

Bevoorrading met strategische grondstoffen veiligstellen Horizon 2024-2030		Duurzame en circulaire waardeketens voor kritieke grondstoffen Horizon 2024-2030	
Grondstoffen en Materialen	Processen & technologieën	Circulariteit	Duurzaamheidsbenadering
<p><i>Verbeterde recycling van SRM-houdende EoL-producten zoals AEEA, PV-panelen, LIBs, magneten en elektrolytische. Bijna afvalloze terugwinning van grondstoffen uit productieafval (slakken, slib, as, mijnafval, afvalwater).</i></p> <p><i>De Vlaamse industrie (incl. KMO's) in staat stellen om een actieve rol te spelen in de (toekomstige) Europese verantwoorde mijnbouwactiviteiten voor laagwaardig erts.</i></p>	<p><i>Ontwikkelen van processen en technologieën voor een veerkrachtigere, flexibelere en duurzamere lokale SRM-productie door verbeterde sortering, demontage, fysisch-chemische voorbehandeling en verbeterde (efficiëntere en selectievere) metallurgische extractie- en terugwinningssystemen. De ontwikkelde processen en technologieën moeten kosteneffectief, veilig en milieuvriendelijk zijn.</i></p>	<p><i>De functionaliteit van CRM-bevattende producten in stand houden door middel van strategieën voor hergebruik, reparatie, opknappen en hergebruiken en door middel van directe recycling (regeneratie) processen voor EoL-producten, hun onderdelen en materialen (bijv. actieve materialen voor batterijen, legeringen, enz.).</i></p>	<p><i>Processen en technologieën die decarbonisatie mogelijk maken (bv. elektrificatie, vervanging van reagentia op basis van fossiele brandstoffen, waterstof als brandstof/reagens), procesintensificatie.</i></p> <p><i>Processen en technologieën die een grotere duurzaamheid, d.w.z. 'vergroening', mogelijk maken in de recyclage en productie van CRM (bijv. groene oplosmiddelen, vermindering van productieafval, enz.)</i></p>
ENABLERS			
Tools en modellen	<i>Ontwikkeling en verfijning van instrumenten en modellen voor de evaluatie van materiaalvoorraden en -stromen en de duurzaamheid/circulariteit van de CRM-waardeketen.</i>		
Digitalisatie	<i>Verschiedende digitale oplossingen (zoals materiaalpaspoorten, robotisering, IoT, AI-toepassingen, Industrie 5.0 en digitale tweelingen) zullen ook hun weg vinden naar de recycling- en CRM-productie-industrie en moeten verder worden ontwikkeld, verbeterd, gevalideerd en geïmplementeerd om de algemene duurzaamheidsdoelstellingen te ondersteunen.</i>		
Regelgeving	<i>Focus op het overnemen van Europese en internationale wetgeving en kaders zoals de Europese Green Deal, de verordening Kritieke Grondstoffen, de EU Batterijverordening en de Verordening Overbrenging Afvalstoffen; en rekening houden met het Actieplan Circulaire Economie.</i>		

Figuur 1: Schema Routekaart Strategische en Kritieke Grondstoffen

Applicatiedomein	Focusdomein	Voornaamste onderzoeksonderwerpen	Referenties en doelstellingen			Steun instr. 2024-2027		Steun instr. 2028-2030	
			Ref 2023	Target 2027	Target 2030	SBO	ICON	SBO	ICON
Bevoorrading met strategische grondstoffen veiligstellen	Zoveel mogelijk bronnen van SRM ontsluiten en de noodzakelijke recycling- en productieprocessen ontwikkelen om de toegenomen complexiteit van het werken met laagwaardige en/of zeer complexe inputstromen aan te kunnen.	Verbeterde recycling van SRM-houdende EoL-producten zoals AEEA (afgedankte elektrische en elektronische apparatuur), PV-panelen, batterijen, magneten en elektrolytische cellen.	Huidige SotA	bijdragen aan de algemene doelstelling van 10% van alle SRM uit recycling (CRMA). Voor batterijen: zie specifieke gegevens uit de batterijverordening (streefcijfers 2027 voor recycling-efficiëntie en % terugwinning van specifieke elementen zoals Co, Ni, Li, Cu, Pb).	bijdragen aan de algemene doelstelling van 15% van alle SRM uit recycling (CRMA). Voor batterijen: zie specifieke gegevens uit de batterijverordening (streefcijfers 2031 voor recycling-efficiëntie en % terugwinning van specifieke elementen zoals Co, Ni, Li, Cu, Pb).				
		Bijna afvalloze terugwinning van grondstoffen uit productieafval (slakken, slib, as, mijnafval, afvalwater)	Huidige SotA	bijdragen aan de algemene doelstelling van 10% van alle SRM uit recycling (CRMA)	bijdragen aan de algemene doelstelling van 15% van alle SRM uit recycling (CRMA)				
		De Vlaamse industrie (incl. KMO's) in staat stellen om een actieve rol te spelen in de (toekomstige) Europese verantwoorde mijnbouwactiviteiten voor laagwaardig erts.	Huidige SotA	bijdragen aan de algemene doelstelling van 7% van al het SRM uit verantwoorde mijnbouw (CRMA)	bijdragen aan de algemene doelstelling van 10% van al het SRM uit verantwoorde mijnbouw (CRMA)				
		Ontwikkelen van processen en technologieën voor een veerkrachtigere, flexibelere en duurzamere lokale SRM-productie door verbeterde sortering, demontage, fysisch-chemische voorbehandeling en verbeterde (efficiëntere en selectievere) metallurgische extractie- en terugwinningssystemen. De ontwikkelde processen en technologieën moeten kosteneffectief, veilig en milieuvriendelijk zijn.	Huidige SotA	bijdragen aan de algemene doelstelling van 10% van alle SRM uit recycling (CRMA). Voor batterijen: zie specifieke gegevens uit de batterijverordening (streefcijfers 2027 voor recycling-efficiëntie en % terugwinning van specifieke elementen zoals Co, Ni, Li, Cu, Pb).	bijdragen aan de algemene doelstelling van 15% van alle SRM uit recycling (CRMA). Voor batterijen: zie specifieke gegevens uit de batterijverordening (streefcijfers 2031 voor recycling-efficiëntie en % terugwinning van specifieke elementen zoals Co, Ni, Li, Cu, Pb).				
Duurzame en circulaire waardeketens voor kritieke grondstoffen	De totale milieu- en klimaatvoetafdruk van de recycling- en productieprocessen van CRM verkleinen	De functionaliteit van CRM-bevattende producten in stand houden door middel van strategieën voor hergebruik, reparatie, opknappen en hergebruiken en door middel van directe recycling (regeneratie) processen voor EoL-producten, hun onderdelen en materialen (bijv. actieve materialen voor batterijen, legeringen, enz.).	Huidige SotA	Vermindering van het CRM-gebruik met minstens 10% (in een waardeketen), resulterend in een gelijkwaardige of verbeterde milieu-impact en/of circulariteit en met gelijkwaardige of verbeterde technische prestaties van een specifieke toepassing.	Vermindering van het CRM-gebruik met minstens 20% (in een waardeketen), resulterend in een gelijkwaardige of verbeterde milieu-impact en/of circulariteit en met gelijkwaardige of verbeterde technische prestaties van een specifieke toepassing.				
		Processen en technologieën die decarbonisatie mogelijk maken (bijv. elektrificatie, vervanging van reagentia op basis van fossiele brandstoffen, waterstof als brandstof/reagens), procesintensificatie (bijv. digitalisering).	Huidige SotA	10% vermindering van de impact op de klimaatverandering (kg CO ₂ eq. per kg) tijdens de productie bij gelijkwaardige productie-efficiëntie.	20% vermindering van de impact op de klimaatverandering (kg CO ₂ eq. per kg) tijdens de productie bij gelijkwaardige productie-efficiëntie.				
		Processen en technologieën die een grotere duurzaamheid, d.w.z. "vergroening", mogelijk maken in de recyclage en productie van CRM (bv. groene oplosmiddelen, vermindering van productieafval, enz.)	Huidige SotA	10% minder afval tijdens CRM recycling en productie met gelijkwaardige algemene procesprestaties	20% minder afval tijdens CRM recycling en productie met gelijkwaardige algemene procesprestaties				

Figuur 2: Gedetailleerd schema veiligstelling bevoorrading strategische grondstoffen & Duurzame en circulaire waardeketens voor kritieke grondstoffen

Enablers	Bedoeling	Voornaamste onderzoeksonderwerpen	Referenties en doelstellingen	Steun instr. 2024-2027		Steun instr. 2028-2030			
				SBO	ICON	SBO	ICON		
Tools	Een concurrerender, efficiënter en veerkrachtiger CRM-ecosysteem dat beter in staat is om uitdagingen als duurzaamheid en productiviteit aan te gaan, door de implementatie van (1) nieuwe hulpmiddelen, (2) digitale technologieën en (3) ondersteunende en goed afgestemde regelgeving.	Ontwikkeling en verfijning van instrumenten en modellen voor de evaluatie van materiaalvoorraden en -stromen en de duurzaamheid/circulariteit van de CRM-waardeketen.	Ref 2023	Oplossingen die het bereiken van de bovengenoemde doelen ondersteunen	Oplossingen die het bereiken van de bovengenoemde doelen ondersteunen	Red	Green	Red	Green
Digitalisatie		Verschillende digitale oplossingen (zoals materiaalpaspoorten, robotisering, IoT, AI-toepassingen, Industrie 5.0 en digitale tweelingen) zullen ook hun weg vinden naar de recycling- en CRM-productie-industrie en moeten verder worden ontwikkeld, verbeterd, gevalideerd en geïmplementeerd om de algemene duurzaamheidsdoelstellingen te ondersteunen.				Green	Green	Yellow	Green
Regelgeving		Focus op het overnemen van Europese en internationale wetgeving en kaders zoals de Europese Green Deal, de verordening Kritieke Grondstoffen, de EU Batterijverordening en de verordening Overbrenging van Afvalstoffen; en rekening houden met het Actieplan Circulaire Economie.				Red	Green	Red	Green

Figuur 3: Gedetailleerd schema Enablers Duurzame Grondstoffen

Blue	Te vroeg, onvoldoende belangstelling in de industrie
Green	Relevant instrument
Yellow	Relevant instrument maar timing wordt kritiek
Red	Te laat om ontwikkeling nog te starten

1. Wat is het belang van de routekaart?

MateriNex heeft als hoofdbetrachting om de noden van de Vlaamse bedrijven op het vlak van materiaalonderzoek te ondersteunen, rekening houdend met de **EU-onderzoekagenda** en de **beleidsprioriteiten van de Vlaamse overheid**. Uit een bevraging van Vlaamse bedrijven in 2023 is gebleken dat deze noden zich situeren op het vlak van **hoog risico lange termijn onderzoek**.

Voor elk **innovatiethema** van MateriNex is een routekaart met horizon 2030 opgesteld die de prioriteiten met betrekking tot basisonderzoek voor de komende werkingsjaren en de financieringsinstrumenten die hiervoor in aanmerking komen zoals strategisch basisonderzoek (SBO) en/of interdisciplinair coöperatief onderzoek (ICON) vastlegt.

De routekaart zal gehanteerd worden als **kader** om oproepen voor het indienen van projectvoorstellen te organiseren en de ingediende projectvoorstellen te beoordelen. Het is echter een **dynamisch instrument** en zal op basis van consultatie van een brede groep van betrokkenen wanneer nodig bijgestuurd worden (**Common Interest Group (CIG)**).

2. Waarop is deze routekaart gebaseerd?

In eerste instantie werd deze routekaart voor het innovatiethema Strategische en Kritieke Grondstoffen onderbouwd door recente nationale en internationale rapporten, routekaarten en actieplannen. Zo werd in opdracht van de Vlaamse Overheid een studie uitgevoerd die de **rol van Vlaanderen in de Europese Kritieke Grondstoffen waardeketen** toelichtte¹. Relevante studies die de nood aan kritieke grondstoffen voor de energietransitie in kaart brachten, zijn voor Europa de studie van **Eurometaux** (door KU Leuven)² en wereldwijd de studie die door het **International Energy Agency**³ is uitgevoerd. **ERMA (European Raw Materials Alliance)** heeft hiertoe ook een actieplan⁴ gedefinieerd.

Voor de verfijning van deze routekaart werd afgestemd met leden van de organisatie **Flanders Metals Valley**, een bottom-up initiatief gelanceerd door bedrijven actief in de metallurgische sector in Vlaanderen. De organisatie bestaat uit een mix van bedrijven, actief in de metaalindustrie, gecombineerd met universiteiten en kenniscentra, die vaak aan de grondslag liggen van het fundamenteel onderzoek voor de toekomst, maar eveneens relevant willen zijn voor de uitdagingen van vandaag. Op dit moment telt de organisatie 38 leden.

Uiteindelijk is deze routekaart gealigneerd met Europese richtlijnen. In het bijzonder de **Critical Raw Materials Act (CRMA)** die een reeks maatregelen omvat om de toegang tot en de aanvoer van kritieke grondstoffen te waarborgen. Deze maatregelen beogen betrouwbaarheid, diversificatie, betaalbaarheid en duurzaamheid. Men steunt op de sterke punten en mogelijkheden van de eengemaakte markt en de externe partnerschappen van de EU om de toeleveringsketens van kritieke grondstoffen in de EU te diversifiëren en veerkrachtiger te maken. Verder beoogt men het verbeteren van de capaciteit van de EU over de volledige waardeketen, de diversificatie van de invoer van grondstoffen naar de EU, de verbetering van monitoring en risicobeheersingscapaciteit, alsook van de

¹ Vlaams Planbureau voor Omgeving, De rol van metalen en 'kritieke grondstoffen' in Vlaanderen - Analyse vanuit een omgevingsperspectief, 2024, in press

² L. Gregoir, K. van Acker, S. Beretta, C. Heron, Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge, 2022

³ International Energy Agency, The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, 2021

⁴ F. Pegorin et al., Materials for Energy Storage and Conversion: A European Call for Action. A report by the Materials for Energy Storage and Conversion Cluster of the European Raw Materials Alliance. Berlin 2023

circulariteit en duurzaamheid. Bijkomende Europese wetgeving en richtlijnen waarin kritieke grondstoffen een belangrijke rol spelen zijn de **Battery Regulation**⁵, de **Europese Green Deal**⁶ en het **Circulaire economie actieplan**⁷.

3. Wat zijn de focuspunten van de routekaart?

Het blokdiagram van de routekaart Strategische en Kritieke Grondstoffen is voorgesteld in Figuur 1 en vertrekt vanuit twee belangrijke applicatiedomeinen, enerzijds onderzoek dat moet helpen om **de toevoer van strategische grondstoffen veilig te stellen** (*Securing strategic raw materials supply*) en anderzijds onderzoek dat de **circulariteit en duurzaamheid van kritieke grondstoffen dient te verbeteren** (*Sustainable and circular critical raw materials value chains*).

Daarnaast heeft de routekaart nog een derde ‘horizontale’ pijler die we als **enablers** kunnen omschrijven. Het gaat om de belangrijke transversale uitdagingen namelijk (i) **tools en modellen**, (ii) **digitalisering**, en (iii) **regelgeving**. Een aantal van deze uitdagingen kunnen onderwerp zijn van projecten, bv. omdat ze zeer specifiek zijn voor het prioritaire thema waarvoor de routekaart is opgesteld en in Vlaanderen een substantieel aantal bedrijven op dit vlak actief zijn en een voortrekkersrol spelen. Anderzijds zullen deze transversale uitdagingen meespelen in de beoordeling van projectvoorstellen in de applicatiedomeinen.

In de meer gedetailleerde schema’s van **Error! Reference source not found.** en **Error! Reference source not found.** is per onderzoeksdomein een inschatting gemaakt van de ondersteunende subsidie-instrumenten die nodig geacht worden om de doelstellingen binnen het tijds kader te bereiken. Daarbij wordt een eenvoudige kleurencode gebruikt waarbij groen staat voor de relevante instrumenten. Blauw, te vroeg en momenteel beperkte industriële interesse, en oranje, relevant maar kritisch met betrekking tot timing, kunnen in principe ook gefinancierd worden mits een goede argumentatie. Een rode kleur geeft aan dat het instrument te laat komt om nog op te starten.

4. Welke kernactiviteiten zijn in deze routekaart opgenomen?

4.1 Inleiding

De dubbele groene en digitale transitie, de **twin transition**, en de verdere verankering en versterking van defensie en ruimtevaart gaan gepaard met de opkomst en de verdere uitbouw van de zogenaamde strategische technologieën. De uitbouw van deze technologieën zorgt voor een toenemende vraag naar grondstoffen, in grote mate de kritieke grondstoffen. Bijvoorbeeld, een hernieuwbaar energiesysteem is veel meer afhankelijk van mineralen en metalen dan een energiesysteem op basis van fossiele grondstoffen. Hierbij is het belangrijk om een onderscheid te maken tussen strategische en kritieke grondstoffen. De strategische grondstoffen zijn de grondstoffen die het hoogste scoren wat betreft het strategisch belang, de geraamde toename van de vraag en de moeilijkheid van de verhoging van de productie. De lijst van kritieke grondstoffen bevat al deze strategische grondstoffen, alsook andere grondstoffen die de drempelwaarden voor het economisch belang en het voorzieningsrisico halen of overschrijden.

⁵ VERORDENING (EU) 2023/1542 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 12 juli 2023 inzake batterijen en afgedankte batterijen, tot wijziging van Richtlijn 2008/98/EG en Verordening (EU) 2019/1020 en tot intrekking van Richtlijn 2006/66/EG

⁶ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_nl

⁷ https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en

Vanuit de *twin transition* werden o.a. volgende EU-acts uitgewerkt: **Net Zero Industry Act (NZIA)** en de **Critical Raw Materials Act (CRMA)**. De eerste omvat de maatregelen die nodig zijn om de transitie in te zetten richting een klimaatneutrale industrie. De tweede handelt over het veiligstellen van de aanvoer van grondstoffen die nodig zijn voor de transitie naar een groene en digitale economie (Figuur 4). Grondstoffen zijn 'kritiek' omwille van fragiele bevoorradingskanalen en hun belang voor de lokale economie. Zo is bijvoorbeeld momenteel Vlaanderen, net als de EU, voor een groot deel afhankelijk van kritieke grondstoffen uit een beperkt aantal bevoorradingsbronnen uit landen met een niet altijd even stabiele economische of politieke situatie. Hierbij komt dat op basis van de huidige projecties, de wereldwijde vraag naar een aantal metalen en kritieke grondstoffen zoals zeldzame aardmetalen en lithium binnenkort het wereldwijde aanbod zal overtreffen.

Bij Figuur 4 dient vermeld te worden dat (i) cokeskool, hoewel het een kritieke grondstof is, in de onderliggende studie ¹² niet werd opgenomen in de tabel, (ii) Bauxiet/Alumina/Aluminium hier als kritieke grondstof wordt vermeld, terwijl het in de CRMA als strategisch bestempeld wordt. Voor de legende bij de technologieën op de horizontale as verwijzen we naar de originele studie¹².

De huidige Europese lijst bevat **34 kritieke grondstoffen (critical raw materials, CRMs)**, waarvan er **17 als strategische grondstoffen (strategic raw materials, SRMs)** bestempeld zijn, omdat ze onontbeerlijk zijn in technologie die een groene en digitale transitie mogelijk maken alsook in defensie en ruimtevaart toepassingen⁸. Het is belangrijk te benadrukken dat verschillende kritieke grondstoffen ontgonnen worden uit **ertsen van basismetalen zoals koper, lood, zink, etc.**, of worden **gerecycleerd uit afvalstromen** die een mix aan basismetalen en kritieke grondstoffen bevatten.

Door het invoeren van de CRMA, wil de EU de aanvoer aan kritieke, en in het bijzonder strategische grondstoffen, veiligstellen door enerzijds de binnenlandse toeleveringsketens te versterken en anderzijds internationale partnerschappen met derde landen op te zetten⁹. Hierbij wil de EU tegen 2030, 10% van de strategische grondstoffen winnen uit EU-mijnbouw, 40% van de SRMs moeten verwerkt worden in de EU en 25% van de SRMs dienen verkregen te worden uit recyclage. Daarnaast mag niet meer dan 65% van een SRM uit een enkel derde land afkomstig zijn. Europa wil deze doelstelling bekomen door (i) de volledige grondstoffenwaardeketen in de EU te versterken, (ii) de veerkracht van de toeleveringsketen te verbeteren, (iii) **te investeren in onderzoek, innovatie en expertise/skills**, (iv) het **promoten en ondersteunen van een meer duurzame en circulaire kritieke grondstoffen economie**.

Daarnaast vereist de ambitie van de EU om naar *net-zero carbon* emissies te gaan tegen 2050 een radicale verandering van de maatschappij op een zeer korte termijn. Hierbij is er enerzijds een gigantische nood aan technologieën voor groene energie (zoals elektrische voertuigen, batterijen, zonnepanelen, windmolens, en waterstof) die zal leiden tot een sterke stijging in de vraag naar (kritieke) grondstoffen. Anderzijds is de productie van veel van deze grondstoffen energie-intensief, waarbij het essentieel wordt te vermijden dat een toename in grondstofproductie leidt tot een toename in emissies.

Vlaanderen is rijk aan metallurgische bedrijven met een aanzienlijk aandeel in de productie van basismetalen en kritieke grondstoffen in Europa¹. Veel van deze bedrijven hebben een belangrijke focus op recyclage. Ook is de Europese metaalindustrie goed geplaatst om de uitdagingen met betrekking tot de transitie naar een klimaatneutrale samenleving te maken. Zo toont een Eurometaux-studie uit 2018, uitgevoerd door de VUB, dat de Europese non-ferro-industrie, ten opzichte van de

⁸ https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act_en

⁹ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en














rest van de wereld, reeds een sterke voorsprong heeft inzake de elektrificatie van productieprocessen, de reductie van emissies en het recycleren van basismetalen¹⁰. Het onderhouden van deze trend naar vergroening en uitbreiden en toepassen van deze trend op andere (kritieke) grondstoffen is noodzakelijk. Vlaanderen kan hierbij een belangrijke rol spelen met de aanwezige expertise in, onder meer, recyclage en metallurgie. De Vlaamse metaalindustrie is zich bewust van de voortrekkersrol die ze kan spelen in de transitie naar een klimaatneutrale, circulaire metaalproductie. Hiertoe heeft ze zich georganiseerd in *Flanders Metals Valley*¹¹, waarin ze samen met onderzoeksinstituten en universiteiten netwerkt en samenwerkt rond de thema's innovatie, communicatie en onderwijs, wat moet leiden tot gezamenlijke onderzoeksprojecten.

De belangrijkste prioriteiten voor de Vlaamse spelers actief in de volledige waardeketen van strategische en kritieke grondstoffen die in de volgende paragrafen worden belicht, zijn:

- **Veiligstellen van de toevoer van strategische grondstoffen**, met een focus op 'grondstoffen en materialen' en 'processen en technologieën';
- **Meer duurzame en circulaire waardeketens van kritieke grondstoffen**, met een focus op 'circulariteit' en 'duurzaamheid';
- De noodzakelijke **enablers** (transversale onderzoeksonderwerpen) die ondersteunend zullen zijn in het versterken van de waardeketens van strategische en kritieke grondstoffen, namelijk (i) de ontwikkeling van specifieke tools (instrumenten) en modellen, (ii) de stap naar meer digitalisering, en (iii) de doorvertaling en uitvoering van Europese en internationale regelgeving naar Vlaamse wetgeving.

¹⁰ T. Wyns, G. Khandekar, Metals for a Climate Neutral Europe: A 2050 Blueprint, 2019. <https://eurometaux.eu/media/2005/full-report-8-56-17.pdf>

¹¹ <https://flandersmetalsvalley.be/>

Supply Risk	Raw material													
4.8	Gallium													
4.1	Magnesium													
4.0	REE (magnets)													
3.8	Boron													
2.7	PGM													
1.9	Lithium													
1.9	Bismuth													
1.8	Germanium													
1.8	Natural graphite													
1.7	Cobalt													
1.6	Titanium metal													
1.4	Silicon metal													
1.2	Tungsten													
1.2	Manganese													
0.5	Nickel													
0.1	Copper													
5.3	HREE (rest)													
4.4	Niobium													
3.5	LREE (rest)													
3.3	Phosphorus													
2.6	Strontium													
2.4	Scandium													
2.3	Vanadium													
1.8	Antimony													
1.8	Beryllium													
1.6	Arsenic													
1.5	Feldspar													
1.5	Hafnium													
1.3	Baryte													
1.3	Tantalum													
1.2	Aluminium													
1.2	Helium													
1.1	Fluorspar													
1.0	Phosphate rock													

Figuur 4: Lijst van de strategische (donkerrood) en kritieke (donker- en lichtrood) grondstoffen in de EU-27 (Bron: JRC (2023), Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study)¹²

4.2 Toevoer strategische grondstoffen veiligstellen

Doel

Veiligstellen van de beschikbaarheid aan SRMs voor Vlaanderen en Europa door:

- 1) het maximaal inzetten op het ontsluiten van zoveel mogelijk potentiële bronnen van SRM die lokaal aanwezig zijn in Europa, en
- 2) de ontwikkeling van de nodige recyclage- en productieprocessen die kunnen omgaan met de verhoogde complexiteit geassocieerd met laagwaardige en/of zeer complexe input stromen.

¹² <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9e17a3c2-c48f-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF>

Grondstoffen en materialen

Strategische grondstoffen kunnen gewonnen worden uit verschillende bronnen door middel van verschillende technieken en bedrijfsmodellen. We denken hierbij aan (i) recyclage van **eindeleven/end of life (EoL) producten**, (ii) het verwerken of opwerken van **industriële afvalstromen of secundaire grondstoffen** en (iii) het ontginnen en verwerken van **primaire ertsen**.

De winning van SRMs, die nodig zijn in de energietransitie (koper, lithium, nikkel, kobalt, e.d.), zal tot aan het einde van het volgende decennium voornamelijk uit primaire grondstoffen moeten plaatsvinden. Zeker omdat er op dit moment onvoldoende volume aanwezig is van EoL-producten en/of industriële afvalstromen waaruit al de nodige SRMs gerecycleerd kunnen worden. Al blijft het evident dat inzetten op recyclage, ook nu al een belangrijke rol kan spelen. Want hoe meer SRMs lokaal herwonnen kunnen worden via recyclage, hoe meer de druk op de bevoorrading verlicht kan worden. En met het oog op de toekomst is een goed uitgebouwde en *state-of-the-art* recyclage sector cruciaal om de toekomstige stromen ook effectief te kunnen omzetten in nieuwe grondstoffen.

²Vlaanderen staat op dit moment gekend als een van de voorlopers op het vlak van recyclage. Aangezien Vlaanderen, en bij uitbreiding de hele EU, slechts een beperkte beschikbaarheid heeft van primaire grondstoffen zal de recyclage een cruciale factor worden in het veiligstellen van de toevoer van strategische (en kritieke) grondstoffen, zeker wanneer grote volumes van EoL-producten (bestemd voor o.a. de nieuwe energie en digitalisering technologieën) beschikbaar zullen komen voor recyclage in 2040. 2040 wordt in verschillende scenario's vooropgesteld als de datum waarop de aanvoer uit primaire grondstoffen van strategische materialen voor de energietransitie zal pieken^{2,13}. Wanneer de uitrol van duurzame energietechnologieën vertraagt, wat wordt voorspeld tegen 2050, zal 45-65% van Europa's vraag naar deze metalen via recyclage verkregen kunnen worden². Recyclage van materialen uit de eigen interne Europese markt wordt dan belangrijker voor de aanvoer van SRMs dan primaire extractie uit andere regio's.

Ter illustratie: Europa is momenteel verantwoordelijk voor slechts 1% van de globale extractie via mijnbouw voor de productie van basismetalen (*base metals*), terwijl het instaat voor 6% van het globale primaire smelten en raffineren en zelfs 24% van de globale recyclage hoeveelheid (behandeling en raffinage van secundaire materialen zoals schroot en EoL-producten)⁴. Ook dit geeft aan hoe belangrijk recyclage voor Europa is en zal moeten blijven.

Naast de herwinning van SRMs uit EoL-producten (bv. batterijen, zonnepanelen, *printed circuit boards*, etc.) produceren en verwerken Vlaamse bedrijven ook belangrijke industriële reststromen/afvalstromen (bv.: metaalslakken, industriële slibs, bodemassen, mijnbouwafval, shredder residuen, etc.) die SRMs in lage concentraties bevatten. Ook primaire ertsen (bijv. zink (incl. indium, germanium, zilver), kobalt, koper (incl. nikkel, goud, kobalt, etc.)) worden in Vlaanderen verwerkt en de aanwezige geologische, metallurgische en recyclage expertise in Vlaanderen is inzetbaar om enerzijds diversificatie van primaire ertsen in huidige of nieuwe productieprocessen te kunnen realiseren en anderzijds om de processen van (Europese) mijnbouwactiviteiten en verwerking van primaire ertsen efficiënter en minder milieubelastend te maken. Met zijn cruciale expertise in recyclage, zowel op het vlak van voorbehandeling als van metallurgische behandeling, alsook zijn sterk logistiek netwerk in Europa, kan **Vlaanderen uitgroeien tot een belangrijke hub voor de Europese recyclage industrie gefocust op SRMs**.

¹³ International Energy Agency. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions; International Energy Agency, 2021

Processen en technologieën

In het verleden was de samenstelling van de grondstoffen die toegevoegd werden tijdens het productieproces relatief stabiel. Deze grondstoffen werden ofwel lokaal ontgonnen of ze waren afkomstig van gekende wereldwijde bronnen (concentraten van ertsen voor de ferro- en non-ferro-industrie). Maar dit is niet langer het geval. Concentraten van ertsen worden momenteel typisch aangekocht bij meerdere bronnen, zijn meer en meer laagwaardig (*low-grade*) en worden ook steeds complexer in samenstelling. Verder heeft ook het gebruik van secundaire grondstoffen en de toenemende recyclage van EoL-producten ter vervanging van primaire grondstoffen geleid tot steeds complexere en variabele inputstromen voor de productie van metalen en andere grondstoffen.

Om de diversificatie aan grondstoffen voor de productie van SRMs (en CRMs), zoals hoger beschreven, mogelijk te maken, dienen huidige productieprocessen aangepast te worden en/of nieuwe processen en technologieën ontwikkeld te worden over de volledige productieketen van grondstof/afval tot finaal product. Deze processen en technologieën dienen enerzijds flexibel ingezet te kunnen worden voor het verwerken van verschillende grondstoffen en anderzijds dienen ze een verhoogde selectiviteit en efficiëntie te bieden voor het herwinnen en opwerken van CRMs uit complexe en laagwaardige(re) grondstoffen. Bovendien moet het energie- en materiaalverbruik van de processen geminimaliseerd worden. Digitalisering en automatisering kunnen hiertoe significant bijdragen.

Om het hoofd te bieden aan deze uitdaging is een gedetailleerde en snelle (*in-line*) karakterisering van deze complexe stromen essentieel. Hierdoor wordt een betere grip verkregen op de samenstelling van inputstromen via het gericht aanmaken van specifieke mengstromen of het mogelijk maken van een betere scheiding tijdens de voorbehandeling van de grondstoffen en/of materialen. Daarnaast moeten ook de (productie)processen steeds flexibeler zijn om efficiënt te kunnen omgaan met de stijgende variatie aan inputstromen. Hiervoor zijn *in-line* en niet-destructieve procesmetingen van cruciaal belang. Zulke *in-line* monitoring kan leiden tot een verhoogde flexibiliteit in de procesvoering (cfr. Industrie 5.0)¹⁴.

Een andere manier om de complexiteit te verminderen is het, al dan niet automatisch, ontmantelen van de EoL-producten. Denk hierbij aan de recyclage van zonnepanelen en batterijen van elektrische voertuigen (EV). Op dit moment is de batterijrecyclageketen nog volop in ontwikkeling, in het bijzonder deze voor oplaadbare batterijen zoals lithium-ion batterijen (LIBs). Het omvat onder meer de inzameling, ontlading, ontmanteling (incl. automatische ontmanteling), sortering in verschillende chemische klassen, de verdere voorbehandeling (bijv. pyrolyse, versnipperen, herwinnen elektrolyt, etc.), de scheiding van componenten en materialen en finaal de recyclage van de CRM-bevattende batterijmaterialen door metallurgische herwinning van de SRMs of regeneratie van de batterijmaterialen. Er is absoluut nog onderzoek nodig bij veel van deze stappen om finaal te komen tot een recyclageproces dat alle SRMs maximaal kan terugwinnen en recycleren.

Het verbeteren van metallurgische processen zal zich enerzijds op verduurzaming (zie volgende sectie) moeten focussen en anderzijds op het produceren (extraheren en herwinnen) van strategische en kritieke materialen uit laagwaardige en complexe primaire en secundaire grondstoffen, inclusief afvalstromen. Door het aanspreken van nieuwe types grondstoffen is er ook nood aan het ontwikkelen van volledig nieuwe metallurgische processen, denk hierbij bijvoorbeeld aan het extraheren en herwinnen van metalen uit oxidische ertsen i.p.v. de typische sulfidische ertsen (bijv. koper), het aanspreken van zeer laagwaardige mijn-afval stromen zoals *tailings*, of de recyclage van Li-ion batterijen of nieuwe-generatie batterijen (cfr. Materinex batterij-routekaart). Metallurgische

¹⁴ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en#what-is-industry-50

processen die voor dergelijke stromen ontwikkeld zullen worden, kunnen, bijvoorbeeld, gebruik maken van het intensifiëren van extractie door chemische activatie (d.m.v. het selectief toedienen van energie: microgolven, sonicatie, mechanochemische activering, etc.), het verhogen van selectiviteit door het aanwenden van, bijvoorbeeld, solvometallurgie of elektrochemie, het verlagen van kosten door het aanwenden van tragere en passieve reactieprocessen (bijv. *heap leaching*, *bioleaching*).

Een geheel andere manier die ook kan bijdragen aan het veiligstellen van de aanvoer van SRMs is net de vervanging (substitutie) van deze materialen door materialen die niet of minder kritiek zijn (onderzoek naar alternatieven). Of het vermijden/verminderen van het gebruik van SRM in bestaande applicaties (o.a. door *3D-printing*, *lean manufacturing*). Hoewel beide pistes zeer belangrijk zijn en een significante bijdrage kunnen leveren wat betreft het beperken van de vraag naar SRM worden ze niet verder uitgewerkt in deze routekaart.

Belangrijkste onderzoeksthema's

1. Verbeterde recyclage van EoL-producten die SRMs bevatten zoals o.a. elektronisch afval (WEEE), zonnepanelen, batterijen (zowel draagbare batterijen als autobatterijen), magneten en *electrolysers*.
2. Herwinning van SRM vanuit reststromen en productieafval (metaalslakken, slibs, bodemassen, mijnafval, afvalwaters) volgens het *near-zero waste* principe.
3. Onderzoek dat moet helpen om de Vlaamse industrie (incl. KMO's) in staat te stellen om een actieve rol te spelen in de (toekomstige) Europese 'verantwoorde mijnbouwactiviteiten' voor laagwaardige ertsen.
4. De ontwikkeling van processen en technologieën voor een veerkrachtigere, flexibelere en meer duurzame lokale SRM-productie via verbeterde sortering, (automatische) ontmanteling, fysico-chemische voorbehandeling en verbeterde (efficiëntere en selectievere) metallurgische extractie- en terugwinningssystemen. De ontwikkelde processen en technologieën moeten kosteneffectief, veilig en milieuvriendelijk zijn.

4.3 Meer duurzame en circulaire waardeketens van kritieke grondstoffen

Doel

Het verminderen van de totale milieu- en klimaatvoetafdruk van CRM-recyclage en productieprocessen.

Circulariteit

Circulariteit is een belangrijk onderwerp dat van toepassing is op een volledig ecosysteem en/of product, met weerslag op het gebruik van en dus vraag naar CRMs. Vandaar wordt dit thema breed gedragen en wordt het ook behandeld binnen de programma's van de speerpuntclusters en op specifieke toepassingen (zoals windmolens bij De Blauwe Cluster, tweede-leven toepassingen van batterijen bij Flux 50, (regeneratie van) katalysatoren bij Catalisti). Ook andere Materinex-routekaarten (cfr. Materialen voor Batterijtechnologie) behandelen het circulariteitsthema.

Echter, in deze routekaart is het belangrijk om het **behoud van de functionaliteit** van SRMs/CRMs door middel van **geavanceerde recyclageprocessen** te benadrukken. Vandaag gaan er nog vele CRMs verloren door inefficiënte recyclageprocessen, waarbij de CRMs ofwel niet herwonnen worden

omwille van niet economisch rendabele recyclageprocessen, of door het verdunnen van de CRMs in gerecycleerde producten waardoor ze hun functionaliteit verliezen. Twee uitgesproken voorbeelden zijn batterijmaterialen met een lage intrinsieke waarde (bijv. grafiet, lithiumijzerfosfaat, bepaalde Na-ion batterij kathodematerialen, lithium-zwavel, etc.) en legeringen (bijv. koperlegeringen, aluminiumlegeringen).

In het **eerste voorbeeld** wint **directe recyclage** (*direct recycling*) aan interesse, waarbij de herwonnen materialen niet *gedowncycled* worden tot nieuwe precursor materialen via gebruikelijke metallurgische processen. Deze aanpak heeft als voordeel dat waardevolle materialen hun functionaliteit (en waarde) behouden en dat er geen uitgebreide processen uitgevoerd moeten worden om eerst tot zuiver precursor materiaal te komen om daarna dit materiaal terug aan te wenden voor de productie van nieuwe (batterij)materialen. Deze aanpak zorgt voor de kortsluiting van recyclageketens, maar er bestaan echter nog vele onderzoekuitdagingen om tot directe recyclage van materialen te komen.

Een **tweede voorbeeld** betreft de uitdaging die er momenteel bestaat bij het **recycleren van schroot**. In de bestaande recyclageprocessen ondergaat schroot typisch een *down-grade* (niet-optimale recyclage) omdat de verschillende metaallegeringen die voorkomen in de diverse EoL-producten niet onderscheiden kunnen worden in de heterogene inputstromen (schroot). Daardoor worden legeringselementen verdund, verliezen ze hun functionaliteit en gaan ze voor altijd verloren in de metaalmatrix. Directe, *in-line* sensor-gebaseerde **karacteriseringstechnologieën** zouden toegepast kunnen worden om verschillende legeringen van dezelfde metaalcategorie in een gemengde schrootstroom te herkennen om hoogwaardige legeringsklassen te scheiden en schrootmengsels te bereiden met de ideale samenstelling die door een bepaalde industrie wordt gevraagd voor een specifieke toepassing. Deze specifieke mengsels kunnen vervolgens gerecycleerd worden of direct gebruikt worden als hoogwaardig legeringsmateriaal om bepaalde legeringen te produceren die het resultaat zijn van het juiste mengsel van verschillende schrootmaterialen. Deze specifieke recycling kan de grondstoffefficiëntie bij metaalrecycling aanzienlijk verhogen en de bedrijfskosten minimaliseren.

Verduurzaming

De EU-klimaatambities vereisen een bijna ogenblikkelijke verandering in de grondstoffenindustrie, met een sterke focus op de **decarbonisatie van de ganse sector**. Vijf jaar geleden werd het thema van decarbonisatie slechts beperkt besproken bij de R&D-activiteiten van de grondstoffenindustrie. Daar is echter verandering in gekomen door de wetgeving die momenteel de grootste duw geeft aan de bedrijven om, op zeer korte termijn, veranderingen door te voeren in hun productieproces en hun producten zelf. Dit heeft tot gevolg dat onderzoek naar decarbonisatie uitgegroeid is tot een van de belangrijkste aspecten op het vlak van innovatie in de energie-intensieve grondstoffenindustrie.

Voor decarbonisatie staat **elektrificering van de procesindustrie** duidelijk op de agenda. Een recente McKinsey-studie toonde aan dat tot 50% van de fossiele brandstof die aangewend wordt door de procesindustrie (vnl. voor verwarmen) al vervangen kan worden door elektriciteit met behulp van bestaande technologie¹⁵. Europese objectieven streven zelfs naar het vervangen van chemicaliën door elektriciteit. Dit kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden door het aanwenden van microgolven om efficiënt en selectief vaste en vloeibare reactiesystemen te verwarmen om bijvoorbeeld de uitloogbaarheid van elementen te bevorderen. Alsook kunnen elektrochemische processen gebruikt worden om protonen te genereren die minerale zuren in waterige oplossingen kunnen vervangen, of elektronen die de oxidatietrap van elementen in oplossingen kunnen wijzigen. Dergelijke chemische

¹⁵ <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/plugging-in-what-electrification-can-do-for-industry>

processen worden aangewend in metallurgische processen, waarbij typisch reagentia gebruikt worden die dus vervangen kunnen worden door elektriciteit. Ook het gebruik van alternatieve reductiereagentia, zoals bijvoorbeeld waterstof, ter vervanging van cokes kunnen bijdragen tot decarbonisatie.

Naast decarbonisatie kan verduurzaming ook verwezenlijkt worden door **hergebruik/recyclage van reagentia en solventen**, **procesintensificatie**, het vermijden van energie- en materiaalverliezen door **procesoptimalisering** en het **vermijden van afvalproductie door het omvormen in bijproducten** (cfr. symbiose).

Belangrijkste onderzoeksthema's

1. Behoud van de functionaliteit die CRMs in een materiaal vervullen door directe recyclage (*direct recycling*) en verbeterde recyclage (*specificity recycling*) van einde-leven materialen.
2. Ontwikkeling van processen en technologieën voor het herwinnen van CRMs die decarbonisatie verwezenlijken (bijv. elektrificatie, alternatieve groene energiebronnen) en procesintensificatie.
3. Verduurzaming (vergroening) van processen en technologieën voor het herwinnen van CRMs (bijv. gebruik groene solventen, vermindering productieafval).

5. Welke enablers bieden een antwoord op de transversale uitdagingen?

In deze routekaart zijn drie types **enablers** geïdentificeerd die een antwoord moeten bieden op transversale uitdagingen. Voorbeelden van deze concrete transversale uitdagingen zijn:

- Hoe deelprocessen identificeren in een proces of de waardeketen om zodoende op de juiste plaats, met de grootste impact, in te grijpen;
- Hoe afwegingen maken tussen verschillende oplossingen rekening houdend met de impact op klimaat, milieu, economie, e.d.;
- Hoe de impact van verschillende actoren opvolgen, om ze later te sturen op het niveau van processen, producten en sectoren.

5.1 Doel

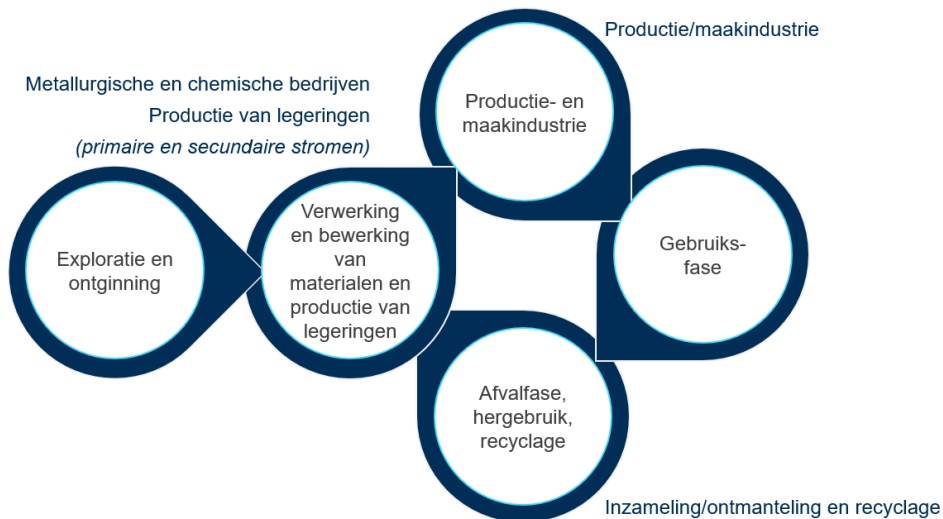
Een competitiever, efficiënter en veerkrachtig materialen-ecosysteem dat beter in staat is om uitdagingen als duurzaamheid en productiviteit aan te gaan, door de implementatie van:

1. nieuwe tools en modellen,
2. digitale technologieën, en
3. een regelgeving die in lijn is met de Europese en Vlaamse doestellingen.

5.2 Tools en modellen

Het veiligstellen van de toevoer aan strategische grondstoffen is inherent verbonden aan de geïntegreerde waardeketen van deze strategische metalen en materialen, waarbij in ieder onderdeel van deze waardeketen acties of verbeteringen kunnen uitgevoerd worden (Figuur 55). Het begrijpen, in kaart brengen, en monitoren van dergelijke waardeketens zijn belangrijke *enablers* om de

veerkracht ervan te verbeteren. Tevens, met de energietransitie in volle gang en het uitrollen van de nodige wetgeving die bedrijven aanzetten tot het verminderen van hun CO₂-uitstoot en implementeren van circulaire economie, is het essentieel om deze inspanning te kwantificeren. Dergelijke inzichten helpen de industrie bij het meten van de impact van doorgevoerde maatregelen, het prioriteren ervan, alsook aantonen en certificeren van de bereikte impact. Het is ook belangrijk te weten hoe onze samenleving omgaat met en overgaat tot circulariteit.



Figuur 5: Voorstelling van de verschillende onderdelen in een geïntegreerde waardeketen (uit ref. 1)

Methoden en modellen die **materiaalstromen in de waardeketen** in kaart brengen zijn, o.a. *material flow analysis*, *flowsheet* modellering, *stock-flow* modellen, *urban-industrial* symbiose. De huidige methodologieën en tools die zich toespitsen op de **duurzaamheid, circulariteit en meten van de impact** van de (kritieke) grondstoffenwaardeketens omvatten *life cycle assessment (LCA)*, *life cycle cost assessment (LCCA)*, multi-criteria analyses maar ook *social impact LCA*, het berekenen van een *circular economy indicator* of het gebruik van de UNFC-methode voor het evalueren van projecten. Op productniveau zijn **ecodesign** en methoden om de **levensduur** van materialen en producten te voorspellen, alsook **business- en verdienmodellen** belangrijk. Deze methoden en modellen zullen voortdurend moeten worden verbeterd om de innovatieve oplossingen, die worden ontwikkeld, effectief te integreren.

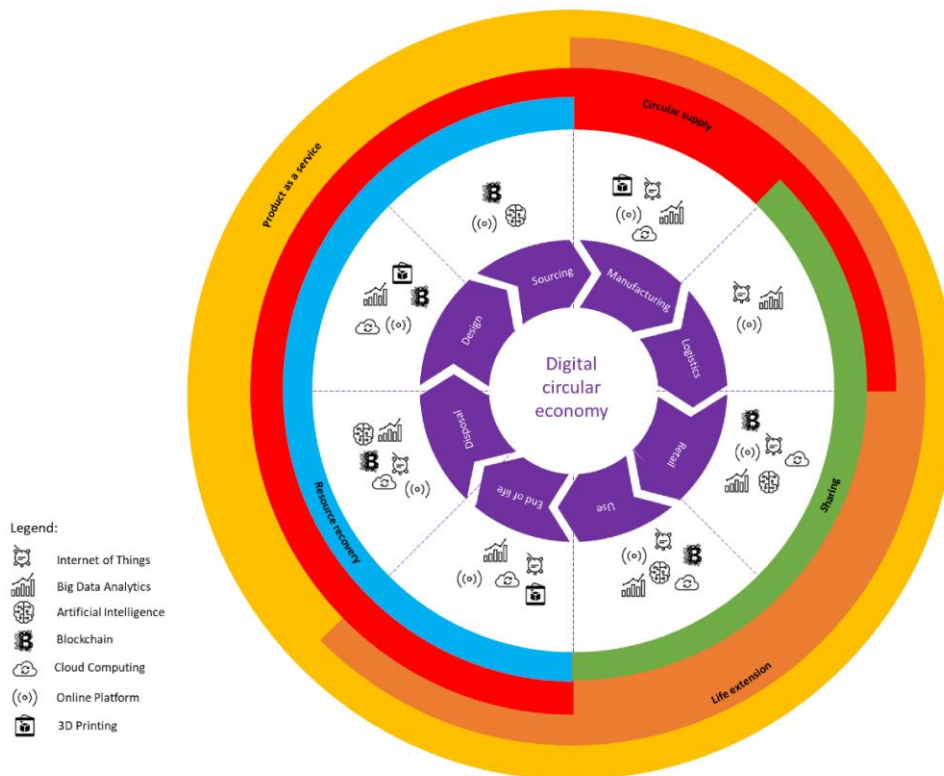
5.3 Digitalisering

“De digitalisering van de (kritieke) grondstoffensector over de volledige waardeketen is van vitaal belang om de ambitieuze [EU Green Deal] doelstellingen te bereiken en biedt slimme oplossingen die ons allen ten goede komen.”¹⁶

Centraal in de digitale transformatie staat het verzamelen en analyseren van enorme hoeveelheden data op verschillende schaalgroottes en tijdsbestekken in de volledige (kritieke) grondstoffen waardeketen en daaraan gerelateerde sectoren. De **beschikbaarheid en doorstroming van data**

¹⁶ EIT RawMaterials white paper “Digitalisation in the Raw Materials Sector”, 2020. https://eitrawmaterials.eu/wp-content/uploads/2020/03/2020-03-12_EIT-RawMaterials_Digitalisation-RM-Sector.pdf

binnen en tussen waardeketens is essentieel voor de realisatie van een circulaire economie¹⁷. Figuur toont digitale technologieën die de opschaling van individuele circulaire bedrijfsmodellen vergemakkelijken door ze te connecteren met de individuele onderdelen van de waardeketen. Bovendien bieden **gedigitaliseerde technologieën** zoals 3D-printen, *in-line* karakterisering, robotisering en slimme materialen innovatieve oplossingen voor technische problemen en nieuwe wegen naar een circulaire levensduur van producten vanaf de vroege ontwerpfase.



Note: Most of the time it is the combinatorial power of individual technologies that facilitates the scale-up of circular business models. It is not possible to single out / quantify the magnitude of their individual contribution.

Figuur 6: Digitale technologieën die opschaling van circulaire bedrijfsmodellen mogelijk maken (Ref 17)

De specifieke uitdagingen in digitalisering en automatisering in Vlaanderen die deze routekaart wil belichten zijn de ontwikkeling en toepassing van digitale product-/materiaalpaspoorten, introductie van *Internet of Things (IoT)*, ontwikkelen van AI-applicaties, verdere implementatie van Industry 5.0 en creatie van *digital twins* op het gebied van recyclage en CRM-productie.

5.4 Regelgeving

Regelgeving heeft als doel om het besliste mee te ondersteunen. Zoals hoger beschreven werd in de *twin transition* beslist om in te zetten op een klimaatneutraal Europa tegen 2050 en volop de kaart van digitalisering te trekken. In het kader van die transitie is er nood aan het ombouwen van een koolstof-gebaseerde industrie naar een koolstof-emissie vrije industrie (NZIA). Deze omslag is

¹⁷ E. Barteková, P. Börkey, Digitalisation for the transition to a resource efficient and circular economy. OECD Environment Working Papers No. 192, 2022. <https://www.oecd.org/publications/digitalisation-for-the-transition-to-a-resource-efficient-and-circular-economy-6f6d18e7-en.htm>

gekoppeld aan de inzet van hernieuwbare energie, waarvoor bepaalde grondstoffen nodig zijn. Daarnaast wil de EU ook inzetten op o.a. eigen microchips productie, die ook leidt tot een verhoogde vraag naar CRMs. Om toevoer van deze grondstoffen te garanderen, werd de CRMA uitgewerkt, met de hierboven beschreven targets.

Om de doelstellingen uit de CRMA en uit ander Europees beleid te ondersteunen, werd nog andere regelgeving uitgewerkt. Zo zijn er de:

- *Chips act (2023):*

De Europese *Chips act* zal het halfgeleiderecosysteem in de EU versterken, de veerkracht van toeleveringsketens waarborgen en externe afhankelijkheden verminderen. Het is een belangrijke stap voor de technologische soevereiniteit van de EU. En het zal ervoor zorgen dat Europa zijn digitale decennium-doelstelling haalt om zijn wereldwijde marktaandeel in halfgeleiders te verdubbelen tot 20%¹⁸.

- *Battery regulation (2023):*

Deze verordening zal de volledige levenscyclus van batterijen reguleren – van productie tot hergebruik en recycling – en ervoor zorgen dat ze veilig, duurzaam en concurrerend zijn. Batterijen zijn essentieel voor het decarbonisatie-proces en de EU-transitie naar emissievrij vervoer. Ook bevatten afgedankte batterijen veel kritieke stoffen die we kunnen hergebruiken in plaats van ze uit derde landen te halen. De nieuwe regels zullen het concurrentievermogen van de Europese industrie bevorderen en ervoor zorgen dat nieuwe batterijen duurzaam zijn en bijdragen aan de groene transitie¹⁹.

- *Waste shipment regulation (2023):*

Afval gebruiken als waardevolle hulpbron in plaats van het te dumpen is fundamenteel om over te stappen op een circulaire economie. Dit akkoord biedt ons het nodige kader om afval beter te recupereren en opnieuw te gebruiken als secundair materiaal. Ook helpt het ons te waarborgen dat het afval dat we uitvoeren niet schadelijk is voor het milieu en de gezondheid van de mens. Het akkoord zet ons goed op weg naar de nulverontreiniging en klimaatneutraliteit die de EU ambieert²⁰.

- *Circular economy action plan (2015):*

Heeft als doel om producten te verduurzamen, verkopers en publieke kopers daarin te ondersteunen, focussen op de sectoren met het hoogste potentieel: elektronische en elektrische apparaten, batterijen, voertuigen, e.d.; afval voorkomen, jobs creëren en wereldwijde impact te creëren.

De verschillende doelstellingen (naar ontginning, extractie, recyclage) die neergeschreven worden in de CRMA sturen mee de nood aan onderzoek en ontwikkelingen zoals ze hierboven zijn neergeschreven in de voorliggende MateriNex-routekaart.

5.5 Belangrijkste onderzoeksonderwerpen

¹⁸ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_nl

¹⁹ <https://www.consilium.europa.eu/nl/press/press-releases/2023/07/10/council-adopts-new-regulation-on-batteries-and-waste-batteries/>

²⁰ <https://www.consilium.europa.eu/nl/press/press-releases/2023/11/17/waste-shipments-council-and-parliament-reach-agreement-on-more-efficient-and-updated-rules/>

1. Evaluatietools en modellen voor beoordeling van duurzaamheid/circulariteit/milieueffecten, inclusief businessmodellen.
2. Monitoringstools voor het opvolgen van de efficiëntie van het materiaalgebruik over de waardeketen.
3. Digitale oplossingen voor materiaalopvolging (materiaalpaspoorten).

6. Complementariteit in het Vlaamse innovatielandschap voor strategische en kritieke grondstoffen

Verschillende Vlaamse bedrijven zijn actief op het vlak van onderzoek en ontwikkeling rond strategische en kritieke grondstoffen. Sommigen daarvan hebben deze routekaart al onderschreven met een intentieverklaring. Op academisch vlak zijn nagenoeg alle universiteiten en de SOC's inclusief VITO actief in meestal meerdere domeinen.

Niettegenstaande MateriNex focust op het hoog risico lange termijn onderzoek, zal ook de brug gemaakt worden naar hoger TRL (*Technology Readiness Level*) en productie. Afstemming inzake complementariteit (van het onderzoek) met andere subsidie-verstrekende organisatie zoals de speerpuntclusters en de SOC's (voor wat betreft hun ICON programma) zal een belangrijke plaats krijgen in de werking van MateriNex. Voor strategische en kritieke grondstoffen denken we in eerste instantie aan Flux 50, Catalisti en de Blauwe Cluster voor wat betreft de speerpuntclusters.

7. Disseminatie

Disseminatie zal een verplicht onderdeel vormen van elk project dat goedgekeurd wordt. Daarbij worden de regels van VLAIO gevolgd.

In eerste instantie zal in de *Common Interest Group* Strategische en Kritieke Grondstoffen aandacht gaan naar het delen van (publieke) onderzoeksresultaten. Op het vlak van 'next step' disseminatie of disseminatie over de waardeketen zal samengewerkt worden met speerpuntclusters en SOC's die complementaire routekaarten hebben.

Daarnaast zal voor brede disseminatie rond de thematische prioriteit het VLAIO-netwerk gebruikt worden en zal MateriNex ondersteuning bieden. In het bijzonder zal op dit vlak samengewerkt worden met de relevante collectieve onderzoekscentra.

8. Welke projecttypes en hoe een projectvoorstel indienen?

Met financiële steun van het departement [EWI](#) en in opdracht van EWI en VLAIO stelt **VITO** als **onafhankelijk strategisch onderzoekscentrum** een team ter beschikking om te faciliteren in het beheer van de geormerkte middelen van het Fonds voor Innoveren en Ondernemen om het materialenonderzoek in Vlaanderen te ondersteunen. Dat gebeurt onder de naam **MateriNex**.

Jaarlijks wordt door MateriNex een **oproep** gelanceerd met vermelding van de datum en modaliteiten van de **verplichte vooraanmelding** (voor SBO en ICON) alsook de modaliteiten en tijdslijn om een volledig projectvoorstel in te dienen. Alleen projectvoorstellen die een GO krijgen van een **onafhankelijke experten groep (samengesteld door het MateriNex team in overleg met VLAIO)**

mogen een volledig projectvoorstel uitwerken en bij VLAIO indienen. Deze GO heeft een geldigheidsduur van max 1 jaar. Voor ICON-projecten kan er gewerkt worden met een 'request for partners' gefaciliteerd door MateriNex. Haalbaarheidsstudies kunnen om het even wanneer ingediend worden en hebben een kortere doorlooptijd. **VLAIO staat in voor de beoordeling van de volledige projectvoorstellen voor cSBO, ICON en haalbaarheidsstudies.**

De **modaliteiten voor cSBO en ICON projecten** alsook haalbaarheidsstudies zijn vastgelegd in de respectieve handleidingen op de VLAIO-website. We vermelden in het bijzonder:

Een **cSBO-projectvoorstel** wordt ingediend door **minstens twee onderzoeksgroepen van minstens één Vlaams onderzoekscentrum** (volgens art. II.2 en II.3 van de Codex Hoger Onderwijs). Een Vlaams onderzoekscentrum wordt hierbij gedefinieerd als een in het Vlaams Gewest gevestigde organisatie voor onderzoek en kennisverspreiding (universiteit, hogeschool, (strategisch) onderzoekscentrum. **Imec, VITO, VIB, Flanders Make, VLIZ en de Vlaamse wetenschappelijke instellingen met een dotatie van de Vlaamse overheid**, kunnen enkel een cSBO-projectvoorstel indienen in samenwerking met minstens één ander Vlaams onderzoekscentrum. Een **Vlaamse hogeschool** dient altijd een cSBO-projectvoorstel in, in samenwerking met of minstens na advies van de universiteit binnen de associatie waarmee ze verbonden is. Vlaamse hogescholen kunnen enkel een projectvoorstel indienen in samenwerking met minstens één ander Vlaams onderzoekscentrum.

ICON (Interdisciplinair Coöperatief Onderzoek) is een projecttype waarin een ad hoc en evenwichtig samengesteld **consortium van één of meerdere onderzoekscentra en minstens drie niet-verbonden ondernemingen** nieuwe kennis ontwikkelen, die praktisch toegepast kan worden en zo bijdraagt tot economische en eventueel ruimere maatschappelijke toegevoegde waarde in Vlaanderen. Een ICON-project bestaat uit een bedrijfsdeel en een onderzoeksdeel. De Vlaamse industriële partners kunnen hierbij een beroep doen op steun van het Fonds voor Innoveren en Ondernemen.

Haalbaarheidsstudies zijn studies die zich bevinden aan het begin van een innovatietraject, waar de globale haalbaarheid en de relevantie van verdere investeringen in onderzoek, ontwikkeling en innovatie moet nagegaan worden. Aanvragers zijn **bedrijven** die beschikken over een rechtspersoonlijkheid (ten laatste bij het ondertekenen van de overeenkomst). Verder moet het aanvragende bedrijf in staat zijn de resultaten in voldoende mate (doch niet uitsluitend) in Vlaanderen te exploiteren. Voor de uitvoering van het project kan ook worden **samengewerkt met andere bedrijven en met onderzoeksinstituten als onderaannemers.**