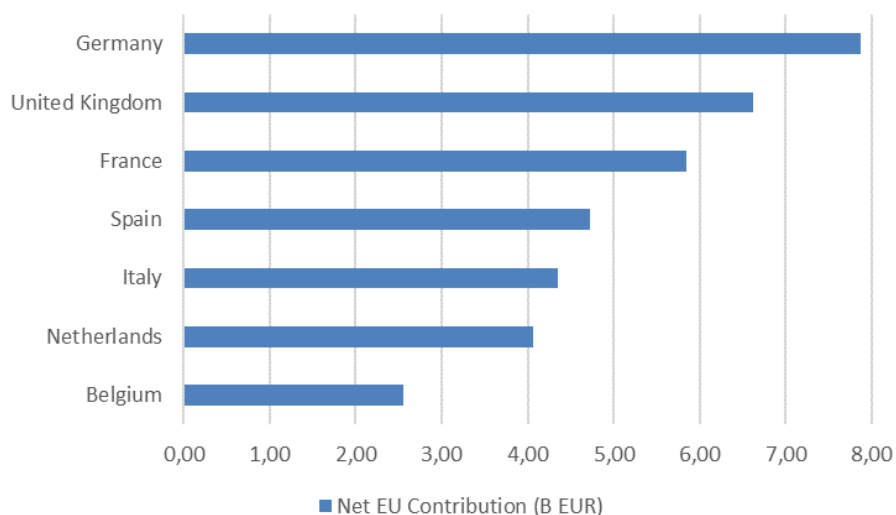


Uit bovenstaande cijfers die gepubliceerd zijn door de EU in het kader van het H2020 programma, blijkt dat België met 17,81%<sup>11</sup> het hoogste percentage heeft van weerhouden t.o.v. projectaanvragen die in aanmerking komen van alle 28 deelnemende lidstaten. Ze scoren daarmee ver boven het EU gemiddelde van 12,16%.

Ranking	Member State	Retained Proposals	% on total retained prop.
1	United Kingdom	8 612	12,69%
2	Germany	7 817	11,52%
3	Spain	6 956	10,25%
4	France	6 373	9,39%
5	Italy	6 116	9,01%
6	Netherlands	4 837	7,13%
7	Belgium	3 910	5,76%

<sup>11</sup> <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>, geraadpleegd 26 mei 2020

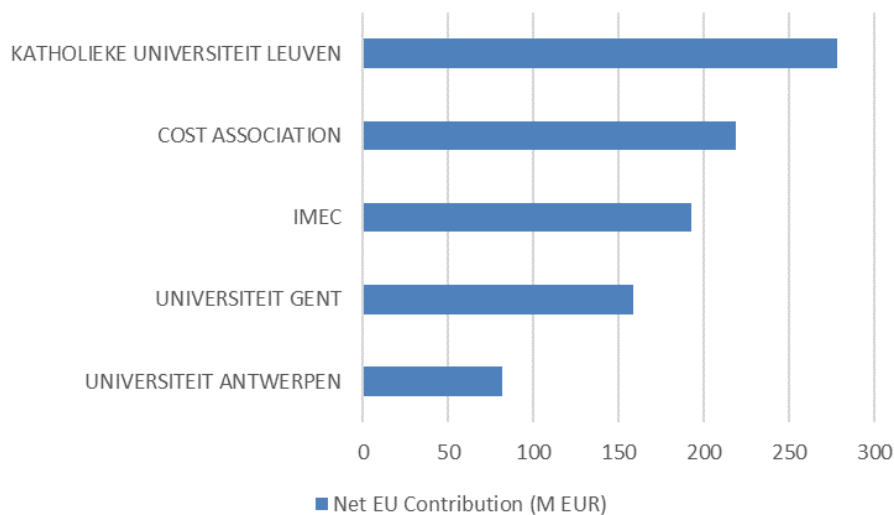
België staat met 3 910 weerhouden projecten op de 7<sup>e</sup> plaats van de EU lidstaten en zijn in 5,76% van alle H2020 projecten betrokken. De top 5 wordt gevormd door het Verenigd Koninkrijk (VK), Duitsland, Spanje, Frankrijk en Italië<sup>12</sup>.



Ranking	Member State	Net EU Contribution (B EUR)	% on total Net EU Contribution
1	Germany	7,87	15,05%
2	United Kingdom	6,62	12,65%
3	France	5,85	11,19%
4	Spain	4,72	9,02%
5	Italy	4,35	8,31%
6	Netherlands	4,06	7,76%
7	Belgium	2,56	4,89%

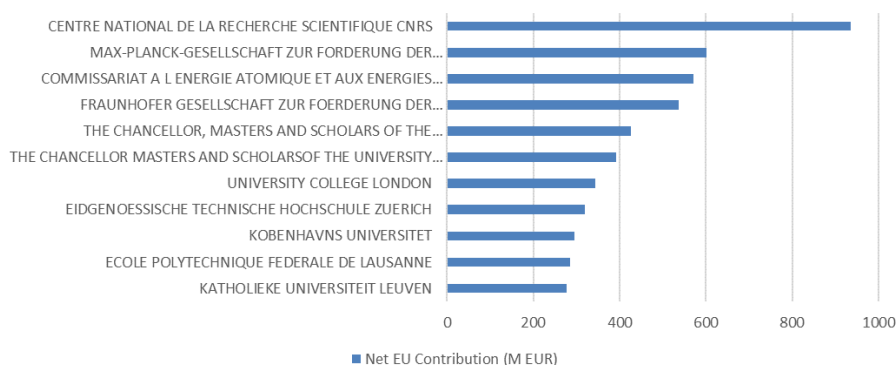
Ook in de ontvangen funding staat België op de 7<sup>e</sup> plaats met €2,56 biljoen en 4,89% van de totale uitgereikte funding. De top 5 wordt hier gevormd door dezelfde landen, met Duitsland als voornaamste ontvanger van de financiële middelen.

<sup>12</sup> <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/horizon-dashboard>, geraadpleegd 26 mei 2020



Ranking	Organisation	Net EU Contribution (M EUR)
1	KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN	278
2	COST ASSOCIATION <sup>13</sup>	219
3	INTERUNIVERSITAIR MICRO-ELECTRONICA CENTRUM	193
4	UNIVERSITEIT GENT	159
5	UNIVERSITEIT ANTWERPEN	82

Indien er naar de voornaamste Belgische ontvangers van deze EU middelen wordt gekeken, dan is het op te merken dat met KUL, UG en UA er 3 Vlaamse universiteiten in de top 5 staan<sup>14</sup>. Daarnaast staat ook nog imec in de top 3, dewelke een sterke verankering kent met alle Vlaamse universiteiten.



Ranking	Organisation	Net EU Contribution (M EUR)	Member State
---------	--------------	-----------------------------	--------------

<sup>13</sup> COST Association staat voor 'European Cooperation in Science and Technology' en is een organisatie die samenwerkingen tussen kennisinstellingen opzet. Dit is een Europese organisatie met een hoofdzetel in België, vandaar dat hun funding in de EU dashboards bij België worden geteld.

<sup>14</sup> <https://webgate.ec.europa.eu/dashboard/sense/app/a976d168-2023-41d8-acec-e77640154726/sheet/0c8af38b-b73c-4da2-ba41-73ea34ab7ac4/state/0>, geraadpleegd op 26 mei 2020

1	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	937	France
2	MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN EV	601	Germany
3	COMMISSARIAT A L ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	571	France
4	FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.	537	Germany
5	THE CHANCELLOR, MASTERS AND SCHOLARS OF THE UNIVERSITY OF OXFORD	427	United Kingdom
6	THE CHANCELLOR MASTERS AND SCHOLARSOFTHE UNIVERSITY OF CAMBRIDGE	393	United Kingdom
7	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	343	United Kingdom
8	EIDGENOESSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE ZUERICH	320	Switzerland
9	KOBENHAVNS UNIVERSITET	296	Denmark
10	ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE	285	Switzerland
11	KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN	278	Belgium

Indien de voornaamste ontvangers van Europese middelen bekeken wordt over alle landen heen, dan is de KUL terug te vinden op een 11<sup>e</sup> plaats. De top 10 bestaat uit 2 Franse organisaties, 2 Duitse organisaties, 3 Engelse organisaties, 2 Zwitserse organisaties en 1 Deense organisatie<sup>15</sup>.

Het zijn ook deze organisaties en respectievelijke landen waarmee de Vlaamse kennisinstellingen de voornaamste samenwerkingen kennen.

*Desalniettemin de H2020 projecten en EU-rapportering breder is dan louter projecten in kader van klimaattransitie en breder is dan Vlaanderen, kan de algemene vaststelling van kwalitatieve projectaanvragen toch worden weerhouden omdat een steekproef leert dat dezelfde trends gevolgd worden in de thema's i.k.v. klimaattransitie. Het is echter niet mogelijk om*

<sup>15</sup> <https://webgate.ec.europa.eu/dashboard/sense/app/a976d168-2023-41d8-acec-e77640154726/sheet/0c8af38b-b73c-4da2-ba41-73ea34ab7ac4/state/0>, geraadpleegd op 26 mei 2020



*ondubbelzinnig en generiek de thema's te selecteren, aangezien bepaalde projecten transversaal over de thema's worden gerapporteerd.*

### Ad hoc Vlaamse en internationale samenwerkingen

Kennisinstellingen geven ook aan dat er ook vaak op een **ad hoc basis** wordt samengewerkt met andere Vlaamse en internationale kennisinstellingen. Dit zijn dan eerder bilaterale expertises die worden uitgewisseld in het kader van een specifiek project zonder dat dit binnen een opgezette structuur of extern subsidieprogramma valt.

Daarnaast sponsort VITO vaak **doctoraten** die in samenwerking met de universiteiten worden uitgevoerd.

### De kracht van het netwerk bepaalt de mate van samenwerking

Kennisinstellingen geven aan dat de mate van nationale en internationale samenwerking sterk afhankelijk is van de kracht van het **netwerk van de onderzoeker**. Samenwerkingsverbanden worden wel gestimuleerd door de kennisinstellingen, maar het is uiteindelijk de hoofdonderzoeker die hier de vrijheid en verantwoordelijkheid draagt om deze te realiseren. De onderzoekers zoeken in hun netwerk voornamelijk naar complementaire expertise om een kwaliteitsvol project of publicatie af te leveren. De kennisinstellingen waarmee samengewerkt wordt, hangt dan ook in grote mate af van de expertise die ze kunnen leveren en de goede ervaringen die ze delen uit het verleden.

Kennisinstellingen geven echter aan dat het vaak niet eenvoudig is om te weten wie met wat in Vlaanderen bezig is. Er zijn verschillende initiatieven aangaande, maar dit is niet centraal gecoördineerd. Ze verwijzen hierbij naar Duitsland waar de overheid erin slaagt om dit beter te communiceren en te centraliseren.

### Welke samenwerkingen hebben de Vlaamse kennisinstellingen met de industrie?

#### Samenwerking met de industrie zorgt voor de toepassing van basisonderzoek

Samenwerkingen met de industrie zijn voor de kennisinstellingen van groot belang aangezien dit de opportuniteit biedt om het strategisch basisonderzoek verder toe te passen in een bedrijfscontext en zo tot hogere TRL's te komen.

Samenwerkingen met de industrie doen zich voornamelijk voor op de hogere TRL's (vnl. vanaf TRL3/4). Dit betekent dat de kennisinstellingen hun onderzoek op een grotere schaal kunnen testen en kunnen toepassen in een bedrijfscontext. Zowel de universiteiten als de onderzoeksinstituten zijn betrokken in dergelijke samenwerkingen en er is een actieve participatie van bedrijven in dergelijke samenwerkingen.

Naast de universiteiten bekleden onderzoeksinstituten hier een belangrijke plaats in het landschap. De drie onderzoeksinstituten spelen een belangrijke rol om de brug te maken tussen strategisch basisonderzoek en de volledige industriële uitrol. Zij bezitten de nodige infrastructuur om onderzoek om TRL 4 t.e.m. 7 uit te voeren. Deze onderzoeksinstituten werken vaak samen met de industrie via gefinancierd of via privaat onderzoek. Dit gefinancierd onderzoek kan verlopen via verschillende kanalen, zoals o.a. via de werking van de speerpuntclusters, de reguliere werking van VLAIO en H2020-projecten. De private projecten betreft contractonderzoek en is confidencieel van aard. Bijgevolg zijn ze niet in kaart gebracht via de publiekelijke geraadpleegde bronnen.

## Het Horizon2020-programma als facilitator voor samenwerking met de industrie

De **Horizon2020-projecten** zijn typisch projecten die worden uitgevoerd door consortia van verschillende kennisinstellingen, zowel universiteiten als onderzoeksinstellingen, in samenwerking met private spelers uit binnen- en buitenland.

Een voorbeeld van dergelijke samenwerking i.k.v. H2020 betreft het project "*Selective Modifications of Aromatics through Biocatalytic Oxidations*" gecoördineerd door BBEPP. Dit betreft een samenwerking met zowel een Vlaamse universiteit (KUL) als met buitenlandse universiteiten (o.a. Universiteit Groningen uit Nederland). Daarnaast zijn er ook binnen- en buitenlandse bedrijven betrokken in de samenwerking, zoals o.a. het Vlaamse technologiebedrijf voor eco-plastics B4Plastics als het Duitse chemiebedrijf Covestro.

Covestro is een chemiebedrijf dat ook een vestiging heeft in de Haven van Antwerpen. Desalniettemin gaat het Vlaamse BBEPP een samenwerking aan met de Duitse vestiging van Covestro. Dit is een vaak voorkomende observatie, zowel uit de verzamelde gegevens als uit de gesprekken met kennisinstellingen en bedrijven. Kennisinstellingen geven aan dat de samenwerking met grote chemische bedrijven voornamelijk plaatsvinden met de vestigingen in Duitsland. De grootste chemiebedrijven in Vlaanderen hebben vaak een productieafdeling in Vlaanderen, maar hun hoofdzetel en vooral hun O&O-afdeling is meestal gevestigd in Duitsland.

## Verschillende Vlaamse programma's als facilitator voor samenwerking met de industrie

Er zijn verschillende Vlaamse subsidieprogramma's om de samenwerking tussen kennisinstellingen en de industrie te faciliteren. De belangrijkste programma's, die benoemd zijn door de kennisinstellingen tijdens de interviews, zijn opgenomen. Dit is zeker geen exhaustieve lijst van alle mogelijke samenwerkingsmechanismen.

In Vlaanderen zijn er 5 grote types van samenwerkingen te onderscheiden:

**1. Strategisch Basisonderzoek (SBO):** dit zijn onderzoeken op laag TRL. In dit type samenwerkingen zijn het voornamelijk de universiteiten die een actieve rol spelen. De bedrijven hebben in deze samenwerking eerder een passieve rol, via het zetelen in begeleidingscommissies.

SBO-projecten kunnen aangevraagd worden via speerpuntclusters (cluster SBO – cSBO) of via het Fond voor Wetenschappelijk Onderzoek (FWO).

In de SBO-projecten worden kennisinstellingen gefinancierd met publieke middelen.

**2. Moonshotprogramma:** Het meest recente programma, dat een beroep doet op het cSBO-projecttype is het **Moonshotprogramma**. De projecten dienen te passen binnen de roadmap van dit programma.

Binnen het Moonshotprogramma zijn de meeste projecten op lage TRL via Strategisch Basisonderzoek voor clusters (cSBO). Bedrijven sturen de thema's wel mee via hun aanwezigheid in de Moonshot adviesraad maar het zijn voornamelijk de kennisinstellingen die een actieve rol opnemen.

Daarnaast zijn er in dit programma ook Later Stage Innovation (LSI) projecten voor de hogere TRL's.

**3. Interdisciplinair Coöperatief Onderzoek (ICON):** dit is een projecttype waarin een ad hoc en evenwichtig samengesteld consortium van één of meerdere kennisinstellingen en minstens drie onderling onafhankelijke Vlaamse ondernemingen nieuwe kennis te ontwikkelen.

De projecten zijn gericht op de TRL 3-5 en zijn gericht op het overbruggen van de kloof tussen onderzoek en toepassing. In ICON-projecten staat de samenwerking en de gezamenlijke inzet centraal. Zowel de ondernemingen als de onderzoeksorganisaties dragen bij aan een gemeenschappelijk doel elk vanuit hun invalshoek. De directe betrokkenheid van de ondernemingen ondersteunt het vraaggedreven karakter van de onderzoeksactiviteiten van de onderzoeksorganisaties in een ICON-project zonder dat hierbij afbreuk wordt gedaan aan de vereiste van onafhankelijkheid van het onderzoeksdeel. Deze projecten kunnen enkel ingediend worden via een speerpuntcluster, zoals Catalisti en SIM, via een Strategisch Onderzoekscentrum (SOC) zoals imec en Flanders Make of in het kader van een ad hoc thematisch initiatief.

ICON-projecten kunnen gezien worden als een mix tussen SBO en O&O-projecten (Onderzoek & Ontwikkeling) en bestaan uit deze twee delen. Zowel kennisinstellingen als bedrijven kennen een actieve participatie in deze projecten. Het SBO-gedeelte wordt uitgevoerd door de kennisinstellingen met een steunpercentage van 100% en het O&O-gedeelte door de bedrijven, waarbij het steunpercentage die van de onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten voor bedrijven volgt.

**4. Onderzoeks- en Ontwikkelingsprojecten (O&O):** Er zijn ook steunmaatregelen beschikbaar via de reguliere werking van VLAIO voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsprojecten en via de werking van de speerpuntclusters. De O&O-projecten richten zich op het versterken van de onderzoek- en ontwikkelingsactiviteiten voor bedrijven. Daarnaast kan je financiering verkrijgen voor piloot- en demoprojecten. O&O projecten dekken TRL 3 t.e.m. 7 af.

Onderzoeksprojecten zijn gericht op kennisopbouw voor de langere termijn. De ontwikkelingsprojecten zijn gericht op vernieuwende ideeën die de ondernemingen kunnen versterken. Deze steunmaatregelen zijn gericht op Vlaamse bedrijven en samenwerking met kennisinstellingen zijn niet opgenomen als voorwaarde voor het verkrijgen ervan.

In praktijk worden dergelijke O&O-projecten vaak uitgevoerd in samenwerking met een universiteit of onderzoeksinstelling als onderzoekspartner.

O&O-projecten bestaan altijd uit een cofinanciering van publieke en private middelen. Bedrijven maken hier gebruik van de subsidie om het risico te verlagen, aangezien de technologie nog niet volledig bewezen is.

**5. Private samenwerkingen:** daarnaast zijn er ook nog ad hoc bilaterale samenwerkingen die tussen kennisinstellingen en bedrijven plaatsvinden. Deze projecten zijn vaak confidentieel van aard en van strategisch belang voor de bedrijven. Bedrijven contacteren de kennisinstellingen met een specifiek idee.

De bedrijven nemen in deze projecten vaak grotendeels de financiering van het project op zich, omdat het risico voor de bedrijven kleiner is omdat de technologie meer bewezen is of omdat ze dit risico accepteren wegens het strategisch belang. Als deze projecten succesvol blijken dan komen de intellectuele eigendomsrechten toe aan de bedrijven en/of kennisinstellingen. Deze opgebouwde kennis kan dan enkel terugvloeiën naar de andere organisaties aan de hand van financiële compensaties.

Daarnaast zijn er ook nog samenwerkingen tussen kennisinstellingen en bedrijven mogelijk via gezamenlijke **doctoraten** of **post-doctoraten**. De financiering van deze doctoraten kan verlopen via het Baekeland-mandaat, waarbij VLAIO ongeveer de helft van de financiering van de doctorandus op zich neemt. Het **Baekeland-mandaat** financiert doctoraatsprojecten met meerwaarde voor bedrijven. Alternatief kan deze financiering ook verlopen via het Industrieel Onderzoeksfonds (IOF) of via FWO. Subsidie voor strategisch basisonderzoek van postdoctorale onderzoekers i.s.m. kenniscentra of bedrijven kan verlopen via innovatiemandaten. Daarnaast hebben postdoctorale onderzoekers ook de mogelijkheid om een postdoctoraal mandaat aan te vragen voor ondersteuning in het uitbouwen van een zelfstandige, internationale onderzoekslaan.

Vanuit het departement Economie, Wetenschap en Innovatie bestaat het **Industrieel Onderzoeksfonds**. Dit is een intern bestemmingsfonds met als doelstelling om op middellange tot lange termijn een betere afstemming van het strategisch basisonderzoek en toegepast wetenschappelijk onderzoek op de economische behoeften en de toepassing en valorisatie van de opgebouwde portefeuille van kennis in het bedrijfsleven te realiseren.

Deze verschillende steunmaatregelen bevorderen samenwerkingen tussen kennisinstellingen en de industrie. Dit kunnen samenwerkingen zijn tussen Vlaamse kennisinstellingen en bedrijven, tussen Vlaamse kennisinstellingen en buitenlandse bedrijven of Vlaamse bedrijven met buitenlandse kennisinstellingen. De randvoorwaarde is echter dat het onderzoek een toegevoegde waarde levert aan de Vlaamse economie.

### **Kennisinstellingen nemen zelf ook initiatieven om samenwerkingen met de industrie te bevorderen**

Naast de gekende Vlaamse en Europese financieringsprogramma's hebben alle kennisinstellingen ook een **valorisatiestrategie** waarbij ze hun strategisch basisonderzoek trachten toe te passen in de praktijk en hiervoor bijkomende middelen in de vorm van kapitaal of infrastructuur zoeken. De kennisinstellingen hebben ook medewerkers toegewezen die hiervoor verantwoordelijk zijn. Bij de KUL zijn de IOF-managers. Ook de andere Vlaamse kennisinstellingen hebben dergelijke onderzoekers die dicht bij de bedrijven staan.

Het **CAPTURE-initiatief** van de UG is een recent voorbeeld van dergelijke valorisatiestrategie waarbij er wordt ingezet op samenwerkingen met andere kennisinstellingen en de bedrijfs wereld op specifieke thema's i.k.v. CO<sub>2</sub>-reductie, zoals 'CO<sub>2</sub> to product' en 'Plastics to resource'.

Een ander voorbeeld vindt men terug bij de UA onder de vorm van **BlueApp**. Dit is een pre-incubator voor duurzame chemie die wordt opgericht om strategisch basisonderzoek naar hogere TRL's te brengen in samenwerking met de industrie.

BBEPP geeft aan dat **voucherprojecten** een succesvol instrument zijn om de samenwerking met de industrie te bevorderen. Dit zijn typisch kortlopende projecten waarbij 50% van de financiering door de overheid gebeurt en 50% door het bedrijf met typisch een hoge ROI. De administratieve procedures zijn minimaal gehouden en dit bevordert ook de toegankelijkheid. Langdurige administratieve procedures remmen innovatie aangezien dit het *first mover advantage* kan tegenhouden.

## Wat zijn de huidige focusdomeinen van de Vlaamse kennisinstellingen, relevant voor het onderzoek?

### De onderzoeksagenda van de kennisinstellingen wordt gestuurd door de beschikbare financiële middelen.

Zowel de onderzoeksinstellingen als de universiteiten geven aan dat hun onderzoeksprogramma's voornamelijk geleid worden door Vlaamse en internationale programma's en roadmaps. De kennisinstellingen zijn steeds op zoek naar kapitaal om hun onderzoek te financieren. Door in te zetten op de thema's uit de Vlaamse en internationale programma's hebben ze betere toegang tot financiële middelen.

Binnen Vlaanderen wordt de onderzoeksagenda in grote mate bepaald door de thema's van het **Moonshot onderzoeksprogramma**. Dit programma is recent opgestart in 2019 en loopt 20 jaar met in totaal 400 miljoen EUR aan beschikbare middelen. Binnen dit onderzoeksprogramma zijn vier thema's afgebakend ('Biobased Chemistry', 'Circularity of Carbon in Materials', 'Electrification & Radical Process Transformation' en 'Energy Innovation') met vijf ondersteunende competenties ('Conversion Technology', 'Separation Technology', 'Predictive Technology', 'Energy Storage' en 'Energy Transport').

Internationaal hebben de belangrijkste huidige projecten betrekking op het **H2020-programma**. Het H2020-programma loopt echter af in 2020. Zeer recent, in december 2019, heeft de EU de **European Green Deal** voorgesteld waarin ze de ambitie nogmaals bekrachtigen om tegen 2050 een klimaatneutraal continent te zijn<sup>16</sup>. Deze European Green Deal zal ook gestimuleerd worden via overheids- en particuliere investeringen van 1 biljoen EUR. Daarnaast wordt er een klimaatwet<sup>17</sup> gepubliceerd om de doelstellingen afdwingbaar te maken. Binnen de European Green Deal zijn er enkele concrete acties opgesteld die de duidelijke doelstelling van klimaatneutraliteit zullen bevorderen. De volgende overkoepelende strategische thema's zijn gedefinieerd en relevant voor de kennisinstellingen: 'Climate ambition', 'Clean, affordable and secure energy', 'Industrial strategy for a clean and circular economy', 'Towards a zero-pollution ambition for a toxic free environment' en 'Mainstreaming sustainability in all EU policies'. Binnen deze thema's zijn er concrete acties gedefinieerd zoals het beoordelen van nationale klimaat- en energieplannen en het opstellen van een EU Industriële strategie.

### Kennisinstellingen hebben nood aan een duidelijke richting

Zowel de kennisinstellingen als de bedrijven erkennen het belang van strategisch basisonderzoek om op lange termijn innovaties te stimuleren. Dit basisonderzoek mag niet belemmerd worden en moet maximaal blijven bestaan naast het onderzoek dat sneller een toepassing kan vinden binnen de industrie om een zo internationaal mee een frontrunner te blijven.

Doordat zowel de Vlaamse als de Europese thema's vrij recent zijn opgesteld binnen de respectievelijke programma's, ontbreekt het in Vlaanderen nog deels aan een visie waar de regio op wenst in te zetten en hoe dit gerealiseerd moet worden. Hierdoor missen de kennisinstellingen nog een duidelijke richting om hun onderzoeksstrategie aan op te hangen. Er is binnen de Vlaamse kennisinstellingen nog ruimte voor verbetering voor een **robuste lange termijnstrategie en –visie** met een duidelijke formulering van de thema's waarop ze wensen in te zetten.

<sup>16</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/ip\\_19\\_6691](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/nl/ip_19_6691)

<sup>17</sup> <https://klimaat.be/klimaatbeleid/europees/klimaatwet>

Er is een evolutie op te merken binnen de kennisinstellingen waarbij centraal grote thema's bepaald worden door waarop zij verder wensen in te zetten. Er is echter nog ruimte voor verbetering mogelijk bij het vertalen van deze thema's in een businessplan met concrete roadmap, mijlpalen en kritische prestatie-indicatoren.

Elke onderzoeksgroep heeft echter het recht om de onderzoeken op te starten die zij wensen uit te voeren, volgens het principe van academische vrijheid. De onderzoeksgroepen hebben dan ook alle verschillende en zeer uiteenlopende thema's waarop zij wensen in te zetten en fungeren als quasi onafhankelijke ondernemingen binnen een groter geheel. Deze thema's hangen sterk af van de voorkeur van de hoofdonderzoeker en deze worden niet altijd gealigneerd door de kennisinstellingen.

Interne projecten van de kennisinstellingen moeten wel voldoen aan een aantal randvoorwaarden, zoals bv. het hebben van valorisatiepotentieel en het stimuleren van multidisciplinaire samenwerkingen.

Kennisinstellingen geven echter aan dat de projecten die beroep doen op externe middelen vaak de thema's volgen van de respectievelijke programma's en ze bijgevolg de financiering volgen.

De thema's die gedefinieerd zijn in het Moonshotprogramma zijn een stap in de goede richting, maar de kennisinstellingen geven aan dat ze vaak de opmerking krijgen van de industrie dat het gevoerde onderzoek niet altijd voldoet aan de noden van en rechtstreeks inzetbaar zijn om de klimaatdoelstellingen te kunnen halen. Ze merken op dat de industrie de uitdagingen nog concreter en scherper zou kunnen benoemen, zodat hun onderzoek zoveel mogelijk afgestemd is op de vereisten van de industrie en dat dit onderzoek snel een toepassing kan vinden binnen de industrie. Daarnaast zou een nauwere betrokkenheid van de industrie binnen het onderzoek hier ook nog verder aan kunnen bijdragen. De governance van het Moonshotprogramma tracht hier echter wel maximaal aan bij te dragen door de bedrijven te laten zetelen in de adviesraad. Bedrijven zouden echter nog vaker technologisch onderzoek kunnen adopteren en samen met de kennisinstellingen werken aan dit onderzoek. Daarnaast zouden ze ook meer middelen, o.a. in de vorm van het ter beschikking stellen van infrastructuur, kunnen aanreiken om dit mogelijk te maken. Kennisinstellingen geven aan dat het vooral de bedrijven zijn die de innovatie moeten sturen, door het onderzoek verder te implementeren. Vandaar dat het belangrijk is dat beide beter op elkaar afgestemd worden.

Momenteel ontbreekt het in Vlaanderen echter nog aan een roadmap die gestuurd wordt vanuit de Vlaamse Overheid en waarin de lange termijnvisie wordt uitgezet met duidelijke thema's om verder op in te zetten voor zowel de industrie als de kennisinstellingen. Dergelijke roadmap met duidelijke thema's kan de kennisinstellingen helpen om een lange termijnvisie – en strategie te ontwikkelen en zal ervoor zorgen dat het onderzoek verder afgestemd is op de noden van de industrie. In deze roadmap dient er ook een antwoord geboden te worden op de vraag hoe de midden TRL's (4-7) beter overbrugd kunnen worden. Deze *valley of death* is een gap tussen academisch onderzoek (1-3) en industrialisatie (7-9) die overwonnen moet worden. Kennisinstellingen en bedrijven geven beiden aan dat er vaak nog middelen, zowel financieel als infrastructuur, ontbreken om deze TRL's te overwinnen.

Deze huidige opdracht tracht een antwoord te bieden op deze vraag.

### Onderzoeksinstituten hebben vaak een duidelijkere strategie omdat hun doel meer afgelijnd is

Tijdens de gesprekken met de kennisinstellingen was op te merken dat de onderzoeksinstituten vaker een duidelijkere strategie hebben dan de universiteiten. De onderzoeksinstituten zijn vaak opgericht vanuit een specifiek doel of thema fungeren dan ook vaker als onafhankelijke bedrijven die gericht op het binnengaan van middelen van de industrie en overheden. Ze zijn gericht op hogere TRL en daarom zijn ze ook meer gericht op specifieke vragen van de industrie. Deze onderzoeksinstituten worden ook meer centraal aangestuurd via duidelijke thema's.

BBEPP geeft aan dat de grootste vraag van de markt komt en dat de roadmap is opgesteld o.b.v. de input van de bedrijven en steeds gelinkt is met bio-gebaseerde thematieken.

Centexbel werkt met jaarlijkse prioriteiten, bepaald door vier onderzoeksgroepen. Deze prioriteiten hebben steeds een link met kunststof en textiel.

VITO heeft zijn belangrijkste focuspunten, nl. 'materialen', 'chemie' en 'energie', bepaald<sup>18</sup>. Voor elk van deze focuspunten is er een roadmap uitgewerkt met mijlpalen en kritieke prestatie-indicatoren (KPI's) om deze op te volgen. Deze strategie wordt frequent doorgelicht en geadviseerd door een externe strategische adviesraad.

---

<sup>18</sup> Enkel de focuspunten die relevant zijn voor dit onderzoek zijn opgenoemd.

# Aanbevelingen

Op basis van het onderzoek, kunnen er enkele aanbevelingen worden gemaakt om de positie van de kennisinstellingen te versterken.

## Opstellen van een visie en strategie vanuit een systeemaanpak

Het klimaat is een complex systeem waarbij veel verschillende componenten van invloed zijn op dit grotere geheel. De klimaattransitie is een complex probleem dat een **holistische benadering** vereist met alle actoren van het systeem.

Het is aanbevolen om een visie en strategie voor verder onderzoek verder vorm te geven vanuit een **systeemaanpak**. Dit betekent dat op basis van de huidige expertisedomeinen en aanwezige competenties meer focus kan gelegd worden op dit onderzoek waarin de Vlaamse kennisinstellingen nu al aantoonbare expertise hebben opgebouwd en te bepalen waarin excellentie verder kan ontwikkeld worden. Door middel van een **gecoördineerde** aanpak kan men dan richting geven op het niveau van innovatiethema's en competenties waarop Vlaanderen zich wil focussen en kritische massa wenst te ontwikkelen, zonder daarbij de academische vrijheid aan te tasten.

Een systeemaanpak laat toe om over de gehele levenscyclus van basisonderzoek naar een industrieel project die competenties te identificeren binnen de instellingen waarop Vlaanderen verder wenst in te zetten en eventuele ontbrekende competenties te identificeren. Competenties die ontbreken kunnen dan indien nodig worden ingezet middels samenwerking met ofwel andere kennisinstellingen in Vlaanderen, dan wel internationale instellingen. Idealiter wordt deze afstemming georganiseerd op een internationaal forum.

## Er is blijvende aandacht nodig voor de coördinatie tussen overheid, kennisinstellingen en bedrijven

Vlaanderen erkent reeds vele jaren het belang van een gecoördineerde aanpak. Vlaanderen voert een actief **clusterbeleid** waarbij ze actief de samenwerking tussen verschillende actoren, nl. kennisinstellingen, bedrijven en de overheid, tracht te faciliteren. In 2017 zijn de speerpuntclusters opgericht die deze clusterwerking op strategische domeinen in goede banen leidt. Momenteel zijn er in Vlaanderen 6 speerpuntclusters actief: Catalisti (chemie & kunststoffen), SIM (materialen), Flux50 (energie), VIL (logistiek), Flanders' Food (agrovoeding) en de Blauwe Cluster (blauwe economie).

Desalniettemin de verregaande inspanningen van het clusterbeleid, blijft het aanbevolen om de **coördinatie** tussen de verschillende actoren, kennisinstellingen, bedrijven en de overheid, **actief te stimuleren**. Er bestaan reeds vele financierings- en projectvehikels die deze samenwerking als randvoorwaarde stellen. Het is aanbevolen om actief te blijven inzetten op deze vehikels en dit blijvend te promoten zowel op korte als lange termijn.

Er dient blijvende aandacht te zijn aan het **in kaart brengen** wie bezig is met wat in Vlaanderen i.k.v. CO<sub>2</sub>-reductie, zowel bij de bedrijven, kennisinstellingen als bij de overheid. Gezien de complexiteit van het



systeem, is het een vaststelling dat kennis en informatie nog vaak verspreid zit over deze actoren.

**Innovation brokers**, onafhankelijke partijen die een goed zicht hebben op de verschillende type actoren en initiatieven in de markt, kunnen de samenwerkingen verder stimuleren en het clusterbeleid actief mee helpen ondersteunen. Speerpuntclusters acteren als innovation brokers.

Gezien de zeer recente aard van de disciplines i.k.v. klimaattransitie en CO<sub>2</sub>-reductie is het op te merken dat zowel de bedrijven als de kennisinstellingen hun eigen terminologie en taxonomie hebben ontwikkeld. Het opstellen van een **gezamenlijke classificatie**, tussen zowel Vlaamse kennisinstellingen en bedrijven, van mogelijke thema's en expertises i.k.v. CO<sub>2</sub>-reductie zou de verdere coördinatie en opvolging van competenties verder bevorderen. Deze classificatie zorgt voor een gemeenschappelijke taal tussen alle actoren van het systeem en over de gehele levenscyclus van innovatie- en projectontwikkeling. Deze classificatie moet zo goed mogelijk gealigneerd worden op de Europese thema's.

### Een Vlaamse strategische roadmap vanuit het beleid helpt richting te bepalen voor de kennisinstellingen

Vlaamse kennisinstellingen hebben een uitgebreide kennis en bewezen expertise in verschillende domeinen en thema's i.k.v. klimaattransitie en CO<sub>2</sub>-reductie met een sterke aanwezigheid in Europese projecten.

Er is echter blijvende aandacht nodig om nog verder richting te geven op het niveau van **innovatiethema's en competenties** waarop Vlaamse kennisinstellingen zich verder kunnen focussen en kritische massa wensen te ontwikkelen, zonder daarbij de academische vrijheid aan te tasten.

Er dient een **Vlaamse strategische roadmap** te worden opgesteld i.k.v. klimaattransitie en CO<sub>2</sub>-reductie Vlaamse de industrie en kennisinstellingen om verder en beter richting te kunnen geven aan deze thema's. Deze roadmap moet in eerste instantie vanuit de beleidsstrategie worden geformuleerd en bekrachtigd. De verschillende actoren kunnen hier dan verder op bouwen en concrete invulling aan geven. Deze studie probeert een antwoord te bieden op deze vraag<sup>19</sup>.

### Meer focus bij onderzoeksgroepen leidt tot verdere excellentie en meer optimale benutting van de middelen

Het is op te merken dat sommige onderzoeksgroepen meedingen naar projectmiddelen in een uitgebreid spectrum van projecten en thema's i.k.v. klimaattransitie en CO<sub>2</sub>-reductie. Het flexibel inzetten van expertise over verschillende domeinen en in verschillende projecten is een troef die zeker moet behouden worden. Desalniettemin zijn er bepaalde grenzen aan deze flexibiliteit, zonder hiermee de academische vrijheid aan banden te leggen. Het is een aandachtspunt om een bepaalde **focus** te weerhouden op een aantal specifieke **thema's** zodat hierin excellentie kan ontwikkeld worden en de Vlaamse kennisinstellingen toonaangevend kunnen blijven op het internationale toneel. Daarnaast zorgt de focus er ook voor dat de

---

<sup>19</sup>De Koninklijke Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten heeft in 2015 "De chemische weg naar een CO<sub>2</sub>-neutrale wereld" gepubliceerd. Deze publicatie is echter niet bekrachtigd vanuit het beleid. De Vlaamse strategische roadmap moet echter een gedragen studie zijn door alle actoren van het systeem en moet daarom in eerste instantie vanuit het beleid worden geformuleerd en bekrachtigd. De scope van de huidige opdracht reikt ook verder dan de publicatie van de KVAB.

beschikbare middelen in de markt, zowel publiek als privaat, op een zo optimaal mogelijke manier worden ingezet.

Daarnaast zouden de kennisinstellingen elkaar nog verder kunnen versterken door zich te **verenigen in platformen** waarbij ze kennis blijven uitwisselen en gezamenlijk onderzoeken verder richting geven, zonder hierbij de academische vrijheid te schaden. Dergelijke platformen kunnen ook verder helpen om gecoördineerd antwoord te bieden op internationale vraagstukken en het verder aantrekken en bepalen van innovatiethema's en competenties voor Vlaanderen.

Het opbouwen van **kritische massa** in bepaalde focusthema's is zeer belangrijk. Daarna is het belangrijk dat deze kritische massa in Vlaanderen kan behouden worden.

### **Mogelijk maken van cross-border financiering en opvolgen van Europese funding leidt tot meer en betere benutting van middelen**

Vlaamse kennisinstellingen werken vaak samen met Duitse chemische bedrijven, omdat de O&O-afdeling van deze bedrijven meestal in Duitsland gelokaliseerd zit. In Vlaanderen zijn vaak de productieafdelingen gevestigd. Er dient een plan uitgewerkt te worden dat **cross-border financiering** mogelijk maakt en waarbij elk land zijn gedeelte van het onderzoek betaalt. Met Interreg-projecten zijn hiervoor reeds mogelijkheden voorzien, maar bij deze projecten wordt er sterk naar de regio gekeken. Als een organisatie dan buiten de specifieke regio valt, blijkt het moeilijker om financiering te verkrijgen. Daarnaast kunnen Duitse bedrijven met Vlaamse vestigingen wel Vlaamse financiering verkrijgen, maar dan moeten zij kunnen aantonen dat er valorisatiepotentieel in Vlaanderen is. Gedeeltelijke financiering tussen landen blijkt vaak moeilijker. Deze aanbeveling is een punt dat reeds 2 jaar op de agenda van de trilaterale strategie tussen België, Duitsland en Nederland wordt gezet door Catalisti.

Zowel de Vlaamse kennisinstellingen als bedrijven geven aan dat het een blijvende uitdaging en aandachtspunt is om de **kloof tussen strategisch basisonderzoek en toepassing van het onderzoek** te overbruggen. Deze 'valley of death' is de kloof op TRL 4-5-6-7 en kenmerkt zich door zware CAPEX- en OPEX-investeringen om o.a. de nodige infrastructuur op te zetten. Op deze TRL is de technologie nog niet volledig bewezen en het risico voor de bedrijven moet verlaagd worden door middel van het vrijmaken van publieke middelen. Er zijn veel financieringsvormen en -middelen beschikbaar op Vlaams niveau, maar vooral op Europees niveau via de Green Deal. Het is echter een observatie dat de weg naar deze financieringsvormen niet altijd gevonden wordt door de kennisinstellingen en/of de bedrijven. Er dient hiervoor blijvende aandacht te zijn in Vlaanderen om dit te faciliteren.

Het is aan te raden dat een entiteit van de Vlaamse overheid de call voor **Europese funding**, vnl. i.k.v. de Green Deal, blijft opvolgen en de samenwerking tussen alle actoren, nl. kennisinstellingen, bedrijven en de overheid, stimuleert zodat Vlaanderen verenigd en gecoördineerd op deze calls kan indienen met maximale slaagkansen. Vanwege de complexe natuur van dergelijke mechanismen en het diverse landschap met verschillende belangen is het opgemerkt dat aan deze coördinatie en stakeholder management blijvend aandacht moet worden geschonken.

Er zijn vele en verschillende **publieke financieringsvormen** beschikbaar in Vlaanderen. Er zijn de afgelopen jaren veel inspanningen gedaan door de

overheid om dit te coördineren. Het is een blijvend aandachtspunt om administratieve procedures te **vereenvoudigen** en centraal te coördineren zodat de doorlooptijd beperkt wordt en dit zo toegankelijk mogelijk is.

### Onderbenut potentieel in Vlaanderen voor samenwerking met technology providers en om Vlaams onderzoek beter op te volgen

Zowel de kennisinstellingen als bedrijven geven aan dat het vaak **technology providers** (bv. machinebouwers, leveranciers van sensors, etc.) zijn die de kloof tussen strategisch basisonderzoek en toegepast onderzoek overbruggen, aangezien zij een goede kennis van de bedrijven en hun processen hebben alsook de ervaring met het ontwikkelen van innovaties tot producten. Een samenwerking tussen kennisinstellingen en technology providers zorgt voor het creëren van een enorme know-how en een sterk competitief voordeel. Dit model wordt o.a. succesvol toegepast in Finland waar er een sterke link is tussen kennisinstellingen, ingenieursbureaus en aanbieders van technologie. Het is op te merken dat dergelijke technology providers niet of amper aanwezig zijn in Vlaanderen en hier ligt dan ook **onderbenut potentieel**.

Tot slot is het aanbevolen om de **datakwaliteit** (o.a. volledigheid en accuraatheid van gegevens) van het **FRIS-portaal** te meten en op te volgen. Het monitoren maakt kennisdeling tussen instellingen eenvoudiger en ook de status van onderzoek kan hierdoor efficiënter worden opgevolgd. Daarnaast zouden alle projecten die met publieke middelen gefinancierd worden, verplicht in dit portaal worden opgenomen. Dit houdt ook in dat projecten van Vlaamse onderzoeksinstellingen, zoals VITO, BBEPP en Centexbel, hierin vervat komen te zitten.

# Appendix

## Moonshotthema's

**MOT 1 - Biogebaseerde chemie ('Biobased Chemistry')** focust zich op het gebruik van hernieuwbare grondstoffen voor de productie van biogebaseerde chemische producten. De technologiedomeinen voor een biogebaseerde economie omvatten heel de waardeketen en bestaan uit:

- het ontwikkelen van omzettingstechnologieën voor de productie van chemicaliën uit een grondstof, zoals katalyse, biokatalyse, fermentatie, pyrolyse, microbiële elektrolyse, elektrokatalyse enz. (**'Conversion'**);
- het ontwikkelen van omzettingstechnologieën gekoppeld met scheidingstechnologieën voor de selectieve scheiding van het product tijdens de omzetting (**'Conversion & In situ product recovery'**);
- synthetische biologie voor het optimaliseren van biotechnologische processen (**'Engineering of microorganisms and enzymes'**);
- het ontwikkelen van voorbehandelings- en scheidingstechnologieën voor het scheiden en opzuiveren van producten, zoals extractie, persen, filtratie, centrifugeren, destillatie, pervaporatie enz. (**'Fractionation/separation'**).

**MOT2 - Circulariteit van koolstof in materialen ('Circularity of Carbon in Materials')** focust zich op het behoud van koolstof in materialen. De technologiedomeinen voor een meer circulaire economie bestaan uit:

- het ontwikkelen van technologieën om de mechanische en chemische recycleerbaarheid van kunststoffen te verbeteren (**'Improving recyclability by design'**);
- het ontwikkelen van recyclagetechnologieën voor kunststoffen met het oog op een stijging van de huidige recyclage volumes, zoals mechanische en chemische recyclage (**'Increasing current recycling rate'**);
- het ontwikkelen van technologieën voor de productie van kunststoffen uit een meer duurzame bron zoals biomassa of CCU (**'(Bio)polymers'**).

**MOT3 - Elektrificatie & radicale procestransformatie ('Electrification & Radical Process Transformation')** focust zich op koolstofslimme processen. De technologieën bestaan uit:

- ondersteunende (enabling) adsorptieve scheidingstechnologieën (**'Capture'**);
- het capteren van CO<sub>2</sub> emissies (**'CO<sub>2</sub> Capture'**);
- het omzetten van de gecapteerde CO<sub>2</sub> met behulp van omzettingstechnologieën, zoals katalyse, plasmakatalyse, fotokatalyse, elektrokatalyse, fermentatie, enz. (**'CO<sub>2</sub> Conversion'**);
- ondersteunende omzettingstechnologieën (**'Conversion'**);
- het vermijden van CO<sub>2</sub> emissies door het intensifiëren van processen, bv. door het ontwikkelen van hybride scheidingen, multifunctionele en gestructureerde reactoren, door gebruik te maken van alternatieve energievormen, enz. (**'Process intensification'**).

**MOT 4 - Energie-innovatie ('Energy Innovation')** focust zich op CO<sub>2</sub> neutrale energieoplossingen. De technologieën bestaan uit:

- de ontwikkeling van algoritmes voor het optimaal benutten van flexibiliteit in kader van demand side response (**'Flexibility algorithms'**);
- het ontwikkelen van omzettingstechnologieën voor de productie van CO<sub>2</sub> neutrale energie, zoals fotovoltaïsche cellen, warmtepompen,

organische rankinecycli, electrolyse... (**'Generation/conversion of CO<sub>2</sub> neutral energy'**);

- het ontwikkelen van technologieën voor energieopslag en – transport zoals o.a. batterijen en zeolieten (**'Storage/transport of energy'**).

### Grenswaarden inschatting expertise

Op basis van kwantitatief onderzoek is de expertise ingeschat van de geselecteerde kennisinstellingen. Volgende bronnen zijn meegenomen in dit onderzoek:

- Vlaamse Deelname aan Europese projecten
- Vlaamse octrooiaanvragen
- Vlaamse onderzoeksprojecten
- Vlaamse publicaties

De resultaten van dit onderzoek zijn vervolgens gecumuleerd en geaggregeerd per kennisinstelling in zes categorieën. De resultaten zijn niet verder genormaliseerd voor de grootte van de kennisinstelling.

Deze categorieën zijn als volgt opgesteld voor de figuren op **Moonshot hoofdthema**:

Categorie	Ondergrens	Bovengrens
Geen	0	0
Zeer klein/zeer weinig	0	20
Klein/weinig	21	50
Gemiddeld	51	100
Groot/Veel	101	300
Zeer groot/zeer veel	301	500

De categorieën zijn als volgt opgesteld voor de figuren met **details per Moonshot** en de figuren voor de **SIRA-thema's**:

Categorie	Ondergrens	Bovengrens
Geen	0	0
Zeer klein/zeer weinig	0	20
Klein/weinig	21	50
Gemiddeld	50	75
Groot/Veel	76	100
Zeer groot/zeer veel	101	150

### Technology Readiness Levels (TRL)

Elke industriële toepassing heeft voor zijn specifieke innovatie (product, proces of dienst) een traject van research/ontwikkeling tot marktintroductie te doorlopen.

Om deze specifieke niveaus van een innovatietraject aan te duiden kunnen Technology Readiness Levels (TRL) worden gebruikt.

De Technology Readiness Levels geven de mate van ontwikkeling van een technologie aan, waarbij TRL 1 staat voor technologie aan het begin van de ontwikkeling en TRL 9 voor technologie die technisch en commercieel gereed is. TRL 1 tot 3 behoren tot 'discovery' (Onderzoek), gevolgd door TRL 4 tot 6 'development' (Ontwikkeling) en TRL 7 tot 9 'deployment' (Toepassing)<sup>20</sup>.

Phase	TRL	Description
Research	1	Basic principles observed
	2	Technology concept formulated
	3	Experimental proof of concept
Development	4	Technology validated in lab
	5	Technology validated in relevant environment
	6	Technology demonstrated in relevant environment
Deployment	7	System prototype demonstrated in operational environment
	8	System complete and qualified
	9	Actual system proven in operational environment

De TRLs kunnen als volgt beschreven worden:

TRL	Description
1	Basic principles observed
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificatie van het nieuwe concept;</li> <li>• Identificatie van de integratie van het concept;</li> <li>• Identificatie van verwachte barrières;</li> <li>• Identificatie van toepassingen;</li> <li>• Identificatie van materialen en technologieën op basis van theoretische grondbeginselen/literatuurgegevens;</li> <li>• Eerste evaluatie van potentiële voordelen van het concept ten opzichte van de bestaande.</li> </ul>
2	Technology concept formulated

<sup>20</sup> [https://www.researchgate.net/figure/Technology-Readiness-Level-TRL-scale\\_fig1\\_321013240](https://www.researchgate.net/figure/Technology-Readiness-Level-TRL-scale_fig1_321013240)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betere kennis van technologieën, materialen en interfaces wordt verworven;</li> <li>• Nieuw concept wordt onderzocht en verfijnd;</li> <li>• Eerste evaluatie over de haalbaarheid wordt uitgevoerd</li> <li>• Eerste numerieke kennis;</li> <li>• Kwalitatieve beschrijving van de interacties tussen technologieën;</li> <li>• Definitie van de prototype-aanpak en voorafgaande technische specificaties voor laboratoriumtests.</li> </ul>
3	Experimental proof of concept
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eerste prototype op laboratoriumschaal (proof-of-concept) of numerieke modellen;</li> <li>• Testen op laboratoriumniveau van het innovatieve technologische element maar niet het hele geïntegreerde systeem;</li> <li>• Belangrijke parameters die de technologie (of de brandstof) karakteriseren worden geïdentificeerd;</li> <li>• Verificatie van het proof-of-concept door middel van simulatie-instrumenten en cross-validatie met literatuurgegevens (indien van toepassing).</li> </ul>
4	Technology validated in lab
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Schaalverkleining) prototype ontwikkeld en geïntegreerd met complementaire subsystemen op laboratoriumniveau;</li> <li>• Validatie van de nieuwe technologie door middel van verrijkte numerieke analyse (indien van toepassing).</li> <li>• Key Performance Indicators zijn meetbaar;</li> <li>• Het prototype toont herhaalbare/stabiele prestaties (ofwel TRL4 of TRL5, afhankelijk van de technologie).</li> </ul>
5	Technology validated in relevant environment
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integratie van componenten met steunelementen en hulpmiddelen in het (grootschalige) prototype;</li> <li>• Robuustheid is bewezen in de (gesimuleerde) relevante werkomgeving;</li> <li>• Het prototype vertoont herhaalbare/stabiele prestaties (TRL4 of TRL5, afhankelijk van de technologie);</li> <li>• Het proces is betrouwbaar en de prestaties komen overeen met de verwachtingen (TRL5 of TRL6, afhankelijk van de technologie);</li> <li>• Andere relevante parameters met betrekking tot schaalvergroting, milieu-, regelgevings- en sociaaleconomische kwesties worden gedefinieerd en kwalitatief beoordeeld.</li> </ul>
6	Technology demonstrated in relevant environment
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het proces is betrouwbaar en de prestaties komen overeen met de verwachtingen (TRL5 of TRL6, afhankelijk van de technologie);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interoperabiliteit met andere aangesloten technologieën wordt aangetoond;</li> <li>• Aanpak van de productie wordt gedefinieerd (TRL6 of TRL7, afhankelijk van de technologie);</li> <li>• Milieu-, regelgevings- en sociaal-economische kwesties worden aangepakt.</li> </ul>
7	System prototype demonstrated in operational environment
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Full scale) pre-commerciële systeem wordt gedemonstreerd in een operationele omgeving;</li> <li>• Compliance met relevante omgevingscondities, autorisatieproblemen, lokale of nationale standaarden is gegarandeerd, in ieder geval voor de demo-site;</li> <li>• De integratie van upstream en downstream technologieën is geverifieerd en gevalideerd;</li> <li>• De productiebenadering is gedefinieerd (TRL6 of TRL7, afhankelijk van de technologie).</li> </ul>
8	System complete and qualified
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De technologie is geëxperimenteerd in de praktijk en heeft haar werking in haar uiteindelijke vorm bewezen;</li> <li>• Het fabricageproces is stabiel genoeg om een lage productie in te gaan. Opleiding en onderhoudsdocumentatie zijn afgerond;</li> <li>• Integratie op systeemniveau is voltooid en volwassen;</li> <li>• Volledige naleving van de verplichtingen, certificeringen en normen van de aangesproken markten.</li> </ul>
9	Actual system proven in operational environment
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie die bewezen is, volledig operationeel en klaar voor commercialisering;</li> <li>• Volledige productieketen is aanwezig en alle materialen zijn beschikbaar;</li> <li>• Systeem geoptimaliseerd voor een volledige productiesnelheid.</li> </ul>

### Fraunhofer domeinen

Octrooien werden opgevraagd op basis van relevante Fraunhofer domeinen, dewelke worden gebruikt om octrooien te classificeren.

Onderstaande Fraunhofer domeinen zijn gebruikt:

- 1 Electrical machinery, apparatus, energy
- 8 Semiconductors
- 14 Organic fine chemistry
- 15 Biotechnology
- 17 Macromolecular chemistry, polymers



19	Basic materials chemistry
21	Surface technology, coating
22	Micro-structure and nano-technology
23	Chemical engineering
24	Environmental technology
27	Engines, pumps, turbines
28	Textile and paper machines
30	Thermal processes and apparatus