



## **Leverbaarheid 5**

### Evaluatie MOTs

Juli 2020

# Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
Samenvatting	3
Context	7
Methode	18
Evaluatie en validatie of bijsturing MOTs	22
Appendix A: Moonshot governance in detail	32
Appendix B: Presentatie gedetailleerde MOTs	36
Appendix C: MOT evaluatie o.b.v. routekaart	41

# Moonshot

Een ambitieus en innovatief programma

# Samenvatting

Het Moonshot innovatieprogramma is een initiatief geënt op het inzetten op beloftevolle technologische innovaties tegen 2040 om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken. Dit rapport omvat de evaluatie van het gedefinieerde Moonshot innovatieprogramma en diens individuele Moonshot OnderzoeksTrajecten (MOTs).

Het Moonshot innovatieprogramma is een **duidelijke sprong voorwaarts** om op basis van dialoog met de industrie de kennisinstellingen, richting te geven en te ondersteunen inzake technologische innovaties en fundamenteel onderzoek die bijdragen aan een transitie om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken.

Op basis van literatuur en (Europese) routekaarten die geraadpleegd werden in Leverbaarheid 2, kan gesteld worden dat het Moonshot innovatieprogramma en de vier MOTs **de belangrijkste thematieken bevatten inzake technologische innovatie** om bij te dragen aan een transitie om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken. Deze ambities van het innovatieprogramma zijn daarmee ook in lijn met de Europese ambities die o.a. zijn vastgelegd in de EU Green Deal

Op basis van ministerieel besluit, heeft **Catalisti**, de speerpuntcluster voor chemie en kunststoffen, een **regisseursrol** gekregen om het Moonshot innovatieprogramma te runnen. Naast de reguliere werking binnen de raad van bestuur van Catalisti, zijn er 2 additionele organen in plaats gezet:

- De **Moonshot Governance Board (MGB)** als onafhankelijk orgaan om het Moonshot initiatief te monitoren en ook de **bedrijfsinsteek** in het programma te verzekeren.
- De **Wetenschappelijke AdviesRaad (WAR)** als onafhankelijk orgaan die zorgt voor de **technische insteek**.

In de conceptnota die aan de basis ligt van het Moonshot innovatieprogramma, en welke bekrachtigd is door destijds Vlaamse minister voor Economie & Innovatie, Philippe Muyters, staan de hoofdsectoren van dit programma benoemd, met name **chemie-, raffinage-, en staalsectoren** omdat deze sectoren gezamenlijk de meest CO<sub>2</sub>-uitstoot van de Vlaamse industrie vertegenwoordigen. Op basis van leverbaarheid 2, zijn dit ook de sectoren met het grootste potentieel voor CO<sub>2</sub>-reductie binnen de Vlaamse industrie. De uitgevoerde evaluatie vertrekt vanuit deze 3 sectoren, en verifieert of de projecten toegekend in het Moonshot Innovatieprogramma deze sectoren afdekt.

De **synergiën van projecten binnen het Moonshot innovatieprogramma met andere 'downstream' sectoren** is geïntegreerd in de governance door het opnemen van vertegenwoordigers van de verschillende **speerpuntclusters in de MGB**.

De **betrokkenheid van de bedrijven** is gematerialiseerd in de governance, door de reguliere werking van Catalisti (en Flux50) en strategische sessies die georganiseerd werden om input van de bedrijven te krijgen gedurende de uitrol van het programma. Enerzijds is er nog steeds een **spanningsveld**, waar bedrijven tijdens bedrijfsinterviews aangeven dat fundamenteel onderzoek vaak als **niet toepasbaar genoeg** wordt beschouwd door de bedrijven. Aan de andere kant zijn bedrijven dikwijls **terughoudend in hun openheid** wanneer het gaat om het delen van hun inzichten wegens de competitieve aard van innovaties en bescherming van Intellectual Property (IP).

Het innovatieprogramma in zichzelf is nog jong en nog niet volledig gekend bij de bedrijven. De **ware lessons learned moeten zich nog verder uitkristalliseren**.

Via het Deloitte interventielogica raamwerk voor analyses van beleidsmaatregelen (zie ook hoofdstuk Methode en Appendix C) kunnen volgende eerste aanbevelingen worden geformuleerd om zo het Moonshot innovatieprogramma verder te verscherpen. Namelijk:

**1. Potentieel om de opbouw van de individuele MOTs binnen het Moonshot innovatieprogramma te verscherpen:**

Er zijn verschillen in breedte en impact van de huidige individuele MOTs die een spanningsveld in de opbouw van het Moonshot innovatieprogramma veroorzaken.

De MOTs als geheel lijken te verschillen in de *impact* die ze kunnen hebben op klimaat. MOT2 'Circulariteit van koolstof in materialen' en MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties' hebben de meeste impact om koolstofcirculariteit en CO<sub>2</sub> mitigatie voor de Vlaamse industrie te bereiken. Met betrekking tot verdeling van budgetten over de vier MOTs, is er geen specifieke regeling. Dit wordt door Catalisti beschouwd de verantwoordelijkheid te zijn van de Moonshot Governance Board: tijdens de projectevaluaties is de potentiële klimaatimpact van een individueel project een factor in diens totaalbeoordeling.

Daarnaast zijn er *verschillen in de definities en breedtes* van de MOTs. MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen' en MOT4 'Energie-innovatie' zijn zeer breed

gedefinieerd ten opzichte van MOT1 'Biogebaseerde Chemie' en MOT2 'Circulariteit van Koolstof in Materialen'.

### *MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties'*

Zo is CCU/CCS ondergebracht onder MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen'. MOT3 heeft voornamelijk KPI's (ambities) en randvoorwaarden met betrekking tot CCU/CCS en waterstof. Het transitiepotentieel aangaande elektrificatie en radicale transformatie van processen wordt niet gereflecteerd in de KPI's van deze MOT: er zijn namelijk geen KPI's gedefinieerd met betrekking tot deze thema's.

Daarom wordt aangeraden om binnen MOT3 een nauwer onderscheid te maken tussen enerzijds de thematiek van Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen, en anderzijds de thematiek van CCU/CCS die ook binnen deze MOT valt. Er kan via interne tussenschotten worden gewerkt om specifieke KPI's voor beide thematieken aan te brengen.

Binnen CCU/CCS, kan een verdere splitsing worden aangebracht dat let op functionele materialen enerzijds, en energiedragers anderzijds.

Wanneer de eerste projecten met betrekking tot basisonderzoek omtrent CCU/CCS impactvol blijken te zijn, kan mettertijd worden bekeken om CCU/CCS volledig onder te brengen onder een nieuwe, vijfde MOT.

De bedoeling is om zo een grotere focus te bekomen op zowel Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen enerzijds en CCU/CCS anderzijds. De allocatie van de middelen zelf blijft een verantwoordelijkheid van de Moonshot Governance Board op basis van de voorgestelde projecten.

In het detail rapport wordt dit aan de hand van 2 scenario's verder in detail toegelicht.

### *MOT4 'Energie-innovatie'*

Het transitiepotentieel van MOT4 dient zich meer te oriënteren richting toepasbaarheid van energieproductie binnen industriële toepassingen om aan de stijgende energievraag van deze te voorzien. De energie-productie kan dan worden opgevolgd binnen de speerpuntcluster FLUX50. De toepasbaarheid binnen industriële toepassingen kan dan opgevolgd worden binnen de speerpuntcluster Catalisti.

**2. Potentieel om de ambities van de individuele MOTs inzake koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-mitigatie te verscherpen:**

De KPI's van de individuele MOTs zijn gericht om het onderzoek door kennisinstellingen met betrekking tot innovaties in technologie richting te geven. Op basis van de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie (Leverbaarheid 6) kan per MOT een meer gedetailleerde routekaart uitgewerkt worden om detail KPI's (ambities) alsook focusdomeinen per MOT vast te leggen.

**3. Potentieel om de overbrugging van de midden TRLs (4-6) te verbeteren:**

Bij de initiële opzet van het Moonshot innovatieprogramma werd de keuze genomen om zich te richten op strategisch basisonderzoek (TRLs 1-3) en dus op het begin van de innovatiecyclus. Indien de projecten voldoende rijp zijn worden deze doorgegeven aan de reguliere werking van de meest aangewezen speerpuntcluster. Binnen het Moonshot innovatieprogramma is wel een beperkt budget opzijgezet voor Later Stage Innovatie (LSI)-projecten bij kennisinstellingen.

Er is echter een risico dat het onderzoek zich niet direct voortzet op de midden-TRLs (i.e. 4-6) via de speerpuntclusters. Dit omdat het nog te veel binnen de universiteiten wordt uitgevoerd, de business case en technologie nog te onduidelijk zijn voor de bedrijven, en de nodige link/samenwerking met andere kennisinstellingen, ingenieursbureaus en bedrijven voor uiteindelijke toepassing en slagingskansen nog nauwer dient opgezet te worden.

Kennisinstellingen en bedrijven, hebben aangegeven tijdens interviews en overlegmomenten dat er een maatregel nodig is om een verdere opschaling van onderzoek in technologieën te ondersteunen. Er zijn middelen beschikbaar bij de speerpuntclusters alsook VLAIO, maar deze worden niet altijd teruggevonden. Dit wordt ook onderschreven door essenscia en Catalisti.

Er is potentieel om een aparte steunmaatregel uit te werken buiten het Moonshot innovatieprogramma om initiatieven op midden TRLs verder te ondersteunen. Voor verdere uitwerking van deze steunmaatregel wordt verwezen naar de aangaande discussie tussen VLAIO en essenscia hieromtrent.

# Context

Vlaanderen erkent reeds vele jaren het belang van een gecoördineerde aanpak. Vlaanderen voert een actief clusterbeleid waarbij ze actief de samenwerking tussen verschillende actoren, namelijk 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).

In 2019, lanceerde de destijds Vlaamse minister voor Economie & Innovatie, Philippe Muyters, de 'Moonshot': een industrieel innovatieprogramma geënt op het inzetten op beloftevolle technologische innovaties tegen 2040 om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken, om zo bij te dragen aan een CO<sub>2</sub>-neutraal Vlaanderen tegen 2050. Daarmee sluit het Vlaamse beleid aan op de klimaatdoelstellingen van Parijs (het Parijs-akkoord<sup>1</sup>) die door 195 landen, inclusief België, is ondertekend. Het Moonshot innovatieprogramma ondersteunt actoren in de wetenschap, onderzoeksinstituten en de industrie zowel binnen de clusters als tussen de clusters onderling. Via deze cross-sectorale samenwerking worden zo gezamenlijk baanbrekende technologieën, producten, processen en bouwstenen ontwikkeld. Dergelijke projecten moeten kunnen aantonen dat ze aanzienlijk minder CO<sub>2</sub>-uitstoot, meer CO<sub>2</sub>-opvang of een betere CO<sub>2</sub>-recuperatie kunnen verwezenlijken.

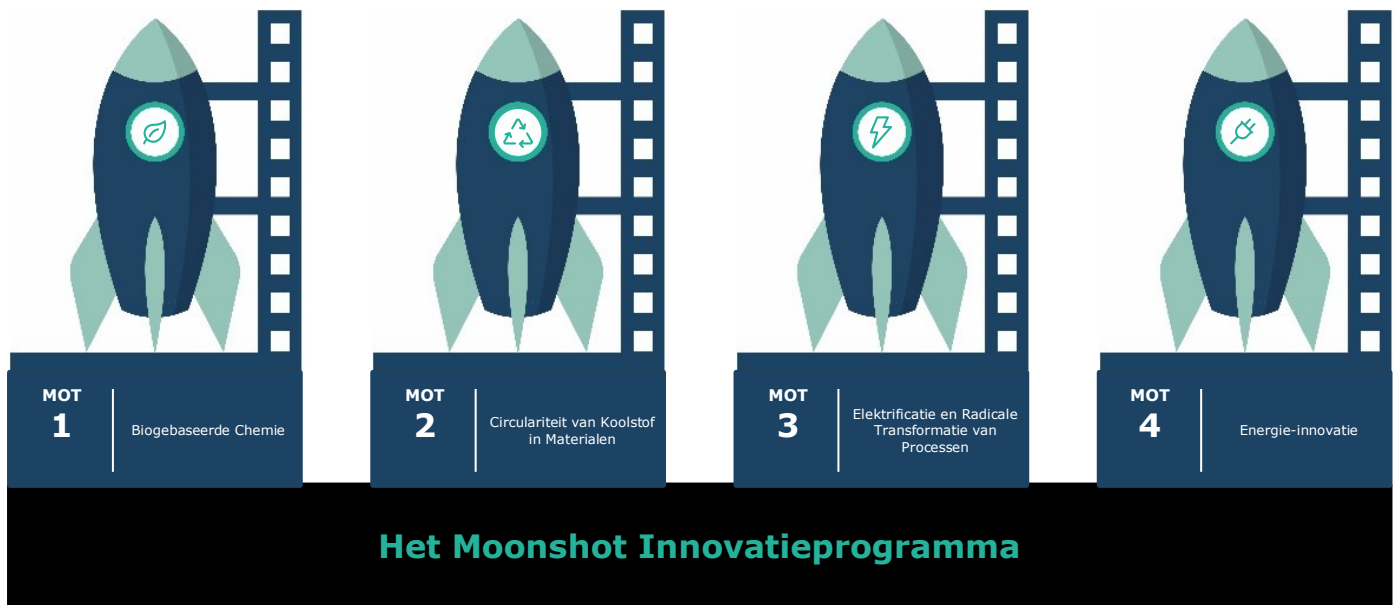
Het programma wordt geleid door Catalisti, als Vlaams speerpuntcluster voor de chemische en plasticindustrieën. Het Moonshot innovatieprogramma heeft als doelstelling om verder te bouwen op de sterke kennis en innovatieve industrie die reeds in Vlaanderen bestaan.

Vijf kerncompetenties ('enablers') zijn hieruit geïdentificeerd om op verder te bouwen: conversietechnologie, scheidingstechnologie, predictieve technologie, energieopslag en energie-transport. Via deze enablers heeft het programma vier nauw verbonden Moonshot OnderzoeksTrajecten (MOTs) opgestart, zie ook Figuur 1.

---

<sup>1</sup> In Parijs werd in 2015 via de Verenigde Naties een internationaal akkoord bereikt om de opwarming van de aarde ten opzichte van het pre-industriële tijdperk te beperken tot 2 graden, met als streefwaarde 1,5 graad.





**Figuur 1 Conceptuele beknopte weergave van het innovatieprogramma**

Momenteel vertegenwoordigt de Vlaamse industrie een derde van de totale Vlaamse CO<sub>2</sub>-uitstoot<sup>2</sup>. De chemie-, raffinage-, en staalsectoren zijn de hoofdfocus van het innovatieprogramma, daar zij gezamenlijk de meeste CO<sub>2</sub>-uitstoot (85%) van de Vlaamse industrie vertegenwoordigen. Dit werd reeds bepaald bij de inceptie van het innovatieprogramma in de conceptnota opgesteld door Catalisti aangaande het opzetten van een Moonshot innovatieprogramma<sup>3</sup> en vervolgens bekrachtigd door Philippe Muylers op 23 maart 2019. Daarop volgde het Ministerieel besluit van 20 mei 2019 voor het officieel opzetten van het innovatieprogramma en het runnen van het programma door Catalisti. Met deze drie sectoren als startpunt, kunnen nieuwe waardeketens, bedrijfsmodellen en technologieën worden opgezet die synergiën met andere 'downstream' sectoren bevordert (bijv. textiel, papier, voedsel, logistiek, niet-metalen mineralen). Cross-sectorale samenwerking is daarom onmisbaar om de Vlaamse industrie koolstof circulair en CO<sub>2</sub>-slim te krijgen tegen 2050. De conceptnota erkent dat dergelijke samenwerking met name op twee niveaus zich voltrekt: energie-efficiëntie en het gebruik van CO<sub>2</sub>-neutrale energie, als ook materiaal-efficiëntie en het gebruik van duurzame grondstoffen.

<sup>2</sup> In 2016 vertegenwoordigde de industriële sectoren 36% van alle broeikasgasemissies in Vlaanderen. Bron: moonshotflanders.be.

<sup>3</sup> [https://moonshotflanders.be/wp-content/uploads/2019/12/moonshot\\_conceptnota\\_v20190923.pdf](https://moonshotflanders.be/wp-content/uploads/2019/12/moonshot_conceptnota_v20190923.pdf)

Het voorziene budget van het innovatieprogramma bedraagt momenteel 400 miljoen euro, ofwel 20 miljoen euro gespreid over 20 jaar, tot 2040.

## LEVERBAARHEID 5

In opdracht van VLAIO – het Vlaams Agentschap voor Innovatie en Ondernemen, voert een consortium van Antwerpen Management School, Climact, Deloitte, de Vrije Universiteit Brussel, en het Wuppertal Instituut een contextanalyse en routekaart studie uit binnen het Moonshot innovatieprogramma. Als onderdeel van deze contextanalyse en routekaart studie komt deze Leverbaarheid 5 – Evaluatie van de Moonshot voort.

Dit rapport, i.e. Leverbaarheid 5, tracht antwoorden te vinden door het Moonshot innovatieprogramma te evalueren en eventueel benodigde bijstellingen of inhoudelijke aanvullingen van het programma te formuleren wat betreft:

1. De gekozen bedrijfsfocus (de sectoren chemie, staal, en raffinage).
2. De vier initieel geïdentificeerde MOTs, zowel qua hun thematiek en focus, als ook de kwantitatieve ambities, engagementen en mijlpalen.
3. Indien nodig, een nieuwe MOT identificeren, inclusief potentiële kwantitatieve ambities en mijlpalen voor andere niet vermelde sectoren, domeinen of technologieën.

## GOVERNANCE STRUCTUUR MOONSHOT INNOVATIEPROGRAMMA

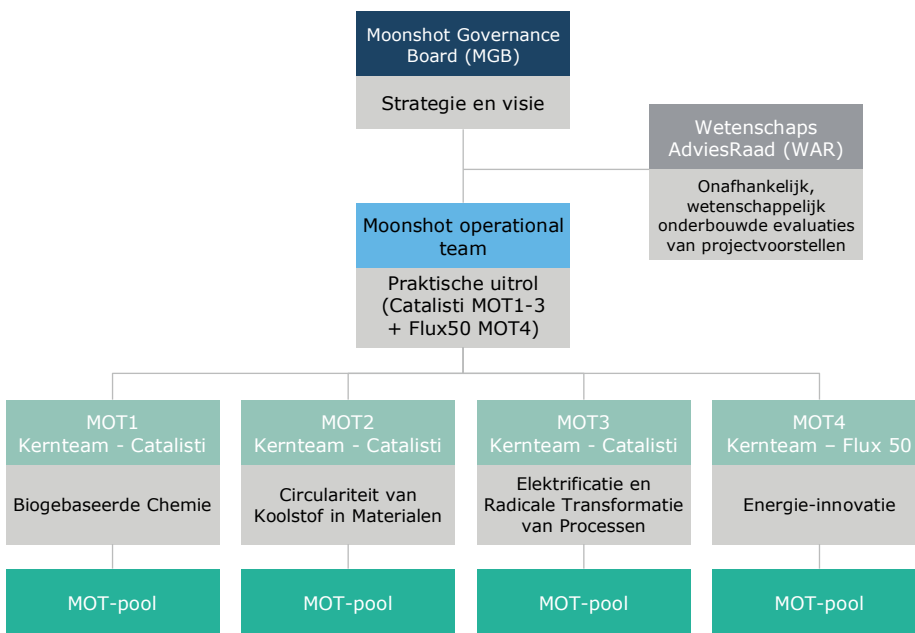
De initiële governance structuur van het Moonshot innovatieprogramma werd reeds vastgelegd in de Catalisti conceptnota die door de minister Muyters werd goedgekeurd. De benadering om projecten te identificeren en te evalueren binnen het programma is een "levend" proces" om beter met de veranderende noden van de industrie en competenties van de kennisinstellingen rekening te houden.

In de governance structuur worden onder aansturing van Catalisti naar synergiën gezocht tussen industrie en kennisinstellingen. Dit is in een initiële fase, gedaan door vertegenwoordiging uit de verschillende relevante sectoren en speerpuntclusters in de Moonshot Governance Board (MGB) en de vertegenwoordiging van experts met industrie- en technologische kennis in de Wetenschappelijke AdviesRaad (WAR) (voor gedetailleerdere informatie omtrent de verschillende actoren en diens rollen binnen de governance-structuur, zie ook Appendix A).

Elke MOT heeft een eigen MOT-kern team die verantwoordelijk is voor de wetenschappelijke implementatie. Ze bestaat uit voornamelijk

experten uit Vlaamse universiteiten en kennisinstellingen. Ze zoeken actief naar projectvoorstellen en engageren de relevante actoren. Bijkomend helpen ze ook met de project appreciaties. MOT-kern teams worden ondersteund door een respectievelijke MOT-pool. Dit is een actief netwerk van voornamelijk Vlaamse academische experts die regelmatig samenkomen om te netwerken, brainstormen en projectvoorstellen maken.

Een beknopt overzicht van de governance-structuur is gepresenteerd in Figuur 2. Alles samengenomen is er een robuuste governance structuur opgezet die zowel de technische domeinen via de WAR als de bedrijfsinsteek via de MGB afdekt.



**Figuur 2 Governance structuur van het innovatieprogramma**

**INHOUDELIJKE STRUCTUUR MOONSHOT INNOVATIEPROGRAMMA**

Binnen het programma worden twee verschillende soorten projecten toegelaten:

- cSBOs - Strategisch Basisonderzoek voor Clusters. Dit betreft vernieuwend onderzoek dat in geval van wetenschappelijk succes een vooruitzicht biedt voor latere economische of maatschappelijke toepassingen. Ze passen in een ruimer traject binnen een cluster (i.e. netwerken van ondernemingen, kennisinstellingen en experts) en is vraag gedreven door tegemoet te komen aan de door doelgroep-bedrijven geïdentificeerde en onderschreven noden. Vaak gaat het hier in de praktijk om het testen van disruptieve ideeën op TRLs lager dan niveau 3

(Technology Readiness Levels<sup>4</sup>). Binnen de cSBOs bestaan twee varianten; sprint- en reguliere cSBOs. Sprint cSBOs zijn van korte duur (maximaal 18 maanden) om de haalbaarheid van een idee te testen versus een regulier cSBO project (maximaal 48 maanden).

- LSI - Later Stage Innovation. In de conceptnota van het Moonshot initiatief werd ook een beperkt budget opzijgezet voor LSI-projecten binnen het innovatieprogramma. Dit betreft het verder ondersteunen van onderzoeksmogelijkheden die reeds een bewezen haalbaarheid hebben binnen lage TRLs. Indien de projecten voldoende rijp zijn worden deze standaard doorgegeven aan de reguliere werking van de meest aangewezen speerpuntcluster, en vallen deze buiten het Moonshot initiatief. In de praktijk gaat het bij LSI voornamelijk om subsidies voor kennisinstellingen (niet voor bedrijven) omtrent infrastructuur, verdere kennis opbouw, en het onttrekken van risico's gebonden aan technologie.

Deze projecten moeten qua inhoud raakvlakken hebben met de ambities van het Moonshot innovatieprogramma, welke onderverdeeld is in vier thema's. Deze vier thema's worden ook wel Moonshot OnderzoeksTrajecten, of MOTs, genoemd. Zij werden bepaald via een strategische enquête onder de industriële partners, waarbij ook diens noden werden vastgelegd als ook de vijf kerncompetenties. Deze vier MOTs die hieruit naar voren zijn gekomen, zijn:

MOT	Beschrijving
<b>1. Biogebaseerde chemie</b>	
<b>Focus</b>	Onderzoek naar alternatieve, hernieuwbare en CO <sub>2</sub> -vriendelijke grondstoffen zoals biomassa.
<b>Kern competenties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fractionering/scheiding</li> <li>• Engineering van micro-organismen en enzymen</li> <li>• Conversie en in-situ productherwinning</li> <li>• Conversie</li> </ul>
<b>Mijlpalen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Twee productinnovaties tot TRL 6 tegen 2025, met daarna elke vijf jaar twee additionele product innovaties tot TRL 6. Vergeleken met op fossiel-gebaseerde producten, moeten deze nieuwe producten een vergelijkbare functionaliteit/waarde en/of nieuwe functionaliteit met een potentieel hogere toegevoegde waarde hebben.</li> <li>2. De producten en processen zullen duurzamer zijn in hun CO<sub>2</sub> voetafdruk en milieu impact dan hun fossiel-gebaseerde tegenhangers.</li> </ol>
<b>Randvoorwaarden</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. De producten zijn gebaseerd op stabiele, prijs competitieve leveringsketens/ grondstoffen van het circulair gebruik van biomassa en rationeel gebruik van gewassen.</li> <li>4. De eindproducten moeten een belangrijke rol kunnen spelen in de (toekomstige) Vlaamse industriële waardeketens, en moeten een aanzienlijk potentiaal hebben op de wereldmarkt.</li> </ol>

<sup>4</sup> TRL's zijn een graadmeter voor de maturiteit van een technologieën. Ze beginnen op level 1 (basisonderzoek) tot aan level 9 (mature en mark operationele technologieën).

## 2. Circulariteit van koolstof in materialen

<b>Focus</b>	Onderzoek naar recycling en hergebruik van plasticafval.
<b>Kern competenties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymeerchemie</li> <li>• Verhogen van de huidige recyclingpercentages</li> <li>• Verbeteren van recycleerbaarheid via ontwerp</li> <li>• Biopolymeren</li> </ul>
<b>Mijlpalen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Innovatie tot TRL 6 zodat 70% van het post-consument polyolefinen wordt gerecycled tegen 2030, en 75% tegen 2040.</li> <li>2. Innovatie tot TRL 6 zodat 60% van het post-consument heteropolymeren wordt gerecycled tegen 2030, en 80% tegen 2040.</li> <li>3. Twee chemische platformen opzetten tot TRL 6 tegen 2030 om plastics makkelijker te recyclen (focus op hoogwaardige kunststoffen (heteropolymeren) voor technisch gebruik.</li> </ol>
<b>Randvoorwaarden</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Tegen 2040 moet de technologie het mogelijk maken om 75% van alle plastics die in Vlaanderen in omloop worden gebracht, ontstaan uit recycling (of biomassa of CCU).</li> <li>5. Dit moeten leiden tot een drastische verlaging van de CO<sub>2</sub>-uitstoot uit end-of-life verbranding van plastics ter hoogte van ongeveer 1 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.</li> </ol>

## 3. Elektrificatie en Radicale Transformatie van Processen

<b>Focus</b>	Onderzoek naar elektrificatie, energiezuinige scheidingsprocessen en milde biotechnische omzettingen. Hergebruik of opslag van CO <sub>2</sub> .
<b>Kern competenties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (CO<sub>2</sub>) opvang</li> <li>• (CO<sub>2</sub>) conversie</li> <li>• Proces intensificatie</li> <li>• Opwekken/omzetten van CO<sub>2</sub>-neutrale energie</li> </ul>
<b>Mijlpalen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Innovatie tot TRL 6 tegen 2035, zodat de CO<sub>2</sub>-intensiteit binnen de (petro)chemische industrie met 60% vermindert. Belangrijkste bijdrage wordt verwacht uit stoomkraken en ammoniakproductie, als ook het vervangen van distillatie door membraanprocessen en het vervangen van de traditionele chemische processen met biotechnologie.</li> <li>2. Ten minste één technologie tot TRL 6 tegen 2025 voor economisch rendabele CO<sub>2</sub> opvang en zuivering voor zowel puntbronnen (uit de chemie, staal en energieopwekking) en Direct Air Capture.</li> <li>3. Economisch rendabele omzetting van opgevangen CO<sub>2</sub> als grondstof voor de Vlaamse industrie. De belangrijkste bijdrage wordt verwacht in de omzetting van CO<sub>2</sub> naar koolstofmonoxide, methanol, en dimetyl ether, en de daaropvolgende omzetting van C1 als grondstof naar producten met toegevoegde waarde.</li> <li>4. Innovatie tot TRL 6 tegen 2025, voor de kost efficiënte productie van waterstof (&lt; € 2,000/ton) met een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot.</li> </ol>
<b>Randvoorwaarden</b>	5. Economisch rendabele CO <sub>2</sub> opvang en zuivering is € 20-30/ton voor puntbronnen en € 50-100/ton voor Direct Air Capture.

#### 4. Energie-innovatie

<b>Focus</b>	Onderzoek naar CO <sub>2</sub> -neutrale energieoplossingen
<b>Kern competenties</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibiliteit algoritmes</li> <li>• Opwekken/omzetten van CO<sub>2</sub>-neutrale energie</li> <li>• Opslag/transport van energie</li> </ul>
<b>Mijlpalen</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drie innovaties tot TRL 6 tegen 2030 om CO<sub>2</sub>-neutrale/duurzame energie te leveren. Daarna elke vijf jaar een additionele innovatie tot TRL 6.</li> <li>2. Twee innovaties tot TRL 6 tegen 2030 omtrent energievervoer en -opslag. Daarna elke vijf jaar een additionele innovatie tot TRL 6.</li> <li>3. Tegen 2030 moet een nieuwe generatie van flexibele algoritmes worden ontwikkeld, met ook drie innovatieve processen ontworpen voor flexibiliteit, en een portefeuille van sector overschrijdende modellen om te zorgen dat +20% van de industriële vraag naar energie wordt voorzien door flexibiliteit.</li> </ol>
<b>Randvoorwaarden</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. De economische winstgevendheid zal voor de technologieën worden bepaald voor hun implementatie op een industriële schaal binnen een globale context, gebruikmakend van internationale energieprijzen binnen de chemische industrie. A. Zowel hardware als software oplossingen (technologieën, innovatieve algoritmen voor systeemintegratie en controle) B. Elektriciteit, warmte en andere energievectoren.</li> </ol>

**Tabel 1** Beknopt overzicht van de vier MOTs.

De vier MOTs zijn overkoepelende thema's binnen het Moonshot initiatief om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken. Het gaat over baanbrekende technologieën, bijvoorbeeld in biomassa (MOT1), circulariteit (MOT2), of procestransformatie (MOT3), alsook voordelige toegang tot CO<sub>2</sub>-neutrale energie (MOT4). Momenteel bestaan er geen formele voorschriften rondom de toekenning van de jaarlijkse Moonshot budgetten. In jaar 1, lijken ze op basis van de geaccepteerde projecten proportioneel toegewezen te zijn aan de MOTs, buiten MOT2 Circulariteit van koolstof in materialen welke minder subsidies toegekend kreeg.

Elke MOT kent daarbinnen verdere onderwerpen en technologieën waarin innovatie kan plaatsvinden om de koolstof-transitie te helpen bewerkstelligen. Echter, wegens synergiën kan het voorkomen dat bepaalde projecten MOT-overschrijdend zijn, zodat zij eigenlijk onder meerdere MOTs geclassificeerd kunnen worden. Voor eenvoudige opvolging worden ze dan aan een specifiek thema (i.e. MOT) toegewezen waarmee de meeste raakvlakken zijn.

## HOOFDSECTOREN MOONSHOT INNOVATIEPROGRAMMA

Op basis van leverbaarheid 2, zijn de chemie-, raffinage-, en staalsector ook de hoofdsectoren met het grootste potentieel voor CO<sub>2</sub>-reductie binnen de Vlaamse industrie. De uitgevoerde evaluatie van de projecten hieronder vertrekt vanuit deze 3 sectoren, en verifieert of de projecten toegekend in het Moonshot Innovatieprogramma deze hoofdsectoren afdekt. Dit is daadwerkelijk het geval - zie hiervoor ook figuur 5 & 6.

## EERSTE TOEGEKENDE MOONSHOT PROJECTEN

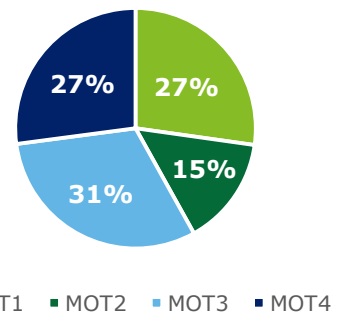
Het innovatieprogramma is van start gegaan in 2019. De eerste project aanvragen hadden september 2019 als deadline voor de indiening. De eerste projecten werden eind 2019 toegekend, om zo de opstart in begin 2020 te voorzien.

Binnen het innovatieprogramma is er geen strikt criterium omtrent hoeveel projecten kunnen worden toegelaten per subsidiejaar. Ook is er geen strikte regel omtrent de verdeling naar cSBO (i.e. basisonderzoek op lage TRLs) en LSI (i.e. vergevorderd onderzoek op midden TRLs). In 2019 zijn de eerste projecten toegekend, te weten negen cSBO- en drie LSI-projecten). Met de eerste projecten zijn € 18 miljoen van de jaarlijkse € 20 miljoen gegund.

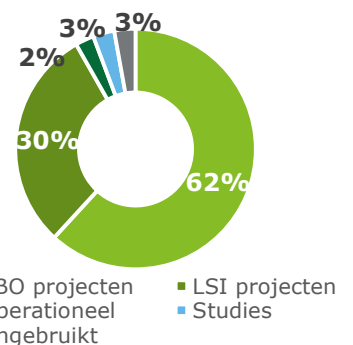
Hieronder wordt een beknopt overzicht van de eerste gegunde Moonshot projecten gepresenteerd, zie ook Figuur 3):

### MOT1: Biogebaseerde Chemie (totaal: € 4,999,761)

- **NIBCON** – € 1,499,959 – cSBO – Sector: Chemie en Staal - Nieuwe geïntegreerde bio raffinage concepten voor een koolstof neutrale bio-economie.
- **PADDL** – € 1,499,954 – cSBO – Sector: Chemie - Polymeer additieven met lignine als bouwsteen.
- **PILLAR** – € 1,999,848 – LSI – Sector: Chemie - Unieke pilot omtrent de infrastructuur van innovatieve katalytische bio raffinage voor lignocellulosisch materiaal tot functionele bio-aromaten.



**Figuur 3 De verdeling van de eerste toegekende subsidies in 2019 per MOT**



**Figuur 4 Besteding van de eerste ronde van het innovatieprogramma (€ 20 miljoen in totaal)**

MOT2: Circulariteit van Koolstof in Materialen (totaal: € 2,697,188)

- **CoRe<sup>2</sup>** – € 1,297,460 – cSBO – Sector: Chemie en Raffinage - Circulair gebruik van end-of-life polymeren met stapgroei voor de recuperatie en hergebruik van monomeren/oligomeren.
- **ReSet** – € 1,399,728 – cSBO – Sector: Chemie en Staal - Circulaire thermoharders via ontwerp: recycelen van het niet-recycleerbare.

MOT3: Elektrificatie & Radicale Proces Transformaties (totaal: € 5,688,244)

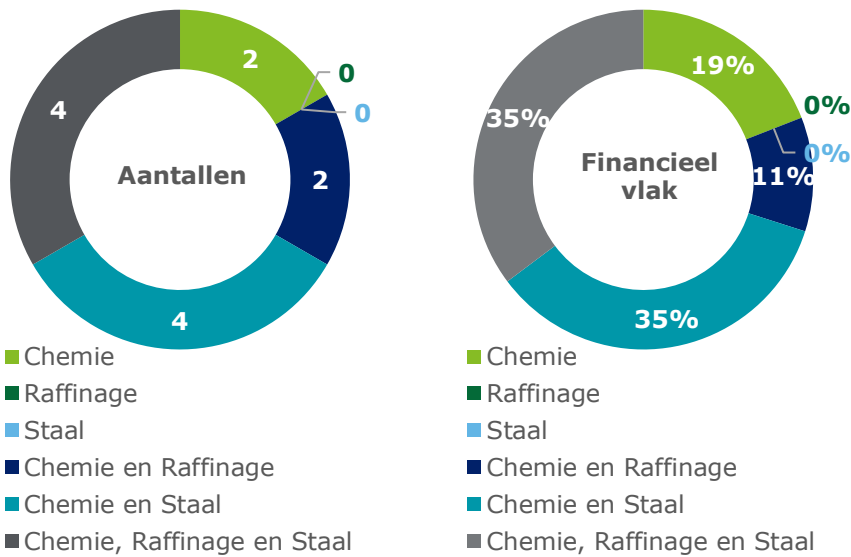
- **CAPTIN** – € 1,495,539 – cSBO – Sector: Chemie, Raffinage, en Staal - Intensifiëring van het CO<sub>2</sub> captatie proces.
- **D2M** – € 1,499,734 – cSBO – Sector: Chemie en Staal - Dioxide naar monoxide.
- **P2C** – € 697,555 – cSBO – Sector: Chemie en Raffinage - Stroom naar chemicaliën.
- **SDR** – € 1,995,416 – LSI – Sector: Chemie en Staal - Chemisch lus proces voor superdroge reforming van CO<sub>2</sub> naar CO.

MOT4: Energie Innovatie (totaal: € 4,973,154)

- **ARCLATH** – € 1,474,775 – cSBO – Sector: Chemie - Kunstmatige clathraten voor veilige opslag, transport en bezorging van waterstof.
- **FLEX** – € 1,500,000 – cSBO – Sector: Chemie, Raffinage, en Staal - Controle algoritmes voor flexibiliteit in power-to-X en industriële processen.
- **HyPPr** – € 1,998,379 – LSI – Sector: Chemie, Raffinage, en Staal - Waterstof panel project.



**Sector vertegenwoordiging van de MOT projecten in aantallen (links) en op financieel vlak (rechts) in 2019:**

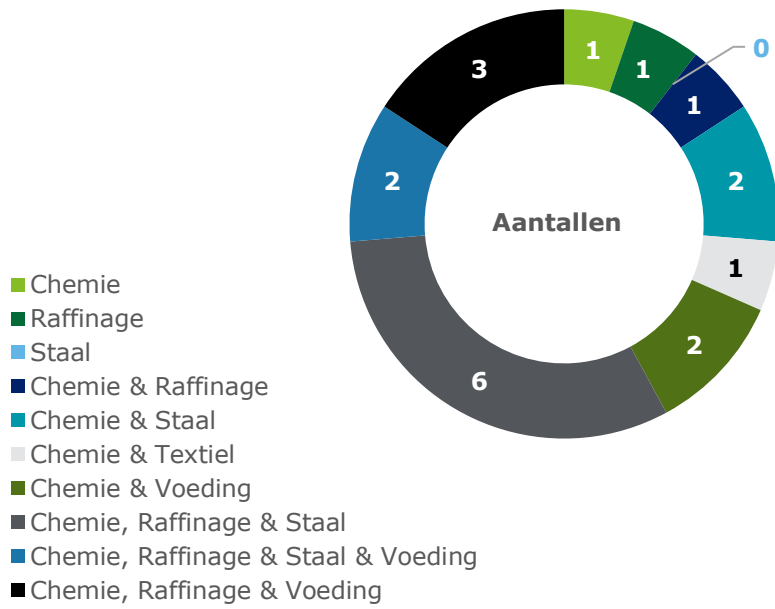


**Figuur 5 Sector vertegenwoordiging in jaar 1 van het innovatieprogramma**

Op het eerste gezicht toont Figuur 5 dat er in het eerste jaar projecten waren die voornamelijk hun focus hebben in de chemie (dan wel enkel en alleen of in een koppeling van chemie met een andere sector). Hier moet bij worden opgemerkt dat de innovaties die binnen de staal en raffinage onderzocht worden per definitie van chemische aard zijn.

Uit een initiële appreciatie van projectaanvragen in het 2<sup>de</sup> jaar blijkt dat er meer spreiding is tussen de verschillende hoofdsectoren alsook verdere symbiose met downstream sectoren zoals textiel en voeding. Figuur 6 toont een overzicht van het aantal projectaanvragen per type sector die zijn ingediend.

### Sector vertegenwoordiging van de MOT projectaanvragen in aantallen in 2020:



**Figuur 6 Sector vertegenwoordiging in het tweede jaar van MOT-projectaanvragen.**

# Methode

Om antwoorden te kunnen bieden aan de onderzoeksvragen is een tweeledige aanpak toegepast:

- i. Evaluatie van het Moonshot innovatieprogramma via het Deloitte interventielogica raamwerk als canvas, welke Deloitte gebruikt bij policy reviews.
- ii. Interviews met bedrijven uit de relevante sectoren van het Moonshot innovatieprogramma.

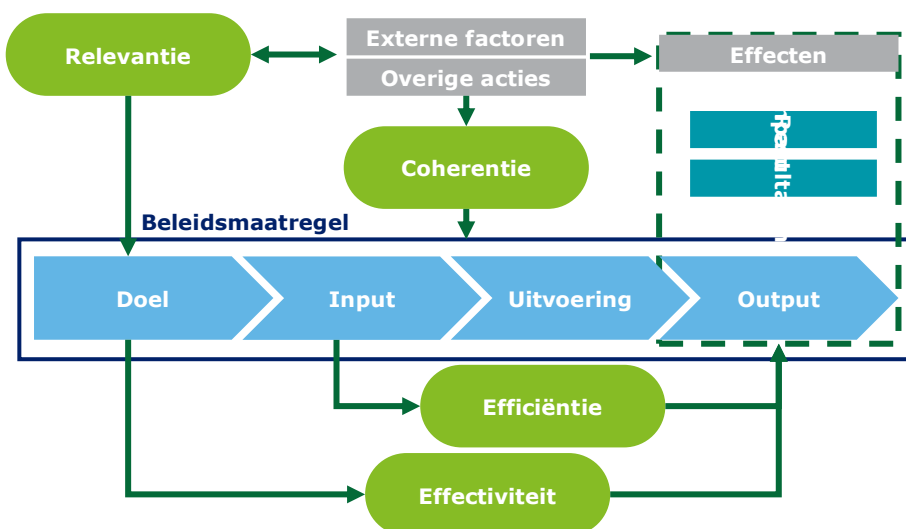
## Evaluatie Moonshot innovatieprogramma: Deloitte referentie raamwerk voor beleidsinitiatieven

Het Deloitte referentie raamwerk voor beleidsinitiatieven is een manier om beleidsinitiatieven te evalueren en om een geschiktheidscontrole ('fitness check') erop los te kunnen laten.

Dit raamwerk bestaat uit vier evaluatiecriteria:

1. Effectiviteit
2. Efficiëntie
3. Relevantie
4. Coherentie

Het raamwerk stelt als doel om daarmee de impact van de beleidsmaatregelen (verwacht of onverwacht) te beoordelen.



**Figuur 7** Interventielogica raamwerk voor beleidsmaatregelen

De mate van analyse die voor elk criterium wordt uitgevoerd, is afhankelijk van de interventie die wordt geëvalueerd, de timing van de evaluatie en de beschikbaarheid van de gegevens.

Figuur 7 toont aan waar de vier criteria (in groen) voornamelijk van toepassing zijn op aspecten binnen de levenscyclus van een beleidsmaatregel.

Effectiviteit

Dit criterium bepaalt hoe succesvol de Vlaamse interventie is geweest in het boeken van vooruitgang of het behalen van de doelstellingen. Gezien de doelstellingen in 2050 liggen en het initiatief in 2019 is begonnen, wordt hier een analyse gedaan naar de ambitie van het huidige Moonshot innovatieprogramma, als ook naar welke factoren van invloed zijn geweest op waarom bepaalde vooruitgang nog niet is bereikt.

1. Omvat het Moonshot innovatieprogramma en haar onderzoekstrajecten voldoende sturing inzake transitiepotentieel om innovatieve (doorbraak) technologieën om de ambitie inzake klimaatneutraliteit naar 2050 te realiseren?
2. Zijn de waardeketens tussen industrieën en business cases voldoende duidelijk om deze MOTs toe te passen in de praktijk?

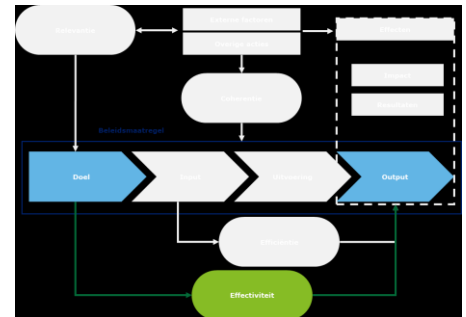
Efficiëntie

Dit criterium onderzoekt nader de relatie tussen de middelen die door de beleidsmaatregel worden ingezet en de veranderingen die door de beleidsmaatregel worden gegenereerd (N.B. deze kunnen zowel positief als negatief zijn). Verschillen in de manier waarop een maatregel wordt benaderd en uitgevoerd, kunnen een aanzienlijke invloed hebben op de effecten, waardoor het interessant is om te overwegen of andere keuzes (bijvoorbeeld aangetoond via andere beleidsmaatregelen) dezelfde voordelen opleverden tegen lagere kosten (of grotere voordelen tegen dezelfde kosten).

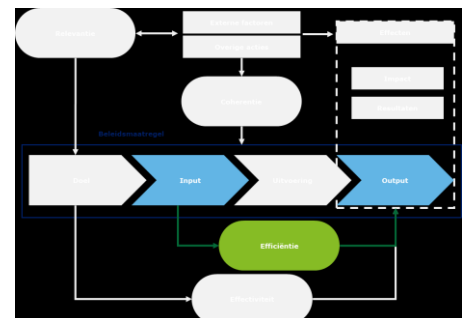
1. Zitten de ontwikkelingen van technologie met betrekking tot de ambities/engagements op schema volgens de gedefinieerde mijlpalen?

Relevantie:

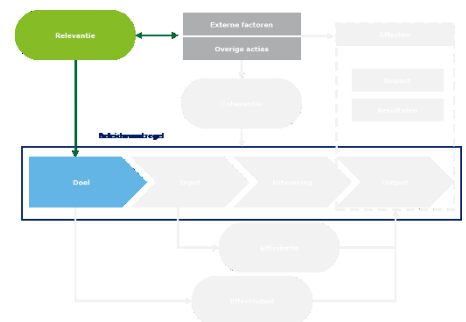
Dit criterium kijkt naar de relatie tussen de maatschappelijke noden en problematiek, en de doelstellingen die vervolgens zijn geformuleerd. Het kijkt daarmee ook naar andere Vlaamse initiatieven. Is er een mismatch tussen de doelstellingen van de interventie en de huidige noden en problematiek? Het kijkt naar of de maatregelen gepast zijn (los van de efficiëntie, doeltreffendheid en coherentie). Moet de maatschappij doorgaan met deze interventie?



**Figuur 8 Criterium effectiviteit**



**Figuur 9 Criterium efficiëntie**



**Figuur 10 Criterium relevantie**

1. Stimuleert het Moonshot innovatieprogramma de ontwikkeling van innovatieve technologieën in de kennisinstellingen die noodzakelijk zijn om de industriële routekaart en verkende transitiepaden te realiseren?

### Coherentie:

Dit criterium kijkt naar hoe goed of niet goed de verschillende acties binnen het programma samenwerken. Het kan gebieden highlighten waar er synergiën zijn welke de prestaties verbeteren, of spanningsgebieden; waar doelstellingen potentieel tegenstrijdig zijn of leiden tot inefficiënties.

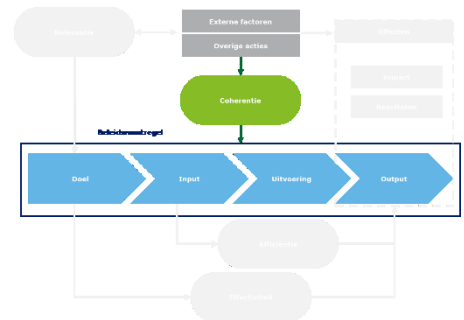
Interne coherentie kijkt naar hoe de verschillende componenten van het programma samenwerken om gemeenschappelijke doelstellingen te behalen. Hetzelfde geldt voor externe coherentie, waarin gekeken wordt naar hoe dit programma zich verhoudt tot andere Vlaamse programma's, EU-programma's of internationale programma's/verplichtingen.

1. Hoe is de verdeling van de MOTs en de thema's en versterken zij mekaar?
2. Zijn aanvullende thematieken en/of (bedrijfs)focus nodig om het toekomstig beleid en transitiekader te realiseren?

### **Interviews met bedrijven uit de relevante sectoren van het Moonshot innovatieprogramma**

In de periode van januari tot februari 2020 heeft Deloitte individuele interviews gehouden met bedrijfsvertegenwoordigers uit de chemie-, raffinage-, en staalsectoren. Daarnaast werden ook enkele bedrijven geïnterviewd die mogelijk positief beïnvloedt kunnen worden door het innovatieprogramma als een downstream sector. In totaal werden de volgende zeventien bedrijven gevraagd naar hun engagement in het Moonshot innovatieprogramma, ervaringen en noden:

1. Total (raffinage)
2. ExxonMobil (raffinage)
3. Independent Belgian Refinery (raffinage)
4. BASF (chemie)
5. Evonik (chemie)
6. Air Liquide (chemie)
7. Lanxess (chemie)
8. Covestro (chemie)
9. Ineos (chemie)
10. Borealis (chemie)
11. Eastman Chemical Company (chemie)
12. Oleon (chemie)
13. ArcelorMittal (staal)
14. Sappi (papier)



**Figuur 11 Criterium coherentie**

15. VPK (papier)
16. Umicore (ferro en non-ferro)
17. Cargill (voeding)

# Evaluatie en validatie of bijsturing MOTs

Deze sectie presenteert onze observaties en aanbevelingen op basis van een beoordeling via het interferentieraamwerk en op basis van input ontvangen tijdens de bedrijfsbezoeken.

Het Moonshot innovatieprogramma is een initiatief geënt op het inzetten op beloftevolle technologische innovaties tegen 2040 om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken. Op basis van literatuur en routekaarten die reeds geraadpleegd werden in Leverbaarheid 2, kan gesteld worden dat het Moonshot innovatieprogramma en de vier MOTs de belangrijkste thematieken bevatten inzake technologische innovatie om bij te dragen aan een transitie om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken.

Hieronder volgt een overzicht van de aanbevelingen om het Moonshot innovatieprogramma verder te verscherpen:

1. Potentieel om de opbouw van de MOTs binnen het Moonshot innovatieprogramma te verscherpen (incl. voorstel voor potentiële herdefiniëring van de MOTs aan de hand van drie scenario's).
2. Potentieel om de ambities van de individuele MOTs inzake koolstofcirculariteit en CO<sub>2</sub>-mitigatie te verscherpen.
3. Potentieel om de overbrugging van de midden TRLs (4-6) te verbeteren.
4. Tot slot presenteert dit rapport een overzicht van de andere individuele MOT-bevindingen.

Deze punten worden verder in dit hoofdstuk één voor één nader gepresenteerd.

## Potentieel om de opbouw van de MOTs binnen het Moonshot innovatieprogramma te verscherpen

### *Beschrijving*

Er is een spanningsveld binnen de vier MOTs en de onderwerpen waar zij zich op toespitsen en de impact die ze hebben. Er is een risico dat dit een impact heeft op het transitiepotentieel en de impact van het Moonshot initiatief.

MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties' en MOT4 'Energie-innovatie' zijn zeer breed gedefinieerd (ten opzichte van MOT1 'Biogebaseerde Chemie' en MOT2 'Circulariteit van Koolstof in Materialen'). Hieronder gaan we in meer detail in de bevindingen inzake MOT3 & MOT4.

### MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties'

MOT3 is intern niet consistent daar de titel van MOT3 zich uitspreekt over 'Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen', terwijl de bijbehorende KPI's en randvoorwaarden bijna een volledige focus op CCU/CCS en waterstof hebben en dus amper betrekking hebben tot daadwerkelijke elektrificatie en radicale transformatie van processen. Elektrificatie is een onderdeel van radicale procestransformaties, maar wegens de keuze van het innovatieprogramma om meer focus op elektrificatie te brengen, zijn zij naast elkaar vermeld in de titel van MOT3. Het transitiepotentieel aangaande elektrificatie en radicale transformatie van processen wordt niet gereflecteerd in de KPI's (ambities) van deze MOT: er zijn namelijk geen KPI's gedefinieerd met betrekking tot deze onderwerpen.

Wegens de breedte van MOT3 en de overgrote focus op CCU/CCS kunnen tussenschotten worden gecreëerd om binnen MOT3 een focusgebied te houden op specifiek elektrificatie en radicale transformatie van processen enerzijds, en CCU/CCS anderzijds. Voor elk van de 2 focusgebieden kunnen specifieke KPI's worden opgezet. Daarnaast kan het focusgebied van CCU/CCS een onderscheid worden gemaakt tussen innovaties op het gebied van functionele materialen versus energiedragers.

Als alternatief kan, indien initiële projecten omtrent CCU/CCS reeds grote impact hebben, de afweging worden gemaakt om MOT3 te splitsen, en CCU/CCS apart te houden van de vier bestaande MOTs. Dat laatste zou dan betekenen dat er een nieuwe, vijfde MOT voor gecreëerd zou worden om zo meer belang te kunnen geven aan CCU/CCS.



De bedoeling is om zo een grotere focus te bekomen op zowel Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen enerzijds en CCU/CCS anderzijds. De allocatie van de middelen zelf blijft een verantwoordelijkheid van de Moonshot Governance Board op basis van de voorgestelde projecten.

N.B. Er is ook overwogen om CCU/CCS onder MOT4 'Energie-innovatie' te brengen. Dit zou in de praktijk echter moeilijk haalbaar zijn wegen de relevante expertise die meer nadruk legt op chemie dan energie.

#### MOT4 'Energie-innovatie'

Het transitiepotentieel van MOT4 dient zich meer te oriënteren richting toepasbaarheid van energie-productie in de industrie om aan de stijgende energievraag van nieuwe technologieën te voorzien om ambities inzake circulariteit en CO<sub>2</sub> mitigatie te bereiken. De energie-productie kan dan worden opgevolgd binnen de speerpuntcluster FLUX50. De toepasbaarheid binnen industriële toepassingen kan dan opgevolgd worden binnen de speerpuntcluster Catalisti.

Verder kan men kijken naar de *uiteindelijke impact* die elke MOT kan hebben in diens bijdrage aan het bereiken van een CO<sub>2</sub>-slimme Vlaamse industrie tegen 2050. Indien men kijkt naar de mogelijke impact van de verschillende MOTs, hebben MOT2 'Circulariteit van Koolstof in Materialen' en MOT3 'Elektrificatie en Radicale Transformaties van Processen' de meeste impact om koolstofcirculariteit en CO<sub>2</sub> mitigatie voor de Vlaamse industrie te bereiken.

In het eerste jaar was bij de opstart het aantal projecten, volgens afspraak binnen de MGB, evenredig verdeeld over de vier individuele MOTs. Budget toekenning voor projectaanvragen in jaar 2 zijn momenteel nog lopende. Bij de beoordeling van de projectaanvragen binnen het innovatieprogramma wordt wel rekening gehouden met de potentiële CO<sub>2</sub>-impact (naast economische adoptie en wetenschappelijke relevantie). Relevante wetenschappelijke experts evalueren projectaanvragen in een eerste ronde van cSBO projectaanvragen. In een tweede ronde formuleert de voltallige WAR een advies op basis van de evaluaties (met vertegenwoordigers uit de wetenschap en industrie). In een derde ronde consolideert Catalisti de projectvoorstellen en worden ze gerangschikt. VLAIO bekijkt eveneens de steunwaardigheid van de projectvoorstellen. Uiteindelijk is het de MGB die een finale lijst van projecten voorstelt aan het Hermes Beslissingscomité (HBC).

### Aanbevelingen

Wegens de verschillen in focus en breedte van de huidige MOTs (met name MOT3 en MOT4), kunnen de MOTs geherdefinieerd worden of kan een nieuwe MOT worden voorgesteld met als doel het transitiepotentieel en de impact van het Moonshot initiatief te verscherpen. Aan de hand van de inputs uit de individuele MOTs en hun samenhang worden de volgende twee scenario's voorgesteld:

1. Er wordt een tussenschot aangebracht binnen MOT3 om zo twee thematieken te hebben met elk hun eigen KPI's: aan de ene kant radicale transformaties van processen (inclusief elektrificatie), en CCU/CCS aan de andere kant. Binnen CCU/CCS kan intern nog een onderscheid gemaakt worden tussen innovaties met betrekking tot enerzijds functionele materialen en anderzijds energiedragers, incl. bijbehorende KPI's.
2. Indien projecten voor CCU/CCS voldoende impact tonen kan alles met betrekking tot CCU/CCS worden ondergebracht tot een eigen MOT. Dit vormt dan een nieuwe, vijfde MOT 'CO<sub>2</sub> opvang, purificatie en hergebruik of opslag'.

Hieronder een kort overzicht van de implicaties van deze scenario's en de wijzigingen:

### Scenario 1: Tussenschotten onder MOT3

MOT1 Biogebaseerde chemie	MOT2 Circulariteit van Koolstof in Materialen	MOT3 Radical Transformaties van Processen en CCU/CCS	MOT4 Energie-innovatie
-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deelgebied 1: radicale proces transformaties<sup>5</sup>.</li> <li>• Additionele KPI's op te stellen om de kennis en technologie hieromtrent te versterken.</li> </ul>	-
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deelgebied 2: CCU/CCS met behoud van huidige KPI's. Hier kan een onderscheid worden aangebracht op functionele materialen versus energiedragers<sup>6</sup>.</li> </ul>	

<sup>5</sup> Elektrificatie valt hier ook onder.

<sup>6</sup> Dit vereist mogelijkwerwijs een verfijning van de bestaande CCU/CCS KPI's.

*Scenario 2: CCU/CCS wordt ondergebracht onder een nieuwe, vijfde MOT tot 'CO<sub>2</sub> opvang, purificatie en hergebruik of opslag'*

<b>MOT1</b> Biogebaseerde chemie	<b>MOT2</b> Circulariteit van Koolstof in Materialen	<b>MOT3</b> Radicale Transformaties van Processen	<b>MOT4</b> Energie-innovatie	<b>MOT5</b> CO <sub>2</sub> opvang, purificatie en hergebruik of opslag
-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exclusieve focus op radicale proces transformaties<sup>7</sup>.</li> <li>• Nieuwe KPI's op te stellen om de kennis en technologie hieromtrent te versterken.</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle CCU/CCS technologieën en KPI's. Ook hier kan een onderscheid bestaan tussen innovaties binnen functionele materialen versus energiedragers.</li> </ul>



De klemtoon in MOT4 op CO<sub>2</sub>-slimme energieproductie as such (in plaats van de ruime term energie-innovatie) en de toepasbaarheid in de industrie kan verder verscherpt worden in de onderliggende KPI's (ambities).

Het interne spanningsveld in de MOT-samenhang onderling kan potentieel effect hebben op de uiteindelijke effectiviteit en efficiëntie van het innovatieprogramma in zichzelf. Er zouden daarom additionele voorwaarden kunnen worden geformuleerd inzake de financiering om meer onderzoek te laten gaan naar de MOTs waar de meeste impact in transitiepotentieel te behalen is.

<sup>7</sup> Elektrificatie valt hier ook onder.

## Potentieel om de ambities van de individuele MOTs inzake koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-mitigatie te verscherpen

### Beschrijving

De KPI's van de individuele MOTs zijn gericht om het onderzoek door kennisinstellingen met betrekking tot innovaties in technologie richting te geven. Deze KPI's zijn niet altijd gedefinieerd richting uiteindelijke koolstofcirculairiteit en CO<sub>2</sub> mitigatie. Dit punt wordt verder uitgewerkt in de sectie Individuele MOT-bevindingen.

	MOT1	MOT2	MOT3	MOT4
KPI's omtrent koolstofcirculairiteit en CO <sub>2</sub> -mitigatie	Geen duidelijke KPI's omtrent kwantitatieve CO <sub>2</sub> -reducties.	Duidelijke randvoorwaarde via KPI 5 om CO <sub>2</sub> -reducties te behalen.	Enkel een duidelijke KPI voor CO <sub>2</sub> -reductie via elektrificatie van stoomkraken. Geen specifieke CO <sub>2</sub> -reductie omtrent warmte, waterstof, CCU/CCS of radicale proces transformaties.	Geen duidelijke KPI's omtrent kwantitatieve CO <sub>2</sub> -reducties.

**Tabel 2** Overzicht omtrent in hoeverre de vier MOTs KPI's bevatten die specifieke randvoorwaarden zetten omtrent beoogde CO<sub>2</sub>-reducties.

Het Moonshot innovatieprogramma investeert elk jaar om tot een uiteindelijk doel te komen tegen 2050. Relevante KPI's in elke MOT dragen bij om de jaarlijkse activiteiten sturing te geven naar het einddoel. De bijdrage tot die doelstellingen moet waar worden gemaakt door zowel de kennisinstellingen als de uiteindelijke industrie.

### Aanbeveling

Op basis van de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie (Leverbaarheid 6) kan per MOT een meer gedetailleerde routekaart uitgewerkt worden om detail KPI's (ambities) alsook focusdomeinen per MOT vast te leggen. Hiervoor kan binnen de werking van het Moonshot initiatief, eigen resources of studiebudget voorzien worden.

## Potentieel om de overbrugging van de midden TRLs (4-6) te verbeteren

### *Beschrijving*

Het Moonshot innovatieprogramma in zichzelf biedt al toegevoegde waarde vanuit de Vlaamse overheid daar er geen ander beleidsmiddel is dat op dit moment eenzelfde rol speelt. Bovenop de rol die VLAIO heeft, bevordert het Moonshot innovatieprogramma, via het Vlaamse clusterbeleid, de clusterwerking en samenwerking van actoren met verschillende rollen en uit verschillende disciplines, wat het uniek maakt.

In de praktijk zijn de MOTs en hun focus op de lage TRLs momenteel vooral academisch gericht. Het fundamentele onderzoek door de universiteiten is uiterst waardevol om nieuwe innovaties op te starten. Er is daarmee echter nog wel een risico dat ze door de industrie algeheel als (te) theoretisch worden beschouwd, of dat ze uiteindelijk niet opgepikt zullen worden door de industrie. Er is daarmee blijvend aandacht nodig voor een nauwe samenwerking met bedrijven binnen de projecten.

Universiteiten zijn niet de enige die innoveren. Ook bedrijven zijn de trekkers van innovatie. Via marktwerkingen, competitie, economische opportuniteiten en potentiële synergiën in de waardeketen, weten zij wat hun noden zijn en welke innovaties daarbij gezocht dienen te worden, als ook de factoren die daarbij doorslaggevend zijn voor succes. Daarnaast ontwikkelen bedrijven (van kleine tot grote spelers) vaak zelf ook nieuwe innovaties, al dan niet ondersteund door universiteiten en kennisinstellingen.

Bedrijven, voornamelijk grote spelers, beschikken vaak over hun eigen R&D-departementen waar zij zelf innovaties en technologische doorbraken proberen te ontwikkelen. Echter, is dit vaak in een silo of niche binnen hun eigen bedrijf om aan de eigen specifieke noden te voldoen. Daarnaast zijn er ook bedrijven die in België geen R&D-afdeling hebben, daar deze dikwijls in het buitenland gehuisvest is. Indien er een nood aan is, wordt er door bedrijven (KMOs tot grote spelers) al dan niet samengewerkt met kennis- en onderzoeksinstellingen.

De toegevoegde waarde van het Moonshot innovatieprogramma ligt in het feit dat ze focus legt op onderzoek met een langetermijnvisie ondersteund tot aan 2050 en daarmee ook nadruk legt op systeemdenken. Dit gaat uit van de gedachte om verschillende basisonderzoeken op te starten op lage TRLs, en gaandeweg, te derisken, en deze door andere spelers te laten oppikken voor doorontwikkeling naar hogere TRLs. Dit blijkt uit het feit dat het Moonshot innovatieprogramma werkt met lange termijn MOT-doelstellingen (die vaak aan hogere TRLs gekoppeld zijn), terwijl de

definitie van het Moonshot innovatieprogramma zelf (vastgelegd in de conceptnota) waar het zich richt op strategisch basisonderzoek (TRLs 1-3) (op het begin van de innovatiecyclus). Indien de projecten voldoende rijp zijn worden deze doorgegeven aan de reguliere werking van de meest aangewezen speerpuntcluster.

Naarmate onderzoek wordt gedaan op midden (4-6) en hoge (7-9) TRLs ziet men gebruikelijk andere spelers die betrokken zijn. Zo zullen bij de midden TRLs meer onderzoeksinstellingen (i.e. organisaties zoals VITO, Centexbel, BBEPP), denktanks en bedrijven betrokken zijn, en bij de hoge TRLs bedrijven tot aan grote industriële spelers. De speerpuntclusters die betrokken zijn bij het innovatieprogramma zijn hierbij belangrijk om het initiële onderzoek over te nemen en verder te laten ontwikkelen door de innovatiecyclus. Echter, is er in deze aanpak nog geen garantie dat de MOTs die nu nog op de lage TRLs inzetten, een automatische en naadloze overgang zullen vinden naar onderzoek op midden en hoge TRLs.

Dit is in hoofdzaak te wijten aan een terughoudendheid bij bedrijven om te investeren in (risicovolle) piloot- en demoprojecten, de beperkte samenwerking vandaag (om risico's te delen) tussen bedrijven in deze projecten, de noodzaak aan infrastructuur om deze te realiseren en het afschermen van intellectual property door bedrijven voor gebruik door derden. Verder hebben zowel bedrijven als kennisinstellingen aangegeven tijdens interviews en overlegmomenten dat er een steunmaatregel nodig is om de verdere opschaling van technologieën te ondersteunen. Er zijn middelen beschikbaar vanuit de speerpuntclusterwerking en VLAIO, maar deze worden niet altijd teruggevonden. Dit wordt ook onderschreven door *essencia* en *Catalisti*. Deze steunmaatregel zal ook helpen om de zogenoemde 'Valley of Death'<sup>8</sup> beter te kunnen doorstaan.

### *Aanbevelingen*

Naast het Moonshot innovatieprogramma, geven kennisinstellingen en bedrijven aan dat er, naast het huidig instrumentarium binnen de reguliere speerpuntclusterwerking en werking van VLAIO, nood is aan een steunmaatregel om de initiatieven op midden-TRL's verder te de-risiken en financieel te ondersteunen om de Vlaamse industrie koolstofcirculair en CO<sub>2</sub>-slim te maken. Voor verdere uitwerking van deze steunmaatregel wordt verwezen naar de aangaande discussie tussen VLAIO en *essencia* hieromtrent.

---

<sup>8</sup> De 'Valley of Death' is een begrip dat dikwijls wordt gebruikt als een kritieke fase voor nieuwe technologieën, ideeën of startups. Deze fase kenmerkt zich vaak tussen de eerste pilots en uiteindelijke grootschalige lancering op de markt. In deze fase is een technologie of idee nog dermate onderontwikkeld dat er nog risico's aan verbonden zitten, terwijl er significante financiële investeringen benodigd zijn om de technologie gereed te maken voor grootschalige lancering de markt.

## Individuele MOT-bevindingen:

In de tabel hieronder worden de individuele bevindingen uit de MOT-analyse samengevat.

MOT	Transitie-potentieel	KPI's	Overige bemerkingen
MOT1. Bio-gebaseerde Chemie	Op basis van de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie (Leverbaarheid 6) kan per MOT een meer gedetailleerd transitiepotentieel bepaald worden (cfr. aanbeveling supra).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen reflectie van een duidelijk transitie-potentieel</li> </ul>	
MOT2. Circulariteit van Koolstof in Materialen	<p>Er is een reflectie van een duidelijke transitiepotentieel met focus op kunststoffen.</p> <p>Focus kan potentieel verbreed worden naar circulariteit van andere chemische producten buiten polymeren (solventen, andere materialen of circulair gebruik van gassen).</p> <p>Verder te verfijnen op basis van de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie (Leverbaarheid 6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflectie van duidelijke KPI's om behaald te worden.</li> <li>Economische KPI's/ randvoorwaarden kunnen verder ontwikkeld worden (kostprijs van chemical recycling).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Binnen MOT kan een onderscheid gemaakt worden tussen plastic qua ontwerp en plastic voor gebruik als feedstock.</li> </ul>
MOT3. Elektrificatie en Radicale Transformatie van Processen	<p>MOT3 beschrijving bestaat uit 4 onderdelen (elektrificatie, scheidingsprocessen bij lage temperaturen, omzetting van elektriciteit naar warmte, en CCU/CCS &amp; waterstof).</p> <p>Op basis van onderstaande kan het transitiepotentieel van deze MOT verder verscherpt worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie.</li> <li>- de verdere integratie van tussenschotten in deze MOT tussen enerzijds radicale procestransformatie en anderzijds CCU/CCS.</li> </ul> <p>Verder te verfijnen op basis van de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie (Leverbaarheid 6).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heldere focus. Echter zwaartepunt ligt op CCU/S (KPI 2, 3 en randvoorwaarden 4 en 5).</li> <li>Er ontbreken duidelijke KPI's omtrent radicale proces transformatie.</li> <li>Economische KPI's/ randvoorwaarden kunnen verder ontwikkeld worden (o.a. kostprijs van CO<sub>2</sub> capture, H<sub>2</sub>, elektrificatie).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Met een groot zwaartepunt op CCS/CCU (bijv. in de KPI's) kan potentieel een nieuwe MOT worden toegewijd specifiek aan CCS/CCU.</li> <li>Beperkte kennis bij onderzoekinstellingen rond elektrificatie en warmte (cf. leverbaarheid 4).</li> </ul>

---

MOT4. Energie- innovatie	Innovaties omtrent neutrale/duurzame energie productie zegt nog niets over de mate waarop ze toegepast kan worden door de industrie.  Verder te verfijnen op basis van de uitkomsten van de algemene routekaart die opgesteld wordt voor de Vlaamse Industrie (Leverbaarheid 6).	<ul style="list-style-type: none"><li>• KPI's kunnen verder gedefinieerd worden om het transitiepotentieel verder te ondersteunen.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sector-koppeling energie sector met de sectoren chemie, raffinage en staal kan beter tot uiting komen.</li></ul>
--------------------------------	--	--	--

---

**Tabel 3 High-level presentatie van de MOT-relevanties en transitiepotentie el**



# Appendix A: Moonshot governance in detail

## MOONSHOT GOVERNANCE BOARD (MGB)

Het bestuur overziet de strategie en visie van het Moonshot innovatieprogramma. Hiervoor coördineert ze met het Kabinet voor Innovatie en Economie, maar onderhoudt ze ook de relaties tussen andere relevante kabinetten en administraties.

Het MGB bestaat uit een groep directeurs en managers uit de bedrijfswereld, met expertise van de drie hoofdsectoren van het Moonshot innovatieprogramma, of met ervaring in sector overschrijdende samenwerking binnen het breder Vlaams industrieel weefsel.

De samenstelling is grofweg als volgt:

- Vijf vertegenwoordigers van industriële bedrijven (in hun persoonlijke titel daar zij niet hun bedrijf maar hun respectievelijke sectoren vertegenwoordigen - voor de chemie, petrochemie, staal, en energie)
- Zes voorzitters, één voor elke van de zes Vlaamse speerpuntclusters
  - Catalisti, chemie en plastics
  - Flux50, duurzame energie (Smart Energy Region)
  - De Blauwe Cluster, duurzame projecten in de Noordzee
  - SIM, materialen
  - Flanders' FOOD, agrovoedingsindustrie
  - VIL, logistiek
- Vertegenwoordigers van de Vlaamse overheid (VLAIO en EWI) als waarnemers
- Vertegenwoordigers van sectorfederaties (Essenscia en andere indien vereist) als waarnemer

De directeur van Catalisti is de moderator van de MGB-vergaderingen die (minimaal)tweemaal per jaar plaatsvinden en die momenteel wordt voorgezeten door Wouter De Geest (voorzitter Catalisti) op voordracht van de andere MGB leden

## WETENSCHAPPELIJKE ADVIESRAAD (WAR)

De WAR voorziet van onafhankelijke, wetenschappelijk-onderbouwde evaluaties van Moonshot projectvoorstellen. Ze adviseert de MGB zodat diens leden zowel de wetenschappelijke als economische

relevantie, kwaliteit als uniekheid van de Moonshot projectvoorstellen. Ten tijde van het produceren van dit rapport bestaat de WAR bestaat uit zeven experts, met:

- Drie industriële experts
- Twee academische experts
- Twee internationale academische experts
- Stakeholder Consultation Group

VLAIO neemt eveneens deel als waarnemer.

De samenstelling wordt momenteel herbekeken door Catalisti.

Draagvlak voor het Moonshot innovatieprogramma is fundamenteel daar ze collaboratief is en actoren samen dient te brengen uit de publieke, industriële en academische sferen. Jaarlijks zal daarom een Stakeholder Consultation Group (SCG) samenkomen en als informatief platform functioneren om de activiteiten en ambities van het innovatieprogramma te ondersteunen en een breed draagvlak in stand houdt. Leden van de SCG zijn bijvoorbeeld:

- Bond Beter Leefmilieu
- VOKA – Vlaams netwerk van ondernemingen
- VARIO – Vlaamse Adviesraad voor Innoveren & Ondernemen
- VLIR – Vlaamse Interuniversitaire Raad
- Brancheorganisaties zoals Agoria, Essenscia en Fevia
- SOCs – Vlaamse Strategische Onderzoekscentra
- Overheidsdepartementen
- Agentschappen

## MOONSHOT OPERATIONAL TEAM

Gezien cross-sectorale samenwerking centraal staat in het Moonshot innovatieprogramma, heeft Catalisti als speerpuntcluster van de Vlaamse chemische en plastic sectoren het mandaat ontvangen van de Vlaamse overheid om het Moonshot programma uit te rollen. Dit omvat de organisatie, uitvoering, inhoud en strategie. Catalisti heeft hiertoe een 'Moonshot operational team' opgezet om zo project ideeën te identificeren en te regelen. Om objectiviteit en transparantie te waarborgen naar alle stakeholders, doet het team dit in nauwe samenwerking met kennisinstellingen, MOT-kernteam en andere partners.

Voor MOT1-3 is het de Raad van Bestuur van Catalisti die de verantwoordelijke is voor de voorselectie van veelbelovende project ideeën die verder doorontwikkeld kunnen worden naar concrete projectvoorstellen. Voor MOT4 is het de Raad van Bestuur van Flux50 die deze rol op zich neemt. Alvorens de respectievelijke Raden van Besturen hun voorselectie maken, is dit gebaseerd op één of twee

initiële appreciaties: eerst van de MOT-kernteams, en vervolgens door het Dagelijkse Bestuur van Catalisti (voor MOT1-3).

## MOT-KERNTAMS EN MOT-POOLS

Elke MOT wordt ondersteund door een MOT-kernteam van drie tot vier experts van Vlaamse universiteiten (onderzoeksinstituten) of andere kennisinstellingen. Zij worden (inter)nationaal erkend voor hun expertise binnen de Moonshot 'enablers' en de relevante onderzoekstrajecten. Als kernteam zijn zij verantwoordelijk voor de wetenschappelijke toepassing van de respectievelijke onderzoekstrajecten.

Hiertoe kunnen zij actief potentiële project ideeën identificeren en relevante spelers met de juiste kennis en expertise betrekken. Daarnaast inventariseren en documenteren ze alle project ideeën, en appreciëren ze hoe project ideeën kunnen bijdragen aan Moonshot doelstellingen en MOT-specifieke doelen.

Elk MOT-kernteam is voorzien van een woordvoerder. Deze woordvoerder fungeert als contactpunt en voorziet in de interne en externe communicatie omtrent de visie en het gedachtegoed van de desbetreffende MOT.

Complementair aan het MOT-kernteam is er ook een MOT-pool. Dit is een actief netwerk van voornamelijk Vlaamse academici binnen de MOT-thema's. Zij ontmoeten elkaar regelmatig om te netwerken, brainstormen en om nieuwe project ideeën voor te stellen.

Ten slotte heeft elk MOT-kernteam ook een aangewezen vertegenwoordiger uit het Moonshot operational team. Samen met de woordvoerder geven zij ondersteuning in de algemene activiteiten en leverbaarheden van de desbetreffende MOT.

Een overzicht van de samenstelling van de verschillende MOT-kernteams in april 2020:

### MOT1: BIOGEBASEERDE CHEMIE

- Bert Sels (KU Leuven; expert heterogene katalyse & omzetting biomassa)
- Karolien Vanbroekhoven (VITO; expert scheiding & TEA)
- Wim Soetaert (UGent/BBEUPP; expert biokatalyse & fermentatie)
- Bert Maes (UAntwerpen; expert homogene katalyse & omzetting biomassa)
- Isabelle Monnaie (Moonshot operational team)

## MOT2: CIRCULARITEIT VAN KOOLSTOF IN MATERIALEN

- Filip Du Prez (UGent; expert polymeren chemie & 'design for recycling')
- Isabel De Schrijver (Centexbel; expert plastics)
- Louis Pitet (UHasselt; expert bio-gebaseerde polymeren)
- Dirk De Vos (KU Leuven; expert chemische recycling)
- Wannas Libbrecht (Moonshot operational team)

## MOT3: ELEKTRIFICATIE EN RADICALE PROCES TRANSFORMATIES

- Kevin Van Geem (UGent; expert chemische verwerking & proces intensificatie)
- Bert Bouwman (VITO; expert conversie technologieën & techno economie)
- Joeri Denayer (VUB; expert scheidingsprocessen)
- Luc Van Ginneken (Moonshot operational team)

## MOT4: ENERGIE-INNOVATIE

- Johan Martens (KU Leuven; expert zonne-brandstof)
- Lieve Helsen (KU Leuven; expert thermische netwerken)
- Michel De Paepe (UGent; expert warmte- en verbrandingsdynamica)
- Jan Vaes (VITO; expert P-2-X)
- Jeroen van Walsem (Moonshot operational team)

# Appendix B: Presentatie gedetailleerde MOTs

Deze bijlage presenteert in verdere details de verschillende MOTs. Per MOT zoomt het in de respectieve context, uitdagingen, doelstellingen, en randvoorwaarden voor diens doelstellingen:



## **MOT1: Biogebaseerde Chemie**

*Onderzoek naar alternatieve, hernieuwbare en CO<sub>2</sub>-vriendelijke grondstoffen zoals biomassa.*

Context: Biomassa is een wijdverspreide en beschikbare natuurlijke grondstof die fossiele grondstoffen zoals olie kunnen vervangen. In bio-raffinaderijen kunnen zowel biomassa als gerelateerde afvalstromen worden omgezet tot hernieuwbare bouwstenen. Deze kunnen op hun beurt gebruikt worden om duurzame varianten te maken op traditionele, en fossiel-gebaseerde producten. Het vervangen van fossiele grondstoffen zoals olie door hernieuwbare grondstoffen zoals biomassa en diens afval, vermindert de broeikasgasuitstoot. Daarbij is de biogebaseerde chemie een cruciaal traject om de Vlaamse industrie tegen 2050 koolstof circulair en -arm te maken.

Uitdagingen: Baanbrekende technologieën zijn nodig om biomassa om te kunnen zetten in een breed scala aan bouwstenen. Nieuwe conversiepaden en scheidingsprocessen zijn nodig om deze biogebaseerde grondstoffen om te zetten naar hoogwaardige toepassingen zoals geavanceerde materialen, speciale oplosmiddelen en op maat gemaakte additieven. Daarnaast moet het energieverbruik en moeten de productiekosten worden verlaagd. MOT1 probeert al deze uitdagingen te overwinnen.

### Doelstellingen:

1. Tegen 2025 moeten ten minste twee nieuwe biogebaseerde chemische producten tot TRL 6 worden ontwikkeld. Daarna moet elke vijf jaar daarop ten minste twee nieuwe producten tot TRL6 worden ontwikkeld. Vergeleken met op fossiel-gebaseerde producten, moeten deze nieuwe producten een vergelijkbare functionaliteit/waarde en/of nieuwe functionaliteit met een potentieel hogere toegevoegde waarde hebben.
2. De producten en processen zullen duurzamer zijn in hun CO<sub>2</sub> voetafdruk en milieu impact dan hun fossiel-gebaseerde tegenhangers.

### Randvoorwaardes voor de doelstellingen:

3. De producten zijn gebaseerd op stabiele, prijs competitieve leveringsketens/grondstoffen van het

circulair gebruik van biomassa en rationeel gebruik van gewassen.

4. De eindproducten moeten een belangrijke rol kunnen spelen in de (toekomstige) Vlaamse industriële waardeketens, en moeten een aanzienlijk potentiaal hebben op de wereldmarkt.



## **MOT2: Circulariteit van Koolstof in Materialen**

*Onderzoek naar recycling en hergebruik van plastic afval.*

Context: Plastic is overal en niet weg te denken uit onze maatschappij. Echter, na hun, veelal kortdurende, gebruik, worden deze plastics verbrand. Tijdens verbranding stoten zij veel CO<sub>2</sub> uit die in de atmosfeer terecht komt.

Via het ontwikkelen van nieuwe mechanische als ook chemische recycle technologieën, kunnen plastics en andere koolstof-bevattende afvalstoffen worden hergebruikt als bouwstenen voor nieuwe plastics en producten. Zo sluit Vlaanderen de cirkel waar koolstof zo lang mogelijk in de waardeketen circuleert en er zo min mogelijk CO<sub>2</sub> in de atmosfeer terecht komt.

Uitdagingen: Sommige plastics zijn complex in hun structuur en bevatten verschillende type materialen, wat hun recycling vaak in de weg staat. In de toekomst zullen plastics zorgvuldiger moeten worden ontwikkeld om zo; een makkelijke recycling te garanderen, de functionaliteit te behouden, en een langdurige kwaliteit te verzekeren. Zelfs als de cirkel bijna gesloten wordt, zal er nog steeds een kleine fractie nieuwe grondstoffen nodig zijn om imperfecties van recycling en hergebruik te compenseren. Hiervoor zijn duurzame grondstoffen benodigd, zoals biogebaseerde monomeren of grondstoffen gemaakt uit direct hergebruikt of gecapteerd CO<sub>2</sub> (CCU - 'Carbon Capture and Utilisation').

Doelstellingen:

1. Tegen 2030 technologie ontwikkelen die 70% van het volume van post-consument (gecontamineerde) polyolefinen (TRL6) recyclet. Dit kan via een combinatie van mechanische en chemische recyclage, maar waar de grootste bijdrage wordt verwacht van nieuwe technologieën voor chemische recycling, met als ambitie om 75% van alle polyolefine-type plastics op het einde van hun cyclus om te zetten in bouwstenen voor nieuwe producten tegen 2040.
2. Tegen 2030 technologie ontwikkelen die 60% van het volume van post-consument heteropolymeren (TRL6) recyclet. Ook hier kan dit via een combinatie van mechanische en chemische recycling, waar de grootste bijdrage wordt verwacht van nieuwe technologieën voor chemische recycling. De ambitie is om 80% van alle heteropolymeren (polyamiden, polyurethanen, PET) op het einde van hun cyclus om te zetten in bouwstenen voor nieuwe producten tegen 2040.
3. Tegen 2030 twee chemische platvormen op zetten voor makkelijker te recyclen plastics tot aan TRL 6. Deze

plاتفvormen dienen te concentreren op hoogwaardige plasticen voor technisch gebruik (heteropolymeren).

Randvoorwaarden voor de doelstellingen:

4. Tegen 2040 moet de technologie het mogelijk maken om 75% van alle plastics die in Vlaanderen in omloop worden gebracht, ontstaan uit recycling (of biomassa of CCU).
5. Dit moeten leiden tot een drastische verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissies uit end-of-life verbranding van plastics ter hoogte van ongeveer 1 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar.



### **MOT3: Elektrificatie en Radicale Transformatie van Processen**

*Onderzoek naar elektrificatie en radicale transformaties van processen, specifiek naar processen die toekomstbestendig en koolstofslim zijn.*

Context: De Vlaamse industrie is energie-intensief. De productieprocessen verbruiken veel energie (in de vorm van hitte, elektriciteit of fossiele brandstoffen zoals olie, gas en kolen). Daarnaast gebruikt ze dikwijls de fossiele brandstoffen ook als grondstof. Alles samen belanden hierdoor grote hoeveelheden CO<sub>2</sub> in de atmosfeer.

Om de huidige industriële processen klaar te maken voor een koolstof-slimme toekomst, zullen elektrificatie, energiezuinige scheidingsprocessen, en milde biotechnologische omzettingen nodig zijn. Ook is er nood aan innovaties op het gebied van omzettingen van elektriciteit naar warmte, dewelke efficiënter is dan de huidige omzetting die via weerstand geschiedt. Deze procesinnovaties kunnen ook het verschil in prijs tussen elektriciteit en fossiele brandstoffen overbruggen, en radicaal het gebruik van fossiele brandstoffen (en daarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot) terugdringen.

Daarnaast kan ook de uitgestoten CO<sub>2</sub> worden opgevangen, om zo terug te keren in de industriële processen als een grondstof (CCU), of om tijdelijke te worden opgeslagen via Carbon Capture and Storage (CCS).

Uitdagingen: Momenteel is er aan de opvang van CO<sub>2</sub> een hoge koste barrière gelinkt. Daarom is de uitdaging om deze opvang zo efficiënt mogelijk te laten verlopen en om deze daarna geïntegreerd om te zetten naar bruikbare grondstoffen (bijvoorbeeld monomeren voor plastics), of om deze op te slaan (via CCS). Daarnaast is koolstofvrije waterstof essentieel voor de bovenstaande omzettingen. Ook biedt ze mogelijkheden tot een duurzame productie van ammoniak uit stikstof-gassen en koolstofvrije waterstof (i.p.v. hoe deze momenteel worden geproduceerd met veel CO<sub>2</sub>-uitstoot, namelijk via stikstof-gassen, waterdampen en koolstofmonoxide).

Doelstellingen:

1. Tegen 2035 moet ten minste één technologie worden ontwikkeld tot TRL 6 die kan leiden tot een 60% verlaging van de CO<sub>2</sub> intensiteit (CO<sub>2</sub>-uitstoot per ton geproduceerd product) binnen de (petro)chemische industrie. De belangrijkste bijdrage wordt verwacht via de elektrificatie van stoomkraken en ammoniakproductie, als ook het vervangen van distillatie door membraanprocessen en het

vervangen van de traditionele chemische processen met biotechnologie.

2. Economisch rendabele CO<sub>2</sub> opvang en zuivering, voor zowel puntbronnen (uit de chemie, staal en energieopwekking), als ook Direct Air Capture.
3. Economisch rendabele omzettingen van opgevangen CO<sub>2</sub> als grondstof voor de Vlaamse industrie. De belangrijkste bijdrage wordt verwacht van de omzetting van CO<sub>2</sub> naar koolstofmonoxide, methanol, en dimethyl ether, en de daaropvolgende omzetting van C1 als grondstof naar producten met toegevoegde waarde.
4. Tegen 2025 moet ten minste één technologie worden ontwikkeld tot TRL6 dat leidt tot een kost efficiënte productie van waterstof (< € 2,000/ton) met een lage CO<sub>2</sub>-uitstoot. De productie kan zowel op afstand als in-situ zijn.

Randvoorwaarden voor de doelstellingen:

5. CO<sub>2</sub> opvang en zuivering moet economisch haalbaar zijn voor opvang bij puntbronnen (tegen € 20-30/ton) en voor Direct Air Capture (tegen € 50-100/ton).



## **Energie-innovatie**

*Onderzoek naar CO<sub>2</sub>-neutrale energieoplossingen.*

Context: Voor deze MOT werkt Catalisti nauw samen met Flux50, als Vlaams speerpuntcluster voor de slimme energie-industrie.

De vraag van de Vlaamse industrie naar energie is enorm, maar de productie van die energie is momenteel een grote aandrijver van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en klimaatverandering.

Om de baanbrekende technologieën succesvol te implementeren van de andere chemie-gerelateerde MOTs (1, 2 en 3), zijn kosten efficiënte CO<sub>2</sub>-neutrale energieoplossingen nodig (zoals warmte, waterstof en elektriciteit uit hernieuwbare bronnen).

Doorbraken zijn niet enkel nodig in de energieopwekking maar ook met betrekking tot optimalisaties van de lokale energienetwerken tussen de industriële processen, als ook energie inzet. Binnen de energie inzet ligt de focus omtrent de kosten en baten van nieuwe waardeketens, duurzaamheid, infrastructurele noden en nieuwe mogelijkheden voor grensoverschrijdende industriële gebieden. Ten laatste kunnen nieuwe energieopslag en transport technologieën helpen om het verlies van energie te beperken in gevallen van overproductie.

Uitdagingen: De overstap naar koolstof slimme energieoplossingen vraagt om extra investeringen. Daarboven, zijn er temporale beperkingen in wind- en zonne-energie. Dit houdt in dat de energieopwekking afhankelijk is van de veranderlijke beschikbaarheid van wind en zonlicht. De energieopwekking van de toekomst zal daarom ook minder voorspelbaar zijn dan nu. Daarnaast is het belangrijk om oplossingen te vinden tegen de Dunkelflaute: de periode waar de energievraag hoger is dan de opwekking.



Doelstellingen: De algemene ambitie is om tegen 2040 technologieën te ontwikkelen zodat 80% van de energievraag van Vlaamse energie-intensieve sectoren (chemie, petrochemie en staal) kosten efficiënt kan worden aangeboden als CO<sub>2</sub>-neutrale energie (elektriciteit, warmte en andere vectoren). Dit komt overeen met een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 10 miljoen ton CO<sub>2</sub>/jaar (met 2018 als referentie jaar). Dit wordt mede mogelijk gemaakt door bijdragen uit de volgende gebieden:

1. Tegen 2030 moeten ten minste drie innovatieve technologieën worden ontwikkeld tot TRL 6 om CO<sub>2</sub>-neutrale energie te leveren voor de toenemende vraag van de industrie (geschat op 70 TWh). Elke 5 jaar daarna moet er nog een innovatieve technologie worden ontwikkeld tot TRL6.
2. Tegen 2030 moeten ten minste twee innovatieve technologieën worden ontwikkeld tot TRL6 om energie te vervoeren en op te slaan. Elke 5 jaar daarna moet er nog een innovatieve technologie worden ontwikkeld tot TRL6.
3. Tegen 2030 moet een nieuwe generatie van flexibele algoritmes worden ontwikkeld, met ook drie innovatieve processen ontworpen voor flexibiliteit, en een portefeuille van sector overschrijdende modellen om te zorgen dat +20% van de industriële vraag naar energie wordt voorzien door flexibiliteit.

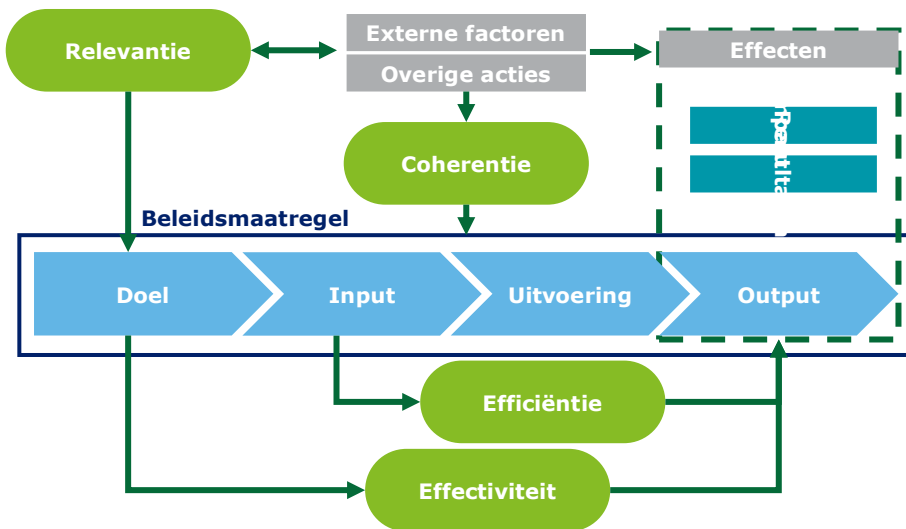
Randvoorwaarden voor de doelstellingen:

4. De economische winstgevendheid zal voor de technologieën worden bepaald voor hun implementatie op een industriële schaal binnen een globale context, gebruikmakend van internationale energieprijzen binnen de chemische industrie.

# Appendix C: MOT evaluatie o.b.v. routekaart

De periodieke evaluatie van de MOTs dient te gebeuren op basis van de progressie en actualisatie van de ontwikkelde routekaart voor een koolstofslimme Vlaamse industrie tegen 2050 (Leverbaarheid 6). Deze evaluatie kan gebeuren op basis van het Deloitte referentie raamwerk voor beleidsinitiatieven die uit vier centrale, en geconnecteerde blokken bestaat:

1. Effectiviteit
2. Efficiëntie
3. Relevantie
4. Coherentie



## Effectiviteit:

1. Omvat het Moonshot innovatieprogramma en haar onderzoekstrajecten voldoende sturing inzake transitiepotentieel in lijn met de (geactualiseerde) routekaart om innovatieve (doorbraak) technologieën voor klimaatneutraliteit van de Vlaamse Industrie naar 2050 te realiseren?
2. Zijn de tussentijdse mijlpalen (per decennia) binnen de routekaart geïntegreerd en gerealiseerd in het Moonshot innovatieprogramma?
3. Welke suggesties zijn er op basis van de opgestelde (geactualiseerde) routekaart (leverbaarheid 6) om de kwantitatieve

ambities, engagementen en mijlpalen verder te verfijnen?

4. Zijn de waardeketens tussen industrieën en business cases voldoende duidelijk om de individuele MOTs toe te passen in de praktijk?

#### Efficiëntie:

1. Zitten de ontwikkelingen van technologie met betrekking tot de ambities/engagementen op schema volgens de gedefinieerde mijlpalen?
2. Met oog op de routekaart, kunnen de MOTs onderling voldoende samenwerken gezien de MOTs onderling sterk afhankelijk zijn van elkaar?
3. Zijn de KPI's en ambities van het Moonshot innovatieprogramma en de individuele MOTs scherp genoeg gedefinieerd om het transitiepotentieel te realiseren?

#### Relevantie:

1. Stimuleert het Moonshot innovatieprogramma de ontwikkeling van innovatieve technologieën in de kennisinstellingen die noodzakelijk zijn om de industriële routekaart en verkende transitiepaden te realiseren?
2. Met oog op de (geactualiseerde) routekaart, omvat het Moonshot innovatieprogramma en diens MOTs de beste opportuniteiten voor Vlaanderen om klimaatneutraal te worden?
3. Creëren de MOTs de beste opportuniteiten voor Vlaanderen om zich naar de toekomst toe verder te onderscheiden van andere regio's/landen? M.a.w. is het logisch om deze MOTs en de gerelateerde innovaties in Vlaanderen te doen?
4. Is er een actualisatie gedaan van de randvoorwaarden binnen elke MOT?

#### Coherentie:

1. Hoe is de verdeling van de MOTs en de thema's en versterken zij mekaar?
2. Zijn aanvullende thematieken en/of (bedrijfs)focus nodig om het toekomstig beleid en transitiekader te realiseren?
3. Stimuleren de MOTs een samenwerking over de sectoren heen?
4. Stimuleert het Moonshot innovatieprogramma een algemene samenwerking en betrokkenheid van de industrie in het bepalen van de MOT thema's?



Deloitte refers to one or more of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee ("DTTL"), its network of member firms, and their related entities. DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL (also referred to as "Deloitte Global") does not provide services to clients. Please see [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) for a more detailed description of DTTL and its member firms.

Deloitte provides audit, tax and legal, consulting, and financial advisory services to public and private clients spanning multiple industries. With a globally connected network of member firms in more than 150 countries, Deloitte brings world-class capabilities and high-quality service to clients, delivering the insights they need to address their most complex business challenges. Deloitte has in the region of 245,000 professionals, all committed to becoming the standard of excellence.

This publication contains general information only, and none of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, its member firms, or their related entities (collectively, the "Deloitte Network") is, by means of this publication, rendering professional advice or services. Before making any decision or taking any action that may affect your finances or your business, you should consult a qualified professional adviser. No entity in the Deloitte Network shall be responsible for any loss whatsoever sustained by any person who relies on this publication.