



Eindrapport – Update contextanalyse en roadmapstudie

Naar een koolstofcirculaire, CO₂-arme en competitieve Vlaamse basisindustrie

30 juni 2025

Inhoudsopgave

1. Inleiding	3
2. Samenvatting	4
3. Analyse van de huidige situatie en maatschappelijke ontwikkelingen in de Vlaamse basisindustrie	9
4. Aangepaste roadmap voor een klimaattransitie met aandacht voor een competitieve economie	80
5. Beleidsaanbevelingen voor de industriële transitie naar een koolstofcirculaire en CO ₂ -arme basisindustrie in Vlaanderen	94
6. Bijlagen	117

1. Inleiding

“Hoe kan de Vlaamse energie-intensieve industrie de transitie naar een CO₂-arme en koolstofcirculaire industrie maken?” In 2020 werd op die vraag een antwoord geformuleerd in de vorm van een uitgebreide roadmapstudie en contextanalyse met daarin verschillende mogelijke transitiepaden voor de Vlaamse energie-intensieve industrie. Hierbij werd ook vooropgesteld om de competitiviteit van de industrie te vrijwaren. De indicatieve routekaart beveelt aan om tegen 2050 in te zetten op vier thematische transitiepaden, namelijk:

1. Het gebruik van biomassa als energie en grondstof
2. Circulariteit, met voornamelijk hergebruik van kunststof
3. Elektrificatie en verhoogd gebruik van waterstof (H₂)
4. Het afvangen, opslaan en hergebruiken van CO₂ (CCS en CCU)

Op basis van deze inzichten werd later het programma Klimaatsprong opgestart en decretaal verankerd met als doel om de transitie van de energie-intensieve industrie in Vlaanderen te begeleiden. Hierbij werd een eerste programmanota opgemaakt en goedgekeurd door de Vlaamse Regering in juni 2023, die loopt tot eind 2025. Volgens het decreet, dient elke vijf jaar een nieuwe programmanota opgesteld te worden, waarbij de vorige nota geëvalueerd wordt en een aanpak voor de volgende vijf jaar wordt voorgesteld. Ter voorbereiding van de nieuwe programmanota 2026-2030, is deze studie opgestart met als doel om voldoende inzichten aan te leveren over de huidige situatie, maatschappelijke ontwikkelingen, trends en risico's op het vlak van de industriële energie- en klimaattransitie, via het updaten van de vorige roadmapstudie en contextanalyse.

Het huidige rapport is bijgevolg een kritische analyse van de ontwikkelingen die zich afgespeeld hebben sinds de vorige roadmapstudie en contextanalyse. Het analyseert de huidige situatie en maatschappelijke ontwikkelingen binnen de sectoren staal, raffinage en (petro)chemie, in deze studie “basisindustrie” genoemd. Eerst wordt een analyse gemaakt van de wijzigingen in de beleidscontext op Europees, federaal en Vlaams niveau in de periode 2019-2024. Vervolgens wordt de evolutie van de activiteit in de Vlaamse basisindustrie in kaart gebracht op vlak van broeikasgasemissies, energieverbruik en socio-economische parameters (productie, tewerkstelling, investeringen, import en export). Daarna volgt een competitiviteitsanalyse waarbij België wordt vergeleken ten opzichte van Europa, de Verenigde Staten en China. Ten slotte worden de technologische opties, opgenomen in de contextanalyse en roadmap van 2020¹, geëvalueerd. Hierbij is zowel gekeken naar de evolutie in de maturiteit van de verschillende technologische opties als naar het belang van de verschillende transitiepaden.

Op basis van deze evaluaties is een aangepaste roadmap voor de klimaattransitie opgesteld, waarbij de nadruk opnieuw ligt op het behoud van een competitieve economie. Het einddoel blijft ongewijzigd, nl. om tegen 2050 een koolstofcirculaire en CO₂-arme basisindustrie te realiseren. Finaal zijn alle inzichten gebruikt om een breed overzicht aan beleidsaanbevelingen te formuleren die meegenomen kunnen worden bij het uitwerken van de nieuwe programmanota binnen Klimaatsprong.

¹ [Naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme Vlaamse basisindustrie](#)

2. Samenvatting

Sinds de vorige roadmapstudie voegde Europa daad bij het woord en werden de klimaatdoelstellingen van Parijs verankerd in de EU Climate Law, met als doel de emissies tegen 2030 met 55% te verlagen en klimaatneutraliteit te bereiken tegen 2050. Onder impuls van de EU Green Deal en het “Fit-for-55”-pakken werd ook de gehele beleidscontext voor de transitie sterk gewijzigd met de intrede van talrijke beleidsinstrument, zoals het EU Emissions Trading System (EU ETS), het Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), de Renewable Energy Directive (RED), de Energy Efficiency Directive (EED) en de Industrial Emissions Directive (IED). Deze initiatieven beogen de transitie naar 'low carbon' productieprocessen te faciliteren door een CO₂-prijs op te leggen, sectorale doelstellingen te verscherpen en vergunningscriteria te verstrengen. CBAM tracht voor geïmporteerde producten een gelijk speelveld te creëren ten opzichte van producenten buiten de EU door gelijkaardige CO₂-prijzen aan te rekenen, maar beschermt niet voldoende voor afgeleide producten, noch voor de competitiviteit van exportproducten.

De Europese ambitie om tegen 2050 klimaatneutraal te worden, vraagt enorme inspanningen van de basisindustrie. Terzelfdertijd wordt de Europese basisindustrie geconfronteerd met een daling in competitiviteit op de wereldmarkt, wat zorgt voor dalende productievolumes en een bijbehorende afname in broeikasgasemissies en energieverbruik. In het midden van verschillende crisissen, de COVID-19 pandemie, de oorlog in Oekraïne en hoge energieprijzen was de basisindustrie vooralsnog in staat om hun positie als sleutelsectoren voor onze Vlaamse economie te behouden. Sinds de vorige roadmapstudie hebben de sectoren staal, raffinage en (petro)chemie niet aan belang verloren en vertegenwoordigen ze nog steeds een significant aandeel in de industriële productie, investeringen, werkgelegenheid en export.

Ten opzichte van 2019, staat de competitiviteit van de Vlaamse basisindustrie, net als in de rest van Europa, onder hogere druk in vergelijking met de Verenigde Staten en China, door onder meer de veel hogere kosten voor elektriciteit (x2) en aardgas (x4) en de hoge kosten vanwege regelgeving en milieubescherming (o.a. ETS CO₂ kosten en de hogere administratieve lasten). Daarnaast is er door de sterke uitbouw in productiecapaciteit in, onder meer, China een overcapaciteit ontstaan dat samen met een stabiliserende marktvraag de prijzen onder druk zet. Gecombineerd met de verschillende handelsconflicten (zoals “Liberation Day” in de VS), zoeken producenten van andere continenten steeds meer de Europese afzetmarkt op.

Om deze uitdagingen het hoofd te bieden, werd op Europees niveau de Clean Industrial Deal aangekondigd, gericht op het combineren van maatregelen voor het behalen van klimaatneutraliteit tegen 2050 en het versterken van het concurrentievermogen en economische veerkracht. Ook de Vlaamse Regering benadrukt de nood voor een sterke en duurzame industrie als motor voor de hele economie en komt met een geïntegreerd actieplan voor de Vlaamse industrie. Desondanks de verschillende uitdagingen wordt duidelijk niet ingeboet aan ambitie. De transitie naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme industrie wordt gezien als essentieel om deze trends te keren en de industrie toekomstbestendig te maken.

Desondanks de sterk gewijzigde context, zijn bedrijven in de Vlaamse basisindustrie blijven innoveren en investeren. De evaluatie van de technologische opties en voorgestelde transitiepaden, uit de 2020 contextanalyse en roadmapstudie, benadrukt opnieuw het belang van de verschillende transitiepaden, nl. elektrificatie, CCUS, waterstof, biomassa en circulaire processen om de klimaattransitie van de Vlaamse basisindustrie te realiseren.

De belangstelling in elektrificatie is sinds de vorige roadmapstudie licht gestegen. Er zijn meer mogelijkheden voor grootschalige warmtepompen, e-stoom netwerken en warmteopslag. De technologie voor elektrisch kraken van nafta heeft ook grote stappen gezet en wordt verwacht tegen 2035 op grote schaal beschikbaar te zijn. Afhankelijk van de prijscompetitiviteit t.o.v. koolstofopvang (t.g.v. elektriciteitsprijs, efficiëntie, prijs voor CO₂ opvang, enz.), zal deze technologie ook in Vlaanderen beschikbaar worden. Algemeen blijven de hoge kosten van elektriciteit en de noodzaak voor CO₂-vrije stroom belangrijke barrières. Bijkomende investeringen in elektrificatie zullen ook inspanningen vragen voor het vermijden van congestieproblematieken.

De afvang, opslag en gebruik van CO₂ blijft een cruciale technologie, vooral bij processen met hoge CO₂-concentraties. De geplande investeringen in CCS-projecten zoals Kairos@C, H2BE en ZESTA zijn essentieel voor de emissiereducties tegen 2030-2035. Na 2030-2035 kan de toepassing van CCS verder groeien, afhankelijk van de kostprijs en beschikbaarheid van infrastructuur. Blauwe waterstof, geproduceerd via SMR of ATR met CCS, zal op korte termijn de norm zijn in Vlaanderen.

Groene waterstofproductie via elektrolyse blijft beperkt door hoge kosten en beperkte beschikbaarheid van koolstofvrije stroom. De import van waterstofdragers zoals methanol en ammoniak biedt potentieel, maar er blijft onzekerheid over de schaal en type van waterstof-import. De groei en uiteindelijke omvang van deze toepassing zal ook voor waterstof afhankelijk zijn van de beschikbare infrastructuur.

Aanvullend op mechanische recyclage, biedt chemische recyclage van kunststoffen, zoals pyrolyse of solvolysen, potentieel voor emissiereducties door de aanwezige koolstof langer in de keten te houden. De beschikbaarheid van voldoende kwaliteitsvol kunststofafval en de hogere kosten van gerecycleerde kunststoffen blijven echter uitdagingen. Investeringsin de upstream waardeketen en logistiek zijn noodzakelijk om chemische recyclage op grote schaal te realiseren. Gezien de beperkte hoeveelheden beschikbaar kunststofafval binnen Vlaanderen zal ook ingezet moeten worden op de ontwikkeling van de internationale logistieke keten.

In lijn met de 2020 contextanalyse blijft het gebruik van biomassa als energie en grondstof onzeker. Biomassa kan ingezet worden voor de productie van high value chemicals en biobrandstoffen, maar de schaal van toepassing blijft beperkt en de beschikbaarheid van duurzame biomassa is onduidelijk. Een grondige studie naar het potentieel van biomassa in Vlaanderen is noodzakelijk.

Hoewel er technologische vooruitgang is geboekt, blijven er uitdagingen bij de opschaling van innovatieve technologieën. Verschillende investeringsbeslissingen werden uitgesteld omwille van gestegen investeringskosten door inflatie en onzekerheid over opbrengsten. Ook de huidige infrastructuur is onvoldoende voorbereid op de verwachte toename in vraag naar elektriciteit en andere energiedragers. De komende vijf jaar zijn cruciaal voor het nemen van investeringsbeslissingen en het implementeren van de noodzakelijke infrastructuur om de lange-termijn doelstellingen te behalen. De roadmap stelt voor om tegen 2030 significante investeringen te doen in CCS, elektrificatie van warmte, en de ontwikkeling van een circulaire waardeketen voor kunststoffen.

Om deze uitdagingen aan te pakken en de transitie naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme basisindustrie te versnellen, werden talrijke beleidsaanbevelingen geformuleerd. Deze beleidsaanbevelingen zijn gericht op het ondersteunen van de industriële transitie en het versterken van de concurrentiekracht van de Vlaamse basisindustrie. In de cluster “beleidsaansturing en regelgeving” wordt het belang van samenwerking en coördinatie uitgelicht. Hierbij worden ook voorstellen geformuleerd om proactief de belangen van de basisindustrie te behartigen op het Europees niveau. De cluster “financiering van de transitie” bespreekt mogelijkheden om bestaande financieringsinstrumenten te optimaliseren en verkent alternatieve mechanismen om investeringen in decarbonisatieprojecten te faciliteren. In de cluster “infrastructuur en energie” worden acties geformuleerd in functie van een geïntegreerde visie en aanpak voor collectieve infrastructuurbehoeften, het wegwerken van barrières en betaalbare energie. Ten slotte wordt in de cluster “innovatie en talent” ingezet op het versnellen onderzoek en ontwikkeling van sleuteltechnologieën en het belang van talent en werknemers onderschreven.

De beleidsaanbevelingen bieden een kader voor het realiseren van een koolstofcirculaire en CO₂-arme industrie tegen 2050, waarbij het concurrentievermogen behouden blijft. Binnen de context van Klimaatsprong, is het echter niet mogelijk om al deze acties uit te voeren. Met het oog op de ontwikkeling van een nieuwe programmanota werden een selectie van beleidsaanbevelingen verder geconcretiseerd. Deze selectie vertrekt van acties die reeds werden toegewezen aan Klimaatsprong in het Vlaams Regeerakkoord, aangevuld met acties waarvoor Klimaatsprong een cruciale bijdrage kan leveren binnen de contouren van haar opdracht.

De transitie naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme basisindustrie in Vlaanderen is haalbaar, maar vereist significante investeringen in technologie, infrastructuur en beleid. De voorgestelde roadmap en beleidsaanbevelingen bieden een duidelijke richting voor de komende jaren, met een focus op het behouden en versterken van de concurrentiekracht van de Vlaamse basisindustrie. Door proactief in te zetten op innovatie, samenwerking en ondersteuning, kan Vlaanderen een leidende rol spelen in de industriële klimaattransitie.

2.1. Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
ATR	Autothermal Reformer
BBP	Bruto Binnenlands Product
BBT	Beste Beschikbare Technieken
BE	België
BF-BOF	Blast Furnace-Basic Oxygen Furnace
BIK	Federal Fund for Industry and Climate Action (Germany)
BKG	Broeikasgassen
BREF	Beste beschikbare technieken referentie documenten
CAPEX	Capital Expenditure
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilization
CEEAG	Climate, Energy and Environmental Aid Guidelines
CEF	Connecting Europe Facility
CfD	Contracts for Difference
CH	China
COP	Conference of the Parties
CREG	Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas
CSDDD	Corporate Sustainability Due Diligence Directive
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
DRI	Direct Reduced Iron
EAF	Electric Arc Furnace
EBO	Energiebeleidsvereenkomsten
EC	Europese Commissie
EED	Energy Efficiency Directive
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
E-PRTR	European Pollutant Release and Transfer Register
ERA-netten	European Research Area Network
ESI	Early Stage Innovation
ESR	Effort Sharing Regulation
ETS	Emission Trading System
EU	Europe
FEED	Front-End Engineering Design
FID	Final Investment Decision

FIT	Flanders Investment & Trade
FOAK	First Of A Kind
GBER	General Block Exemption Regulation
HVC	High Value Chemicals
IEA	International Energy Agency
IED	Industrial Emissions Directive
IMJV	Integraal Milieujaarverslag
INCITE	Innovation Centre for Industrial Transformation and Emissions
IPCEI	Important Projects of Common European Interest
IRR	Internal Rate of Return
JRC	Joint Research Centre
LPG	Liquefied Petroleum Gas
LPI	Logistic Performance Index
LSI	Later Stage Innovation
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
MIEK	Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat (Nederland)
MTA	Methanol To Aromatics
MTO	Methanol To Olefins
NACE	Statistical Classification of Economic Activities in the European Community
NBB	Nationale Bank van België
NECP	National Energy and Climate Plans
NIKI	Nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie (Nederland)
O&O	Onderzoek en Ontwikkeling
OPEX	Operational Expenditure
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
P2C	Plastics to Chemicals
PDH	Propane Dehydrogenation
PISA	Programme for International Student Assessment
PPA	Power Purchase Agreement
PPWR	Packaging and Packaging Waste Regulation
PRODCOM	Industrial production statistics
PS	Polystyrene
RED	Renewable Energy Directive
RFNBO	Renewable fuels of non-biological origin
SAF	Sustainable Aviation Fuels
SERV	Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen
SMR	Steam Methane Reforming

STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
TRL	Technology Readiness Level
VDAB	Vlaamse Dienst voor Arbeidsbemiddeling en Beroepsopleiding
VEKP	Vlaams Energie- en Klimaatplan
VEKA	Vlaams Energie- en Klimaatagentschap
VLAIO	Vlaams Agentschap Innoveren en Ondernemen
VS	Verenigde Staten
WEWIS	Departement Werk, Economie, Wetenschap, Innovatie en Sociale Economie

3. Analyse van de huidige situatie en maatschappelijke ontwikkelingen in de Vlaamse basisindustrie

Dit hoofdstuk bevat een samenvattende beschrijving van de belangrijkste ontwikkelingen voor de drie sectoren in scope van deze opdracht, namelijk de sectoren (petro)chemie (NACE 20), raffinage (NACE 19) en staal (NACE 24). Hierna wordt ook verwezen naar deze 3 sectoren als “Vlaamse basisindustrie” of “basisindustrie in Vlaanderen”.

Eerst wordt de beleidscontext op Europees, federaal en Vlaams niveau beschreven. We kijken terug op de belangrijkste verwezenlijkingen van de Europese strategische agenda 2019-2024. Vervolgens wordt vooruitgekeken naar de Europese strategische agenda van 2024-2029, het federaal regeerakkoord en de beleidsnota's van de Vlaamse regering die van toepassing zijn op de Vlaamse basisindustrie.

Vervolgens voorziet dit hoofdstuk een overzicht van de evolutie in broeikasgasemissies (“BKG-emissies”), het energieverbruik en socio-economische parameters (productie, tewerkstelling, investeringen, import en export) van de Vlaamse basisindustrie. Daarna onderzoekt dit hoofdstuk de competitiviteit van België ten opzichte van Europa, de Verenigde Staten en China en wat hiervan de onderliggende factoren zijn.

Ten slotte worden de technologische opties, opgenomen in de contextanalyse en roadmap van 2020², geëvalueerd als input voor het herzien van de roadmap in hoofdstuk 3.

3.1. Huidige beleidscontext op Europees, federaal en Vlaams niveau in functie van de klimaattransitie in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage

De beleidscontext inzake de transformatie naar klimaatneutraliteit is sterk gewijzigd sinds de publicatie van de vorige contextanalyse en roadmapstudie in 2020. Gezien de complexiteit en de omvang van het beleidslandschap werd gekozen om de toelichting in dit hoofdstuk te beperken tot beleidsinitiatieven op Europees, federaal en Vlaams niveau met een thematische focus op emissies en energie en een directe impact op de klimaattransitie in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal.

Eerst is de strategische agenda 2019 – 2024 van de Europese Commissie (“Commissie”) toegelicht als startpunt van de algemene klimaatdoelstellingen. Daarna is een toelichting voorzien van de meest impactvolle beleidsinitiatieven, voor de energie-intensieve industrie, die zijn ingevoerd sinds de vorige roadmapstudie, waaronder het EU Emissions Trading System (“EU ETS”), de Carbon Border Adjustment Mechanism (“CBAM”), de Renewable Energy Directive (“RED”), de Energy Efficiency Directive (“EED”) en de Industrial Emissions Directive (“IED”). Elke beleidsinitiatief wordt breed toegelicht met duiding van de implicaties voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage. Indien van toepassing is er aangegeven hoe de initiatieven zijn vertaald op federaal en Vlaams niveau.

In een derde luik kijken we vooruit op basis van de aangekondigde Europese strategische agenda van 2024-2029 incl. “Competitiveness Compass”, het federaal regeerakkoord en de beleidsnota's van de Vlaamse regering. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een overzicht van de relevantste financieringsinstrumenten voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage.

3.1.1. Europese strategische agenda 2019-2024

Een belangrijke evolutie onder de Europese strategische agenda van 2019-2024 is de verankering van de klimaatdoelstellingen van Parijs in de “EU Climate Law” (“klimaatwet”)³. Daaronder heeft Europa als doelstelling om tegen 2030 zijn emissies met 55% te verlagen in vergelijking met emissies in 1990 en klimaatneutraliteit te behalen tegen 2050.

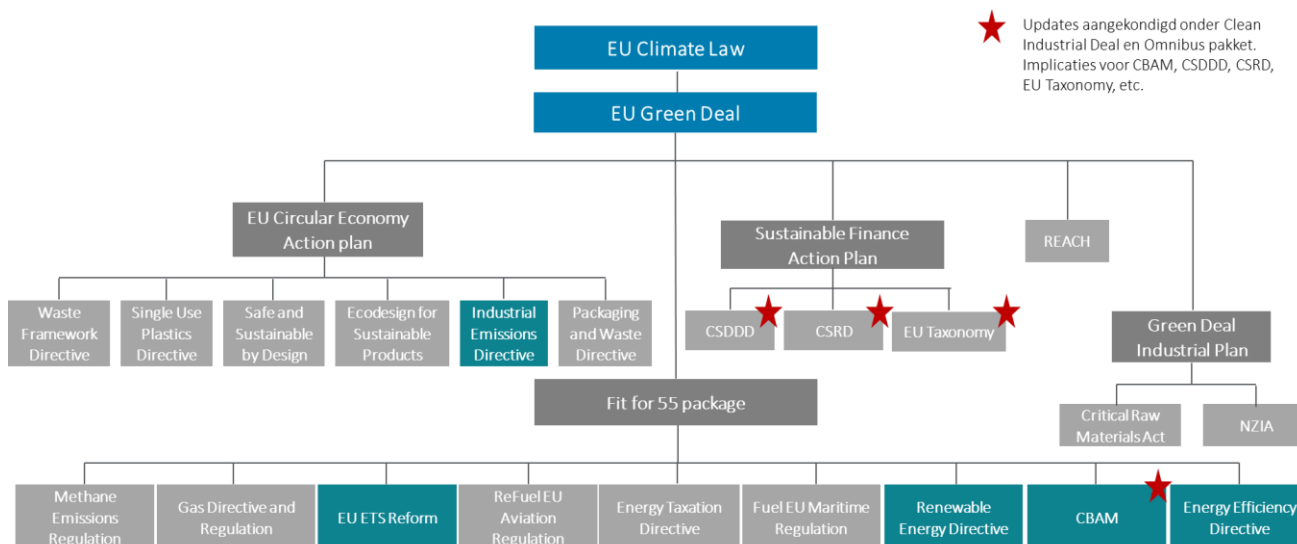
² [Naar een koolstopcirculaire en CO2-arme Vlaamse basisindustrie](#)

³ [European Climate Law - European Commission](#)

Dit werd opgevolgd met de uitrol van een breed scala aan initiatieven onder de “EU Green Deal” om de uitstoot van broeikasgassen drastisch te verminderen en de economie van Europa duurzaam en innovatief te maken. Er is een doelstelling naar voor geschoven om de emissies met 90% te laten dalen tegen 2040 maar dit is nog niet bevestigd.

Onder de klimaatwet werden lidstaten verplicht “National Energy and Climate Plans” (“NECP’s”) te implementeren in lijn met de Europese doelstellingen en bijgevolg ook de klimaatdoelstelling van Parijs. Deze NECP’s vormen de basis voor de transitie naar een duurzaam, zeker en betaalbaar energiesysteem.

Een overzicht van de grote werkpakketen onder de EU Green Deal zijn hieronder opgenomen in Figuur 1. De meest impactvolle initiatieven in de context van deze studie zijn in het blauw aangeduid.



Figuur 1: Overzicht van beleidsinitiatieven op Europees niveau

Vertaling op federaal en Vlaams niveau

In België wordt invulling gegeven aan het NECP zowel door de federale overheid als door de verschillende regionale overheden. Het NECP werd opgemaakt voor de periode 2021-2030 en is herzien in november 2023. Deze langetermijnstrategie vloeit voort uit de Europese strategische visie en is gealigneerd met de doelstellingen die op Europees niveau zijn uiteengezet. Als onderdeel van het NECP voor België, heeft de Vlaamse overheid ook een eigen plan als onderdeel van de Vlaamse Klimaatstrategie 2050⁴, namelijk het Vlaams Energie- en Klimaatplan (“VEKP”)⁵. De Vlaamse klimaatstrategie 2050 werd op 20 december 2019 goedgekeurd en is aan de Europese Commissie doorgegeven als onderdeel van de Belgische strategie. Het eerste Vlaams Energie- en Klimaatplan werd opgemaakt in 2019 en een aangepast ontwerp werd goedgekeurd door de Vlaamse Regering op 12 mei 2023. De definitieve actualisatie van het VEKP dient nog goedgekeurd en ingediend te worden bij de Europese Commissie.

Dit plan verscherpt de inspanningen in de ESR-sectoren: transport, gebouwen, landbouw, (lichte) industrie en afval. Vlaanderen stelt zichzelf verschillende doelstellingen in verband met broeikasgasreducties in de ESR-sectoren en de LULUCF-sector, alsook op vlak van energiebesparing en opwekken van hernieuwbare energie. Voor België is een reductiedoelstelling van -47% in 2030 (t.o.v. 2005) vastgesteld. De sectoren (petro)chemie, raffinage en staal dragen ook bij aan het plan, maar vallen voornamelijk onder de Europese doelstellingen volgens het EU ETS.

⁴ [Vlaamse klimaatstrategie 2050 | Vlaanderen.be](https://vlaanderen.be/vlaamse-klimaatstrategie-2050)

⁵ [Vlaams Energie- en Klimaatplan \(VEKP\) 2021-2030 | Vlaanderen.be](https://vlaanderen.be/vlaams-energie-en-klimaatplan-vekp-2021-2030)

3.1.2. Meeste impactvolle nieuwe EU-beleidsinitiatieven in periode 2019-2024

In het verlengde van de Europese strategische agenda van 2019-2024 en de EU Green Deal werden belangrijke wetsvoorstellen ingediend die directe implicaties hebben voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage. Deze voorstellen werden gegroepeerd onder verschillende actieplannen. Het pakket dat de meest impactvolle initiatieven bevat voor de (petro)chemie, raffinage en staal is het "Fit for 55"-pakket. De uitvoering van dit pakket wordt gezien als één van de grootste verwezenlijkingen uit "Von der Leyen I".

Het "Fit for 55"-pakket voorziet maatregelen om de 55% emissiereductiedoelstelling ten aanzien van 1990 op een eerlijke, kosteneffectieve en concurrerende manier te bereiken. We bespreken hieronder de meest relevante initiatieven voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage, specifiek EU Emissions Trading System, Carbon Border Adjustment Mechanism, Renewable Energy Directive, Energy Efficiency Directive en Industrial Emissions Directive. De link naar de implementatie op federaal en Vlaams niveau is ook voorzien.

Zoals eerder vermeld gaat de Europese beleidscontext echter veel breder. De Commissie lanceerde in dezelfde periode ook actieplannen voor duurzame financiering en circulaire economie. De uitrol van het actieplan duurzame financiering heeft geleid tot verhoogde rapporteringsverplichtingen inzake duurzaamheid met initiatieven als EU Taxonomy, Corporate Sustainability Reporting Directive ("CSRD") en Corporate Sustainability Due Dilligence Directive ("CSDDD").

Onder het actieplan voor circulaire economie werd ingezet op duurzamere producten als de norm en het ondersteunen van aankoopbeslissingen via initiatieven als Sustainable Products Regulation, Ecodesign Directive en Green claims Directive. Daarnaast werd ingezet op efficiënt materiaalgebruik en afvalbeheer, en het vermijden van vervuiling met initiatieven als Packaging & Packaging Waste Regulation, Battery Regulation, Industrial Emissions Portal Regulation, Waste Shipment Regulation, etc.

Deze initiatieven beogen, onder meer, de klimaattransitie te versnellen en te ondersteunen. Hun impact is belangrijk, maar eerder indirect voor de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal. In deze studie is gekozen om geen gedetailleerde bespreking te voorzien van deze initiatieven, om te focussen op de meest impactvolle EU-beleidsinitiatieven. In het hoofdstuk beleidsaanbevelingen worden deze initiatieven wel meegenomen wanneer dit relevant is voor de toelichting of het definiëren van de randvoorwaarden (e.g. marktstimulatie door verplichtingen rond de aankoop van circulaire producten).

EU Emissions Trading System⁶

Het EU Emissions Trading System ("EU ETS") werd in 2005 gelanceerd als 's werelds eerste koolstofmarkt en is nog steeds één van de grootste ter wereld. Het doel van het systeem is om de totale Europese uitstoot van broeikasgasemissies te verminderen en tegelijkertijd de groene transitie te financieren door vervuilers te laten betalen voor hun broeikasgasemissies. Het EU ETS 1 heeft betrekking op emissies van de elektriciteits- en warmteopwekking, industriële productie, luchtvaart, en sinds de hervorming in het kader van het "Fit for 55"-pakket in 2023, ook maritiem transport.

Bij de hervorming in 2023 werd ook de ambitie verhoogd met als doel om de uitstoot tegen 2030 met 62% te verminderen, t.o.v. 2005. De kosteloze toewijzingen ("Free Allocations") voor bedrijven zullen verder afnemen en hangen nu ook af van productievolumes. De EU ETS 1 inkomsten dienen aangewend te worden om de energietransitie te ondersteunen. Deze investeringen helpen de emissies en daarmee de koolstofkosten voor bedrijven te verlagen. Een ander deel van de inkomsten uit het EU ETS 1 wordt aangewend ter ondersteuning van koolstofarme innovatie en de energietransitie van Europa via het Innovation Fund en het Modernisation Fund.

Het totale volume broeikasgassen dat door installaties en operatoren in het EU ETS 1 mag worden uitgestoten, is beperkt door een plafond. Dit plafond komt overeen met het aantal emissierechten dat over een bepaalde periode wordt uitgegeven. Elk emissierecht geeft het recht om één ton CO₂-eq uit te stoten. Het plafond wordt jaarlijks verlaagd in lijn met de klimaatdoelstellingen van Europa, met een jaarlijkse reductiefactor die het tempo van de reductie bepaalt. Tot 2020 was de reductiefactor 1,74% per jaar. Vanaf 2021 is deze verhoogd naar 2,2% per jaar. Na de herziening van de EU ETS-richtlijn in 2023, is de reductiefactor verhoogd naar 4,3% per jaar voor 2024-2027 en naar 4,4% per jaar vanaf 2028. Er zijn ook twee geplande reducties (herijkingen) van het plafond voor 2030: namelijk 90 miljoen emissierechten in 2024 en 27 miljoen emissierechten in 2026.

⁶ [About the EU ETS - European Commission](#)

Vele energie-intensieve bedrijven zijn gebonden aan de EU ETS-richtlijn. Naast een rapporteringsverplichting worden zij ook geduwd naar lagere emissies door een steeds hoger wordende CO₂-prijs. Op federaal en Vlaams niveau is de omzetting van de herziening van het EU ETS 1 afgerond.

Carbon Border Adjustment Mechanism⁷

Het Carbon Border Adjustment Mechanism (“CBAM”) is een aanvulling op het Europese systeem voor emissiehandel (“EU ETS”) met als ambitie om gelijkwaardige regels toe te passen op de invoer van koolstof intensieve goederen in het douanegebied van de Unie. Het toepassingsgebied is voorlopig beperkt tot cement, elektriciteit, meststoffen, waterstof, aluminium, staal en ijzer.

Tijdens de overgangsfase tussen 2023 en 2025 geldt er enkel een rapporteringsverplichting van de ingebedde emissies, de definitieve implementatie van CBAM gaat in vanaf 2026. EU-importeurs dienen zich te registreren bij de nationale autoriteiten en CBAM-certificaten op te kopen op basis van de wekelijkse gemiddelde veilingprijs van de EU ETS-emissierechten. Ze dienen de ingebedde emissies aan te geven van de geïmporteerde producten en de bijbehorende certificaten jaarlijks in te leveren. Als er tijdens de productie in het land van oorsprong reeds een koolstofprijs is betaald, kunnen importeurs het overeenkomstige bedrag aftrekken.

Tussen 2026 en 2030 is het doel om CBAM uit te breiden naar extra geïmporteerde goederen die ook door de EU ETS-sectoren geproduceerd worden. De inwerkingtreding van CBAM gaat gepaard met geleidelijke afbouw van de gratis emissierechten in het EU ETS 1 systeem. CBAM zal deze “free emissions allowances” volledig vervangen in CBAM-sectoren richting 2034. Onder de Clean Industrial Deal wordt voorgesteld om de EU CBAM te vereenvoudigen (zie sectie 3.1.3).

Alhoewel CBAM helpt om gelijkwaardige regels op te leggen op importproducten, is het nog geen volledige maatregel om de competitiviteit van EU-producenten te verhogen (zie ook sectie 3.3.2). CBAM zet namelijk enkel in op import, maar helpt niet om Europese producten competitiever te maken op de wereldmarkt. Daarenboven bestaat er een risico op zogenaamde achterpoortjes door ‘resource shuffling’ of import van half afgewerkte en afgewerkte producten. Bovendien is CBAM ook nog niet van toepassing op alle sectoren in de scope van deze studie, onder andere de chemie.

Renewable Energy Directive⁸

De Renewable Energy Directive (“RED”) bestaat al enige tijd, maar heeft verschillende herzieningen gekend. In de meest recent herziene RED III is een algemeen streefcijfer voor het gebruik van hernieuwbare energie vastgesteld van ten minste 42,5% dat op Europees niveau bindend is voor 2030. Dit is een stijging van 10% in vergelijking met RED II. Informeel wordt gestreefd naar 45%. Naast het doel om het gebruik van hernieuwbare energie te verhogen heeft RED III ook als doel om ontwikkelingen in low-carbon technologieën te verhogen. Om dit doel te bereiken, heeft de Commissie een reeks aanbevelingen gepubliceerd. Om landen te helpen de verschillende elementen van de herziene richtlijn in nationale wetgeving om te zetten, publiceerde de Commissie richtsnoeren voor EU-landen. Ze hebben betrekking op de volgende energithema's: verwarming en koeling, integratie van het energiesysteem en “renewable fuels of non-biological origin” (“RFNBO's”).

Alle lidstaten dienen ook bij te dragen tot de verwezenlijking van ambitieuzere sectorspecifieke doelstellingen, onder meer ook op het gebied industrie. In verband met verwarming en koeling moeten industrieën een gemiddelde jaarlijkse stijging in hernieuwbare energie van 1,6% bereiken tussen 2021-2025 en 2026-2030 in vergelijking met 2020⁹. Bovendien moet in de industrie, tegen 2030, 42% van de gebruikte waterstof en waterstofderivaten afkomstig zijn van RFNBO's en 60% tegen 2035. Op het vlak van RFNBO's is er ook een minimumvereiste van 1% van de energiemix dat in 2030 aan de transportsector wordt geleverd. Voor de maritieme sector bedraagt deze doelstelling minimum 1,2% tegen 2030.

De implementatie van RED III is een onderdeel van de beleidsnota's Energie en Klimaat, Omgeving en Economie, Wetenschap, Innovatie en Industrie, alsook van het federaal regeerakkoord. Hierbij is de ambitie om de omzetting van RED III te realiseren, maar met vraag aan EU om meer dan enkel groene waterstof en waterstofderivaten toe te laten in RFNBO-doelstelling. Hierbij dient via VLAIO een actieplan te voorzien om invulling te geven aan de bepalingen met betrekking tot de integratie van hernieuwbare energie in de industrie (incl. de RFNBO-doelstelling).

⁷ [Carbon Border Adjustment Mechanism - European Commission](#)

⁸ [Renewable Energy Directive](#)

⁹ [Guidance document on heating and cooling accounting in Articles 15a, 22a, 23 and 24 of the revised DIRECTIVE \(EU\) 2018/2001 on promotion of energy from renewable sources](#)

Energy Efficiency Directive¹⁰

De herziene energie-efficiëntierichtlijn (“EED”) verhoogt de ambitie van Europa op het gebied van energie-efficiëntie. “Energie-efficiëntie eerst” wordt vastgelegd als een fundamenteel beginsel van het energiebeleid van Europa, waardoor het voor het eerst een juridische status krijgt. In de praktijk betekent dit dat de Europese lidstaten rekening moeten houden met energie-efficiëntie bij alle relevante beleids- en investeringsbeslissingen die worden genomen in de energie- en niet-energiesector.

De volledige uitvoering van de EED is voor Europa belangrijk om te voldoen aan de doelstelling van de “Global Renewables and Energy Efficiency Pledge” (COP28)¹¹, namelijk om het wereldwijde tempo van verbeteringen in energie-efficiëntie tegen 2030 te verdubbelen van ongeveer 2% tot meer dan 4%. De doelstelling rond energie-efficiëntie is om ten minste 11,7% energiebesparing op Europees niveau tegen 2030 te bereiken, ten opzichte van het verwachte energieverbruik in 2030 (gebaseerd op het 2020 referentie scenario).

De EU-lidstaten, inclusief België, kunnen zelf kiezen op welke manier de vereisten worden uitgevoerd die het best aansluit bij hun nationale situatie. Desalniettemin zijn lidstaten verplicht een gemiddelde jaarlijkse energiebesparing van 1,49% te behalen tussen 2024 en 2030¹². Wijzigingen volgend uit de herziene EED zullen meegenomen worden bij de finale actualisatie van VEKP (beleidsnota Energie en Klimaat).

Nog voor het EED op EU-niveau bestond, keurde de Vlaamse Regering op 4 april 2014 de energiebeleidsovereenkomsten (“EBO’s”) goed voor de periode 2015-2022 om energie-efficiëntie in de Vlaamse energie-intensieve sectoren te verbeteren en te verduurzamen¹³. Het primaire doel is dat deze bedrijven uitmuntendheid in energie-efficiëntie bereiken of behouden.

Gezien de positieve bijdrage van de EBO’s aan de Vlaamse energie-efficiëntie- en emissiedoelstellingen (2015-2022), heeft de Vlaamse Regering besloten de samenwerking met de energie-intensieve sectoren voort te zetten voor een nieuwe cyclus van 4 jaar tot 2026. De nieuwe overeenkomsten stellen opnieuw strengere grenzen in dan het Besluit Energieplanning voor zowel rendabele als potentieel rendabele investeringen. Voor verhandelbare emissierechten (“VER”) bedrijven liggen de “internal rate of return” (“IRR”) grenzen nu op 12% voor rendabele investeringen en op 10% voor potentieel rendabele investeringen. Daarnaast bevatten de nieuwe EBO’s enkele extra verplichtingen. De deelnemende bedrijven dienen nu gegevens te verstrekken over hun warmtevraag en restwarmtepotentieel. Daarnaast dienden VER-bedrijven tegen eind 2024 een klimaatroadmap op te stellen met uitzicht op een koolstofarme productie tegen 2050. In de beleidsnota economie, wetenschap, innovatie en industrie 2024-2029 is opgenomen om aan de hand van deze klimaatroadmaps en de reeds opgemaakte inventarissen van de specifieke warmtevraag en het restwarmteaanbod te onderzoeken of een programmatorische clusteraanpak kan uitgewerkt worden binnen Klimaat sprong.

Industrial Emissions Directive¹⁴

De herziene richtlijn emissies in de industrie en veeteelt (“IED 2.0”), heeft tot doel het voorkomen en beperken van uitstoot van verontreinigende stoffen door industriële installaties. De richtlijn, die sinds 4 augustus 2024 van kracht is, zet meer in op innovatie, materiaalefficiëntie en CO₂-reductie om de klimaatambities van Europa te helpen verwezenlijken. De belangrijkste doelstellingen van IED 2.0 zijn onder andere:

- bevorderen van innovatie door verplichte opname effectieve emissiereductietechnieken;
- aanscherpen van de emissiegrenswaarden en de voorwaarden voor afwijkingen;
- stroomlijnen van de vergunningverlening via de nieuwe verordening inzake het portaal voor industriële emissies voor een betere toegang tot milieugegevens;
- het aanreiken van instrumenten voor het bevorderen van de circulaire economie en efficiënt gebruik van hulpbronnen, en het verminderen van het gebruik van gevaarlijke chemische stoffen;
- het omvatten van meer activiteiten om ongereguleerde emissies te verminderen.

¹⁰ [Directive \(EU\) 2023/... of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency and amending Regulation \(EU\) 2023/955 \(recast\)](#)

¹¹ [COP28 Global Renewables and Energy Efficiency Pledge](#)

¹² [Energy efficiency targets](#)

¹³ [De EBO's | EBO Vlaanderen](#)

¹⁴ [Industrial and Livestock Rearing Emissions Directive \(IED 2.0\) - European Commission](#)

Milieuvergunningen worden verleend door nationale autoriteiten, waarbij de beste beschikbare technieken (“BBT”) een sleutelrol spelen. BBT’s worden per sector vastgesteld via het proces van Sevilla, dat wordt beheerd door het “Joint Research Center” (“JRC”) van de Europese Commissie. Dit resulteert in BBT-referentiedocumenten¹⁵ (“BREF’s”) en BBT-conclusies (“BBT’s”), die de basis vormen voor vergunningsvoorwaarden. Vergunningen moeten bindende eisen bevatten voor hulpbronnefficiëntie voor materialen, water en energie. De naleving wordt gewaarborgd door geharmoniseerde milieu-inspecties om de één tot drie jaar, afhankelijk van de risico’s gelinkt aan de activiteit. Onder IED 2.0 is er een verscherping van de BBT-geassocieerde milieu performantie indicatoren (BAT-AEPL), onder andere de emissieniveaus (BBT-AEL) en energie-efficiëntie niveaus (BBT-AEEL), en de rol van brandbreedtes in het kader van vergunningsvoorwaarden. Er wordt verwacht dat in 2026 de BREF’s voor ijzer en staal zal opstarten, vanaf 2027 de chemische BREF’s zullen worden herzien (strategie van de EU Commissie wordt in juni 2025 besproken), en vanaf 2027-2028 de BREF’s voor raffinaderijen zullen opstarten.

Zoals aangegeven, zit er onder deze richtlijn nu ook een stimulans voor innovatie via de opmaak van een transitieplan voor de periode 2030-2050 door exploitanten van “IED-installaties”. Er komt ook meer flexibiliteit op de vergunning termijn bij de implementatie van innovatieve technieken. Dit wordt verder ondersteund door de oprichting van een innovatiecentrum voor industriële transformatie en emissies (“INCITE”)¹⁶, waarbinnen er ook sectorale workshops georganiseerd worden¹⁷.

De IED 2.0 vereist ook van lidstaten dat exploitanten van energie-intensieve installaties uiterlijk op 30 juni 2030 een indicatief transformatieplan opmaken die informatie bevat over de manier waarop de exploitant de installatie in de periode 2030-2050 zal transformeren om bij te dragen aan de totstandkoming van een duurzame, schone, circulaire, hulpbronnen-efficiënte en klimaatneutrale economie uiterlijk in 2050.

Deze richtlijn wordt meegenomen in de actualisatie van milieuregelgeving onder de beleidsnota Omgeving. Concreet zullen de nieuwe BREF’s en BBT’s omgezet dienen te worden van zodra deze gepubliceerd worden door de EU.

3.1.3. Aankondigingen voor de komende beleidsperiodes

De afgelopen jaren waren er in Europa ten gevolge van de energie- en vraagcrisis grote sluitingen van industriële installaties, in het bijzonder in de (petro)chemische sector. De EU-industrie heeft te maken met een daling in competitiviteit (zie ook sectie 3.3), wat de industriële klimaattransitie ook onder druk zet. Om deze reden is de focus op competitiviteit van het nieuwe Europese, federale en Vlaamse beleid dan ook verhoogd. De nieuwste geopolitieke ontwikkelingen, nl. de verhoogde importtarieven van de Verenigde Staten (o.a. 25% op staal en aluminium vanuit EU), zetten deze competitiviteit nog extra onder druk.

Europees beleid

De nieuwe Europese strategische agenda voor 2024-2029 is gericht op het combineren van maatregelen voor het behalen van klimaatneutraliteit tegen 2050 en het versterken van het concurrentievermogen en economische veerkracht. Op basis daarvan publiceerde de Commissie op 29 januari 2025 het “Competitiveness Compass for the EU”¹⁸. In dit document stelt de Commissie een aanpak voor met een selectie van maatregelen. Die maatregelen vertalen de drie transformatievereisten, die het Draghi-rapport vaststelde om het concurrentievermogen te stimuleren. Het gaat om:

- het dichtten van de innovatiekloof;
- een gezamenlijke routekaart voor CO₂-reductie en concurrentievermogen;
- het verminderen van buitensporige afhankelijkheden en het verhogen van de veiligheid.

Om elk van deze vereisten in de komende jaren in de praktijk te brengen, schetst het Competitiveness Compass een tijdlijn en een lijst van geplande initiatieven die verband houden met elke vereiste.

De focus op concurrentievermogen is gelinkt aan de recente acties die ondernomen zijn naar aanleiding van de Europese verkiezingen en bij het aanstellen van de nieuwe commissie “Von der Leyen II” voor de periode 2024-2029, namelijk:

¹⁵ [BAT reference documents | EU-BRIT](#)

¹⁶ [European Innovation Centre for Industrial Transformation and Emissions | INCITE](#)

¹⁷ [1st INCITE Workshop - Iron and Steel Sector 13th to 15th of May | INCITE](#)

¹⁸ [EU competitiveness - European Commission](#)

- 1) **Februari 2024:** De Antwerp Declaration wordt ondertekend en roept op tot een European Industrial Deal ter aanvulling van de EU Green Deal en ter bescherming van de tewerkstelling in Europa, gepresenteerd in 10 punten.
- 2) **April 2024:** Het Letta-rapport biedt een grondige diagnose van de huidige Europese situatie en stelt een eerste reeks voorstellen voor om de Europese economie nieuw leven in te blazen.
- 3) **Juni 2024:** De EU strategische agenda 2024-2029 schetst een strategisch kader om de concurrentiekracht te versterken, met de nadruk op innovatie, CO₂-reductie, circulariteit en duurzame industriële praktijken.
- 4) **Juli 2024:** De nieuwe politieke richtlijnen van de Europese Commissie worden gepubliceerd, met een focus op groene transitie en concurrentiekracht, waarbij energie-efficiëntie en duurzaamheid centraal staan.
- 5) **September 2024:** Mario Draghi publiceert het zogenaamde "Draghi-rapport". Het stelt een strategisch kader voor om concurrentie-uitdagingen aan te pakken, met de nadruk op innovatie, decarbonisatie en kwetsbaarheden in de toeleveringsketen. Het bevat 11 voorstellen voor energie-intensieve sectoren en benadrukt de noodzaak van aanzienlijke investeringen.
- 6) **September-oktober 2024:** Nieuwe Commissie-missies worden gepubliceerd en schetsen de belangrijkste prioriteiten voor Europa, zoals het bevorderen van innovatie en duurzaamheid

Naast de Competitiveness Compass for the EU, werd op 26 februari 2025 de Clean Industrial Deal aangekondigd met een verscheidenheid aan acties die van belang zijn voor het versterken van de industriële competitiviteit. Daaronder zit ook een vereenvoudiging van CBAM. De Clean Industrial Deal is hieronder in meer detail toegelicht.

Clean Industrial Deal¹⁹

De Clean Industrial Deal presenteert maatregelen om elke fase van de productie te stimuleren, met een focus op energie-intensieve sectoren (waaronder staal en chemie) en de cleantech sector. Er zijn 6 focuspunten onder de deal: (1) betaalbare energie, (2) financiering van de schone transitie, (3) stimuleren van de vraag naar schone producten, (4) circulariteit en toegang tot materialen, (5) handelen op wereldschaal en (6) vaardigheden en hoogwaardige banen.

De Commissie heeft het “Affordable Energy Action Plan” aangekondigd om de uitrol van schone energie en elektrificatie te versnellen, om de interne energiemarkt te voltooien, om efficiënter om te gaan met energie en om de afhankelijkheid van geïmporteerde fossiele brandstoffen te verminderen.

Daarnaast zal meer dan 100 miljard EUR aangewend worden om schone productie in Europa te ondersteunen via een op te richten industriële decarbonisatiebank. Er zal ook ingezet worden op een “Clean Industrial Deal State Aid Framework” en het versterken van het EU innovatiefonds.

De Deal heeft als bijkomend doel om de vraag naar EU-gemaakte schone producten verhogen. Hiervoor zal de Commissie in 2026 het kader voor overheidsopdrachten herzien door criteria inzake duurzaamheid, veerkracht en Europese voorkeur in te voeren.

In verband met circulariteit en toegang tot materialen, wilt de Commissie de “Clean Trade and Investment Partnerships” opzetten waarmee Europese bedrijven hun vraag naar kritieke grondstoffen kunnen bundelen. De Commissie wil een “EU Critical Raw Material Centre” oprichten en in 2026 de “Circular Economy Act” aannemen om de circulaire transitie te versnellen.

De Commissie zal verder CBAM vereenvoudigen en versterken om een eerlijke prijs te zetten op de CO₂-uitstoot van koolstof intensieve goederen (e.g. vereenvoudigen van de autorisatie van verklaarders) en andere handelsbeschermingsinstrumenten overwegen om de Europese economie veerkrachtig te houden in het licht van wereldwijde concurrentie en geopolitieke onzekerheden.

Tot slot zal de Commissie een “Union of Skills” oprichten om te investeren in werknemers en om via Erasmus+ onderwijs- en opleidingsprogramma's te versterken. Het doel is om een flexibele arbeidsmarkt te bouwen en tekorten in sleutelsectoren aan te pakken, met tot 90 miljoen EUR aan financiering.

¹⁹ [Clean Industrial Deal - European Commission](#)

Federaal beleid²⁰

Op 31 januari 2025 werd een akkoord bereikt over het federaal regeerakkoord. Algemeen is het energiebeleid van de regering erop gericht de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen uit te faseren en de open strategische autonomie van het land te vergroten.

Hieronder lijsten we de belangrijkste doelstellingen vanuit het federaal regeerakkoord die van toepassing zijn op de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal:

1. Evaluatie en herziening van Nationaal Energie- en Klimaatplan voor 2030. Hierbij zal rekening dienen gehouden te worden met het klimaat arrest²¹ dat minimaal 55% broeikasgasemissiereductie vereist tegen 2030.
2. Oprichting van een autonome Hoge Raad voor energiebevoorrading, onafhankelijk van de sector. De Hoge Raad zal, onder meer, jaarlijks de actuele en voorspelde evolutie van het verbruik, de capaciteit en de productie van alle energievectoren verzamelen, in het licht van de meest recente gegevens en de voortgang van projecten. Ze zal een eerste tussentijds rapport opleveren in de loop van 2025. Op basis van dit rapport zal het federale aandeel van het NEKP worden geactualiseerd.
3. Bevorderen van koolstofvrije consumptie via een gunstig prijssignaal voor elektriciteit en koolstofneutrale brandstoffen en vice versa voor fossiele brandstoffen.
4. Verhogen van energie-efficiëntie. Bedrijven moeten maatregelen nemen om hun energieverbruik te optimaliseren en efficiënter te maken, waardoor operationele kosten verlagen en de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen vermindert.
5. Ondersteunen en subsidiëren van investeringen in duurzame technologieën en energie-efficiëntie, wat bedrijven kan helpen de transitie te maken zonder hun concurrentiepositie te verliezen.
6. Samenwerking met gewesten voor infrastructuur-voorziening ter ondersteuning van de transitie en bijdragen aan (Europese) grensoverschrijdende infrastructuur-agenda, specifiek energie- en waterstofcorridors.

Daaraan gelinkt zijn er onder andere de volgende specifieke maatregelen gepland:

- Omzetting van RED III, waarbij een sterk stimulerende verplichting (submandaat) zonder beperkingen zal worden voorzien voor het gebruik van RFNBO-waterstof als intermediair product (de zogenaamde raffinage route), en de vraag aan EU om meer dan enkel groene waterstof en waterstofderivaten toe te laten in RFNBO-doelstelling (industrie, niet transport).
- Harmonisatie verhoogde investeringsaftrek voor de energie-, mobiliteits- en milieulijsten (bijlage bij het KB/WIB 92) naar 40%.
- Verlaging BTW-tarief naar 6% voor de levering en installatie van warmtepompen.

Vlaams beleid²²

De nieuwe Vlaamse Regering blijft het akkoord van Parijs steunen en zal daarom nagaan of het haar klimaatambitie kan verhogen tot een CO₂-uitstootvermindering van -47% tegen 2030 in ESR-sectoren. Bij elke bijkomende klimaatmaatregel die voorgesteld wordt, zullen de kosten en baten van die maatregel op termijn afgewogen worden tegen de impact op de uitstoot, de draagkracht van de burgers en de concurrentiekracht van onze ondernemingen.

Om te voldoen aan de Europese regelgeving heeft de Vlaamse overheid een eigen Vlaams Energie- en Klimaatplan (VEKP) voor de periode 2021-2030 en een Vlaamse Klimaatstrategie 2050. Vlaanderen bereidt tijdig een Vlaams Energie- en Klimaatplan voor de periode 2031-2040 voor waarin Vlaanderen een faire bijdrage levert aan de Europese doelstelling.

Klimaat sprong wordt verder uitgewerkt als coördinerend actieprogramma van de Vlaamse industriële klimaattransitie, zowel inzake procestransformatie als infrastructuur- en energiebehoeften. Concreet dient Klimaat sprong een programmatorische cluster aanpak uit te werken en een participatief traject op te starten tussen infrastructuurbeheerders, grote industriële clusters, grote kmo-zones en de overheid om de

²⁰ [Federaal-regeerakkoord-2025-nl.pdf](#)

²¹ [De rechtszaak: hier staan we vandaag | Klimaatzaak](#)

²² [Beleidsnota's van de Vlaamse Regering 2024-2029 | Vlaanderen.be](#)

infrastructuurbehoefte te bepalen, en om te bekijken hoe die door collectieve infrastructuur kan worden gerealiseerd

Om de geschetste doelstellingen te bereiken, zal de regering op zoek gaan naar de juiste financieringsmechanismen, namelijk “bijpascontracten” (“CfD’s”) die de Vlaamse basisindustrie nodig heeft bij de overgang naar koolstofarme processen. Daarnaast werden de EBO’s verlengd voor Vlaamse energie-intensieve ondernemingen tot eind 2026. Een evaluatie over de verderzetting is gepland voor eind 2025. Verder plant de Vlaamse regering ook om de waterstofstrategie te actualiseren om rekening te houden met de meest recente evoluties.

3.1.4. Financieringsinstrumenten²³

Naast regulering, zijn financieringsinstrumenten ook een essentieel onderdeel om de transitie te versnellen. In deze sectie wordt een beeld geschetst van de belangrijkste financieringsmechanismen die relevant zijn voor de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal en beschikbaar zijn op Europees, Federaal en Vlaams niveau (zie Figuur 2).

Europese financieringsinstrumenten	federale financieringsinstrumenten	Vlaamse financieringsinstrumenten
Innovation Fund	Energietransitiefonds	Ecologiepremie+
Connecting Europe Facility (CEF)	federale investeringsaftrek	Strategische ecologiesteun
IPCEI label		GREEN
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO)		Compensatie indirecte emissiekosten
LIFE		Moonshot programma
		Transitiecontracten Klimaatprong

Figuur 2: Overzicht van financieringsinstrumenten op Europees, federaal en Vlaams niveau

Europa

Innovation Fund²⁴

Het innovatiefonds, beheerd door CINEA, heeft tot doel om de transitie naar klimaatneutraliteit te ondersteunen in de Europese industrie en tegelijkertijd haar concurrentievermogen te bevorderen door innovatieve oplossingen op de markt te brengen.

Het Innovatiefonds werd opgestart in 2020 en organiseert jaarlijks projectoproepen. Het fonds financiert innovatieve projecten die gericht zijn op:

- innovatieve koolstofarme technologieën en processen in energie-intensieve sectoren, met inbegrip van producten die koolstof intensieve technologieën en -processen kunnen vervangen;
- koolstof afvang en -gebruik – CCU;
- bouw en exploitatie van faciliteiten voor koolstof afvang en -opslag (CCS);
- innovatieve opwekking van hernieuwbare energie; en
- energieopslag.

In de meeste recente oproep van 3 december 2024 lanceerde de Commissie twee oproepen, namelijk de “IF24 Call” met 2,4 miljard EUR beschikbaar voor Net-Zero technologieën en “IF24 Battery” met 1 miljard EUR beschikbaar voor de productie van batterijcellen voor elektrische voertuigen. Het Innovatiefonds krijgt financiering door de opbrengsten van EU ETS en het totale investeringsbudget voor de periode 2020-2030 wordt geschat op 40 miljard EUR (afhankelijk van de koolstofprijs). De aangeboden ondersteuning kan tot 60% van zowel de CAPEX als de OPEX dekken (minus de opbrengsten) over een operationele periode van 10 jaar.

²³ Bij toekomstige rapporten kan een bijkomend onderscheid worden gemaakt in de instrumenten naargelang de fase van technologische ontwikkeling voor welke deze zijn bedoeld.

²⁴ [Innovation Fund - European Commission](#)

Naast de reguliere oproepen organiseert het innovatiefonds sinds 2023 ook aparte veilingen voor de productie en gebruik van RFNBO-waterstof via de Europese waterstofbank. Hierbij voorziet het innovatiefonds een vaste premium in EU per kg over de looptijd van de meest competitieve projecten. Binnen dit schema voorziet het innovatiefonds ook de optie “auctions-as-a-service”, waarbij lidstaten projecten kunnen ondersteunen die nog niet geselecteerd waren.

Connecting Europe Facility²⁵

De “Connecting Europe Facility” (“CEF”) ondersteunt de ontwikkeling van hoog presterende, duurzame en efficiënt verbonden trans-Europese netwerken op het gebied van transport, energie en digitale diensten. Naast subsidies biedt CEF financiële steun aan projecten via innovatieve financiële instrumenten zoals garanties en projectobligaties, die extra financiering van de private en publieke sector aantrekken.

Voor de periode 2021-2027 bedraagt het CEF-energiebudget 5,84 miljard EUR. Europa beoogt hiermee de Europese energiesystemen meer verbonden, slimmer en gedigitaliseerd te maken. De focus ligt op grensoverschrijdende hernieuwbare energieprojecten, interoperabiliteit van netwerken en betere integratie van de interne energiemarkt.

Important Projects of Common European Interest²⁶

Wanneer particuliere initiatieven ter ondersteuning van baanbrekende innovatie en infrastructuur mislukken vanwege de aanzienlijke risico's die dergelijke projecten met zich meebrengen, stellen de EU-staatssteunregels de Europese lidstaten in staat om gezamenlijk de leemte op te vullen om dit marktfalen te verhelpen met een “Important Projects of Common European Interest” (“IPCEI”). IPCEI's zijn ambitieuze, grensoverschrijdende, geïntegreerde projecten, die belangrijk zijn omdat zij bijdragen aan de Europese doelstellingen, potentiële concurrentievervalsingen beperken en positieve overloopeffecten voor de interne markt en de Unie garanderen. Er zijn al verschillende IPCEI's goedgekeurd, onder andere vier op het gebied van waterstof²⁷.

State aid²⁸

De Commissie is bezig met een herziening van de staatssteunregels op een aantal prioritaire gebieden, waaronder klimaat, energie en milieu. Momenteel bestaat het EU-kader voor staatssteun uit drie documenten, plus een vierde dat verwijst naar de verenigbaarheid van staatssteun met de belangrijke projecten van IPCEI's:

- richtsnoeren inzake staatssteun ten behoeve van klimaat, milieubescherming en energie (“CEEAG”);
- “General Block Exemption Regulation” (“GBER”);
- het tijdelijke crisis- en overgangskader van de EU voor staatssteun;
- de mededeling betreffende de criteria voor de analyse van de verenigbaarheid met de interne markt van staatssteun ter bevordering van de verwezenlijking van belangrijke projecten van gemeenschappelijk Europees belang.

De herziening van de staatssteunregels zal overheidssteun voor de ontwikkeling van industriële sectoren en innovatieve waardenketens vergemakkelijken via mogelijk verhoogde financieringskanalen en -bedragen.

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling²⁹

De Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (“EFRO”) versterkt de duurzame groei en concurrentiekracht van Vlaanderen en versnelt de transitie naar een koolstofarme, circulaire en energie-efficiënte economie. Vlaanderen heeft van de Europese Unie voor de uitvoering van het EFRO-programma in de periode 2021-2027 een bedrag van 276 miljoen EUR aan Europese middelen ontvangen. 112 miljoen EUR hiervan is bestemd voor Limburg dat als transitieregio een bijzonder statuut geniet. De doelgroepen van het EFRO-programma zijn zeer breed en afhankelijk van de programmatopiek of krachtlijn.

²⁵ [About the Connecting Europe Facility - European Commission](#)

²⁶ [IPCEI - European Commission](#)

²⁷ [Approved IPCEIs - European Commission](#)

²⁸ [Overview - European Commission](#)

²⁹ [Wie kan een project indienen? | VLAIO](#)

LIFE³⁰

LIFE is een financieringsinstrument van Europa voor milieu- en klimaatactie en brengt elk jaar oproepen uit. Het programma heeft onder meer luiken rond energietransitie, mitigatie van klimaatopwarming en circulaire economie die relevant zijn binnen de scope van deze studie. Het biedt o.a. steun voor proef-, demonstratie- en beste praktijkprojecten die bijdragen tot de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. De steun is typisch beperkt tot 5 miljoen EUR en 60% van de kosten (o.a. personeel en aankoopkosten).

Federaal

Energietransitiefonds³¹

Het Energietransitiefonds, operationeel sinds 2017 op federaal niveau, ondersteunt onderzoek en ontwikkeling in het kader van de federale energiebevoegdheden, zoals offshore hernieuwbare energie, waterstof, nucleaire energie, bevoorradingszekerheid & netevenwicht. Het budget in 2023 bedroeg 25 miljoen EUR die toegekend werd aan 20 innovatieve projecten om de energietransitie te versnellen³².

Federaal investeringsaftrek³³

Naast de financieringsinstrumenten, kan de federale overheid ook investeringen faciliteren via de investeringsaftrek. In het nieuwe federale regeerakkoord zijn verdere hervormingen van dit instrument opgenomen. Momenteel bedraagt de basisaftrek tussen 10 en 40%, afhankelijk van de grootte van het bedrijf, de thematiek en categorie van de investering. Volgens het nieuwe federaal regeerakkoord zullen de tarieven voor de verhoogde investeringsaftrek voor de energie-, mobiliteits- en milieu-investeringen worden geharmoniseerd naar 40%³⁴. De beperking op de financiële steun van de Europese overheid voor CCS-CCU-investeringen zal worden verwijderd.

Vlaanderen

Ecologiepremie+³⁵

De ecologiepremie+ is een financiële investeringssubsidie (CAPEX) aan ondernemingen die hun productieproces milieuvriendelijk en energiezuinig willen organiseren. De Vlaamse overheid neemt daarbij een gedeelte van de extra investeringskosten voor haar rekening. Bedrijven kunnen financiële steun krijgen via de ecologiepremie+ voor technologieën die onder de technologieënlust staan.

Strategische ecologiesteun³⁶

Met de strategische ecologiesteun wil de Vlaamse overheid kmo's en grote ondernemingen stimuleren om te investeren in technologieën die omwille van hun unieke bedrijfsspecifieke karakter niet kunnen worden gestandaardiseerd en daardoor niet voorkomen op de limitatieve technologieënlust van ecologiepremie+. Het gaat hier om een investeringssubsidie (CAPEX) voor grote ecologische investeringen (minimum 1,5 miljoen EUR aanvaarde investeringen).

GREEN³⁷

Dit is een financiële investeringssubsidie voor kleine ecologische investeringen die niet onder de ecologiepremie+ of strategische ecologiesteun zitten. Deze financiële steun dient voor ondernemingen die investeringen in een groener en efficiënter energiegebruik. De subsidie bedraagt 20 tot 55% van de ecologische meerkosten t.o.v. een standaardinvestering.

³⁰ [Programme for the Environment and Climate Action \(LIFE\) - European Commission](#)

³¹ [Energietransitiefonds | FOD Economie](#)

³² [Energietransitiefonds: € 25 miljoen voor 20 innovatieve projecten om de energieswitch te versnellen - Tinne van der Straeten](#)

³³ [Hervorming van de investeringsaftrek vanaf 1 januari 2025 | VLAIO](#)

³⁴ [Federaal-RegeerAkkoord-2025-NL.pdf](#)

³⁵ [Ecologiepremie+ | VLAIO](#)

³⁶ [Strategische ecologiesteun | VLAIO](#)

³⁷ [GREEN: steun voor groener en efficiënter energiegebruik | VLAIO](#)

Compensatie indirecte emissiekosten³⁸

Ondernemingen in energie-intensieve sectoren kunnen door het Europese emissiehandelssysteem als indirect gevolg een hogere elektriciteitsfactuur hebben. De Vlaamse overheid tracht dit concurrentieel nadeel weg te werken door 14 sectoren te compenseren voor deze CO₂-kosten, via een subsidie op de operationele kosten (OPEX). Onder deze sectoren vallen onder meer de vervaardiging van geraffineerde aardolieproducten; waterstof en anorganische zuurstofverbindingen van niet-metalen; vervaardiging van andere anorganische chemische basisproducten; polyethyleenglycol en andere polyetheralcoholen, in primaire vormen; en vervaardiging van ijzer, staal en van ferrolegeringen.

Moonshot programma³⁹

Het Vlaamse Moonshot-programma, gelanceerd in 2019, heeft tot doel onderzoek en innovatie te bevorderen om de ontwikkeling van koolstofarme technologieën voor de Vlaamse basisindustrie te ondersteunen. Dit initiatief streeft ernaar kennis te ontwikkelen met een langetermijnperspectief, met een jaarlijks budget van 20 miljoen EUR over 20 jaar. Het Moonshot-programma bestaat uit vier fundamentele en onderling verbonden onderzoekslijnen:

- bio-gebaseerde chemie;
- circulariteit van koolstofmaterialen;
- elektrificatie en radicale transformatie van processen; en
- energie-innovatie.

Transitiecontracten Klimaatsprong⁴⁰

De Vlaamse Regering stelt 70 miljoen EUR voor een steunperiode van 10 jaar beschikbaar om investeringen in grootschalige elektrische boilers en warmtepompen te ondersteunen via een nieuwe subsidie, “Transitiecontracten Klimaatsprong”. Deze projectoproep is een test case en draagt bij tot het transitie pad om bedrijfsprocessen te elektrificeren. Het is het enige Vlaamse subsidie instrument dat in deze context OPEX-steun verleent.

De middelen binnen de oproep “transitiecontracten Klimaatsprong” worden toegewezen via een nieuw type instrument “Contracts for Difference” (“CfD”). De subsidies liggen hierbij niet vast, maar zijn gekoppeld aan de evolutie van energiekosten en emissierechten. Dit systeem compenseert op deze manier externe factoren om het rendement van de investering binnen bepaalde grenzen en gedurende 10 jaar steunperiode te garanderen.

3.1.5. Conclusie

In de afgelopen vijf jaar is de beleidscontext voor de basisindustrie sterk gewijzigd, voornamelijk door de uitrol van een breed scala aan initiatieven onder de “EU Green Deal” om de doelstelling van 2030 (nl. 55% emissiereductie t.o.v. 1990) te behalen. De meest relevante initiatieven voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage waren de wijzigingen van de EU ETS, RED, EED en IED, en de introductie van de CBAM. Over het algemeen beogen deze beleidsinstrumenten om de transitie naar ‘low carbon’ productieprocessen te faciliteren door een CO₂ prijs op te leggen (EU ETS), de sectorale doelstellingen te verscherpen (RED & EED), en de vergunningscriteria te verstrengen (IED). CBAM tracht voor geïmporteerde producten een gelijk speelveld te creëren ten opzichte van producenten buiten de EU door gelijkaardige CO₂ prijzen aan te rekenen, maar beschermt niet voldoende voor afgeleide producten en ‘resource shuffling’, noch voor de competitiviteit van exportproducten. Bovendien is CBAM ook nog niet van toepassing op alle sectoren in de scope van deze studie, onder andere de chemie.

De competitiviteit van de Europese industrie staat dan ook onder druk, waardoor de nieuwe Europese strategische agenda voor 2024-2029 gericht is op het combineren van maatregelen voor het behalen van klimaatneutraliteit tegen 2050 en het versterken van het concurrentievermogen en economische veerkracht, onder andere via de Clean Industrial Deal. De acties opgenomen in de Clean Industrial Deal liggen in lijn met de beoogde doelstellingen, het zal hierbij van belang zijn om deze met voldoende snelheid en impact uit te rollen.

³⁸ [Enkel voor ondernemingen uit 14 sectoren | VLAIO](#)

³⁹ [About Moonshot: from Ambition to Action | Moonshot Flanders](#)

⁴⁰ [70 miljoen voor “transitiecontracten klimaatsprong”: investeringen in grootschalige elektrische boilers en warmtepompen | VLAIO](#)

Om te voldoen aan de Europese regelgeving heeft de Vlaamse overheid een eigen Vlaams Energie- en Klimaatplan (VEKP) voor de periode 2021-2030 en een Vlaamse Klimaatstrategie 2050. Vlaanderen bereidt tijdig een Vlaams Energie- en Klimaatplan voor de periode 2031-2040 voor waarin Vlaanderen een faire bijdrage levert aan de Europese doelstelling. Om de draagkracht van de burgers en de concurrentiekracht van ondernemingen te beschermen, heeft de Vlaamse regering zich voorgenomen om bij elke bijkomende klimaatmaatregel die voorgesteld wordt, de kosten en baten van die maatregel op termijn af te wegen tegen de impact op de uitstoot. Voor de Vlaamse industriële klimaattransitie is opgenomen om Klimaatsprong verder uit te werken als coördinerend actieprogramma, zowel inzake procestransformatie als infrastructuur- en energiebehoeften.

Op vlak van financieringsinstrumenten was er reeds een breed palet aanwezig zowel op Europees, federaal als Vlaams niveau. Het toekomstig beleid plant dit nog verder te verbreden, onder andere door op Vlaams niveau verder in te zetten op het CfD instrument “transitiecontracten Klimaatsprong” en op EU-niveau de lancering van de industriële decarbonisatiebank.

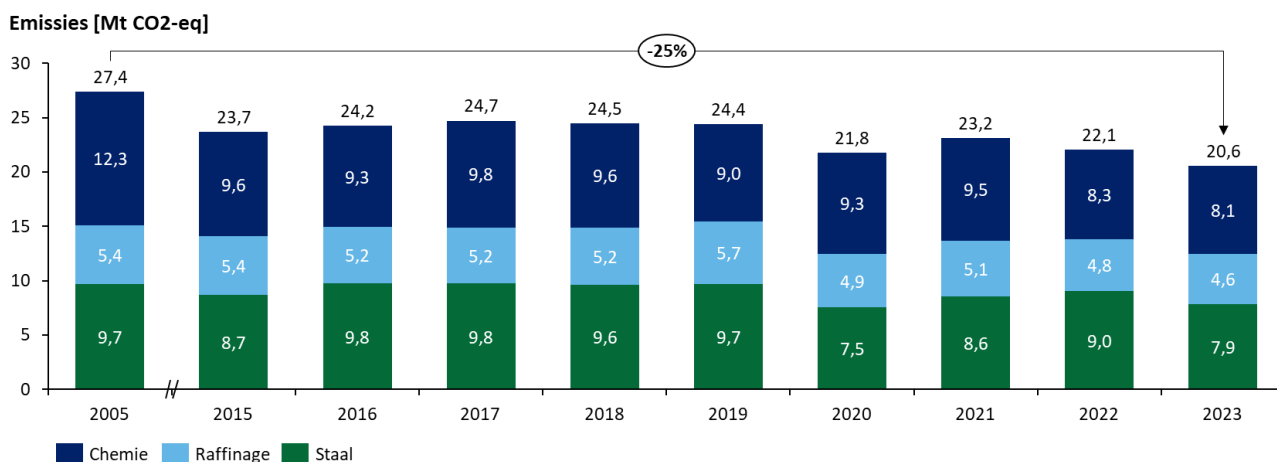
3.2. Evolutie van de Vlaamse industriële activiteit in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal

Dit deel geeft de evolutie weer van de Vlaamse industriële activiteit, met name op vlak van emissies, energiegebruik, productievolumes en in- en uitvoer. Daarnaast zijn de evoluties van socio-economische factoren die gelinkt zijn aan de industriële activiteit ook uitgezet, namelijk toegevoegde waarde, tewerkstelling, investeringen en handelsvolumes. De benodigde data zijn verzameld tot februari 2025. Nieuwere data die hierna zijn gepubliceerd, zijn niet opgenomen in het overzicht.

3.2.1. Evolutie van emissies in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal

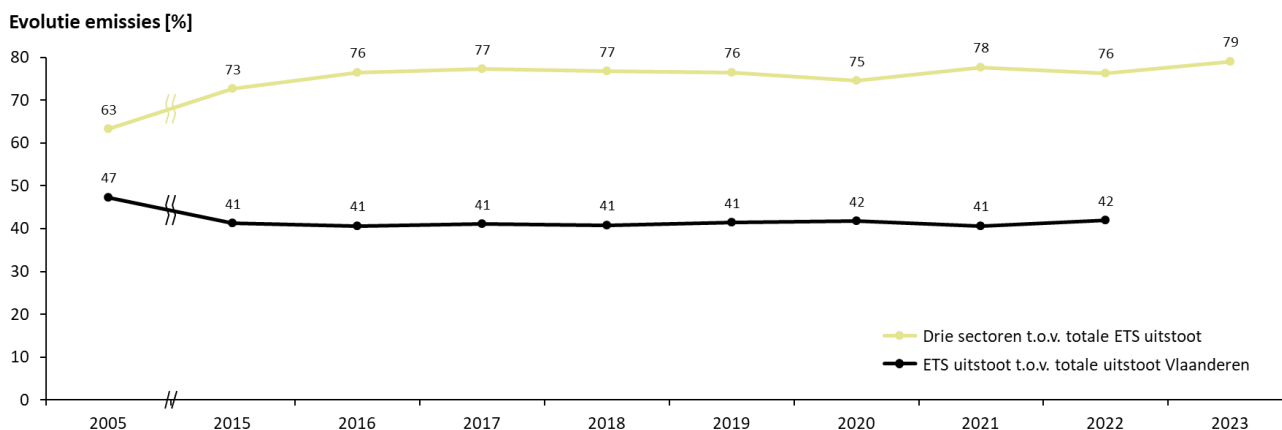
In Vlaanderen vallen momenteel ongeveer 200 broeikasgasinstallaties onder het EU ETS¹, die samen in 2023 een uitstoot hadden van 26 Mt CO₂-eq. Het aandeel van de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal betreft 20,6 Mt CO₂-eq, wat neer komt op 79% van de totale EU ETS-uitstoot in Vlaanderen (zie onderstaande figuren). De drie sectoren kenden samen een daling van 25% ten opzichte van de uitstoot in 2005 (27,4 Mt CO₂-eq). In de afzonderlijke sectoren chemie, raffinage en staal bedraagt de daling respectievelijk 34%, 15% en 19%. De totale EU ETS-uitstoot in Vlaanderen kende een daling van 40% in 2023 ten aanzien van 2005, wat gelinkt is aan de grotere uitstootreducties die plaatvonden in de elektriciteitssector. De EU beoogt met het hernieuwde EU ETS instrument 62% reductie tegen 2030 ten opzichte van 2005 voor de hele Unie. In 2022 bedroeg het aandeel van de EU ETS uitstoot 42% t.o.v. de totale uitstoot in Vlaanderen.

Tot voor de COVID-19 pandemie schommelde de gecombineerde uitstoot van de sectoren chemie, raffinage en staal steeds rond de 24 Mt CO₂-eq. Onder impuls van de COVID-19 pandemie, de oorlog in Oekraïne, het tijdelijk onderhoud van een hoogoven en de hoge energieprijzen, is vanaf 2020 een daling ingezet in de emissies. Deze daling heeft zich aangehouden tot 2023, waarbij de emissies 16% lager liggen dan in 2019 (20,6 Mt CO₂-eq). Uit de volgende delen volgt dat deze daling voornamelijk toe te schrijven is aan een lagere productie en een bijhorend lager energiegebruik.



Figuur 3: Evolutie van de ETS-emissies voor de sectoren chemie, raffinage en staal sinds 2005 ([EU ETS vaste installaties in Vlaanderen: cijferoverzicht | Vlaanderen.be](#))⁴¹

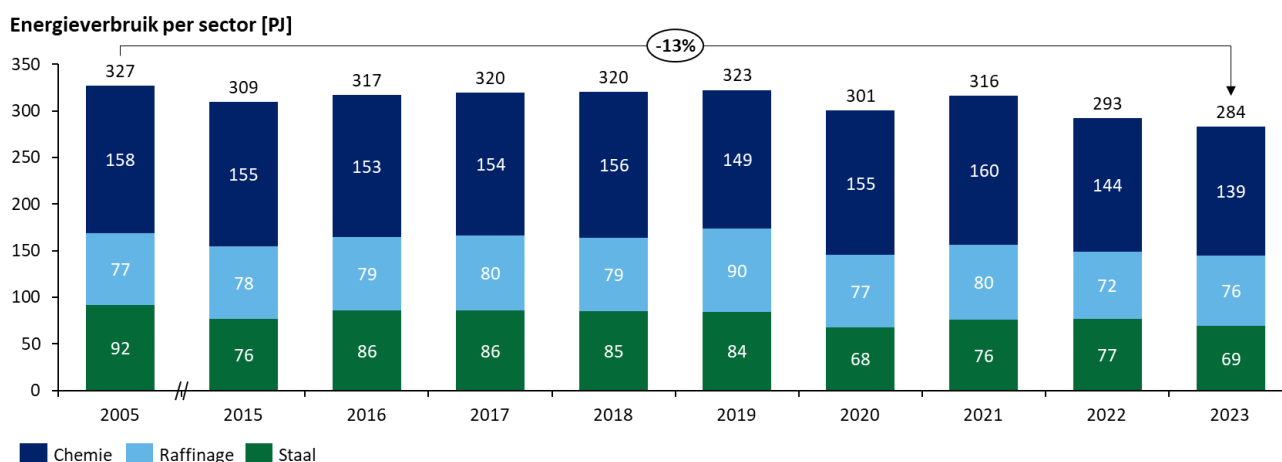
⁴¹ Gegevens op basis van ETS-data zoals gepubliceerd op de website van VEKA. Net zoals bij de vorige roadmap, zijn alle emissies van de elektriciteitscentrales in Knippegroen en Rodenhuis toegevoegd aan de staalsector, gezien deze voornamelijk voortkomen uit de verbranding van siderurgische gassen. Er is ook vanuit gegaan dat jaarlijks ongeveer 900 Kton CO₂-eq in de raffinaderijen gelinkt zijn aan de naftakraker binnen de raffinaderijen: deze zijn in deze grafieken verschoven van de raffinage- naar de chemiesector.



Figuur 4: Evolutie van het uitstoottaandeel van de sectoren chemie, raffinage en staal in het totaal van EU ETS en het algemene totaal in Vlaanderen ([EU ETS vaste installaties in Vlaanderen: cijferoverzicht | Vlaanderen.be](#), [Emissies broeikasgassen | VMM](#))

3.2.2. Evolutie in energiegebruik in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal

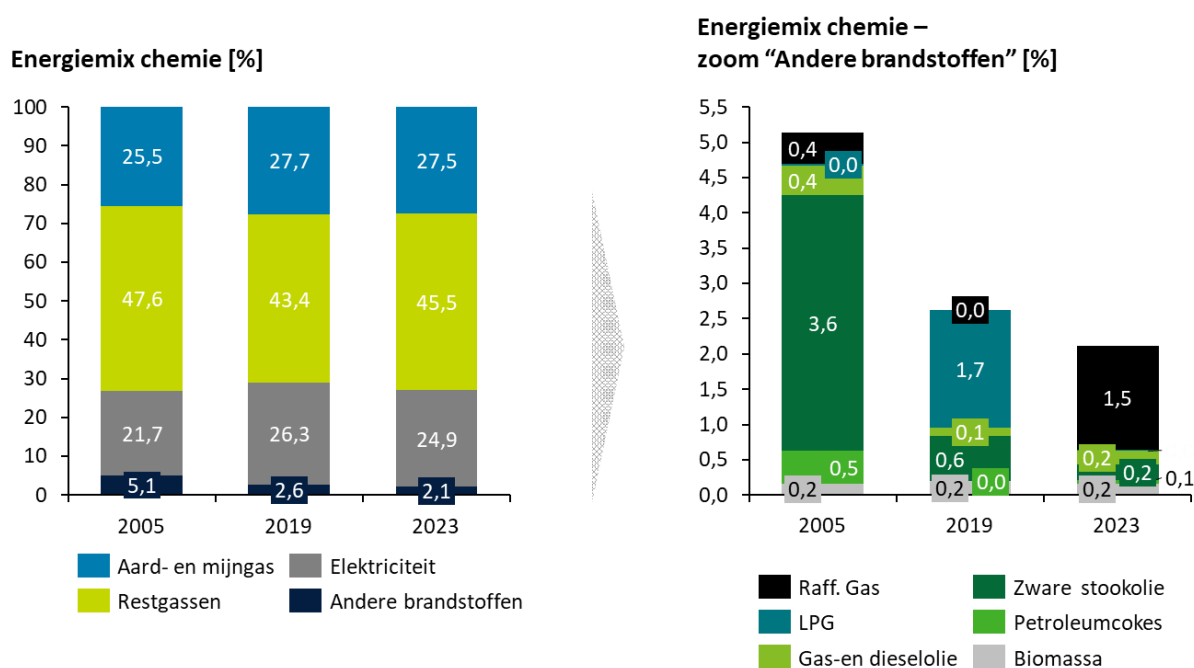
Het finale energieverbruik voor de drie sectoren (petro)chemie, raffinage en staal in 2023 was 284 PJ, dit is een daling van 13% ten opzichte van in 2005 (327 PJ), en een daling van 12% ten opzichte van 2019 (323 PJ). De trends in totaal energiegebruik in de periode 2015-2023 zijn vergelijkbaar met de daling in emissies, ook op sectorniveau. In de volgende paragrafen wordt er dieper ingegaan in de evoluties die plaatsvonden op vlak van verbruik van de onderliggende energiebronnen en feedstock voor elk van de drie sectoren.



Figuur 5: Evolutie energiegebruik voor de sectoren chemie, raffinage en staal sinds 2005 ([Vlaamse Energiebalans | Vlaanderen.be](#))

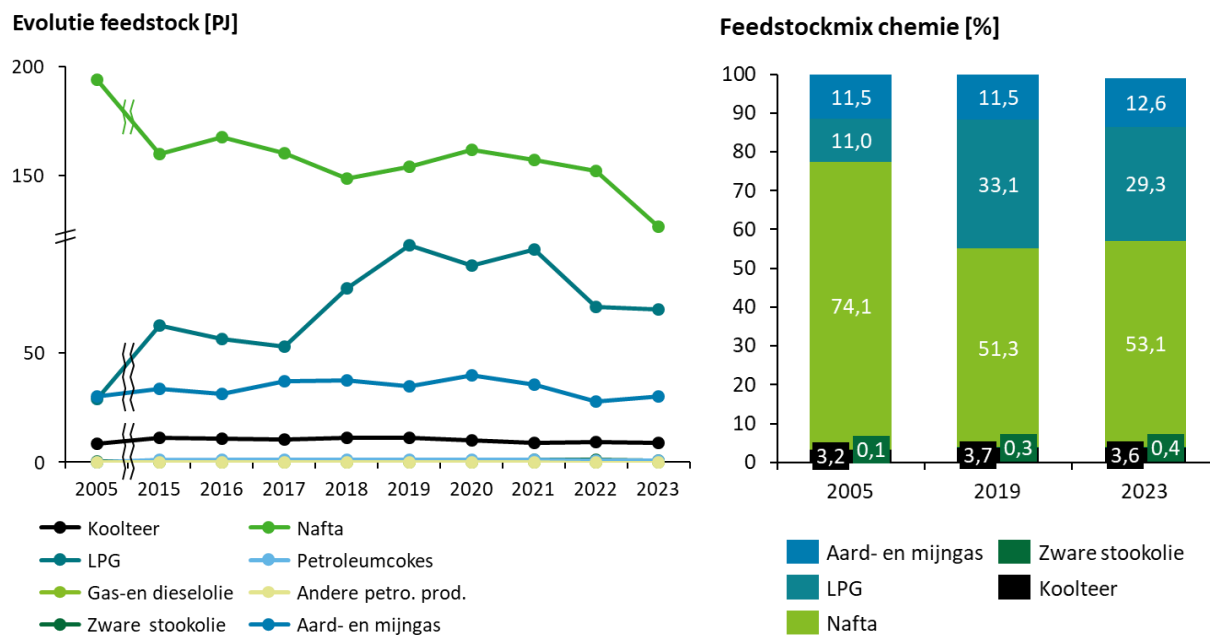
Energie- en feedstockgebruik in de sector (petro)chemie

De energiemix in de sector chemie, zoals getoond in Figuur 6, is grotendeels constant gebleven tussen 2019 en 2023, namelijk hoofdzakelijk restgassen en aardgas ($\pm 73\%$) in aanvulling met elektriciteit ($\pm 25\%$) en een klein aandeel aan andere brandstoffen ($\pm 2\%$). Dit was ook reeds het geval in 2005, maar toen was er een lagere bijdrage voor elektriciteit (-3%) en een hogere bijdrage voor andere brandstoffen ($+3\%$). Onder “andere brandstoffen”, zijn er wel grotere verschuivingen waar te nemen. In 2005 maakte stookolie nog 3,6% uit van de totale energiemix, terwijl dit in 2023 teruggedrongen is tot 0,2%. De andere brandstoffen bestaan voornamelijk uit raffinage gassen of LPG en in mindere mate petroleumcokes. Het aandeel biomassa is constant gebleven op 0,2% van het totaal.



Figuur 6: Weergave van de energiemix voor de chemiesector in 2005, 2019 en 2023 ([Vlaamse Energiebalans | Vlaanderen.be](https://vlaamseenergiebalans.vlaanderen.be))

De feedstock voor de (petro)chemische sector kwam in 2023 voornamelijk uit nafta (53%), LPG (29%) en aardgas (13%), en in mindere mate koolteer (4%). De relatieve bijdrage van nafta in de feedstockmix is afgenomen tussen 2005 en 2023 (-21%), en wordt deels gecompenseerd door een hoger verbruik aan LPG (+18%). Tussen 2019 en 2023 is er ook een algemene daling zichtbaar in feedstock verbruik (-21%), wat samengaat met lagere productievolumes en daardoor ook lagere energiebehoeften en uitgestoten emissies.

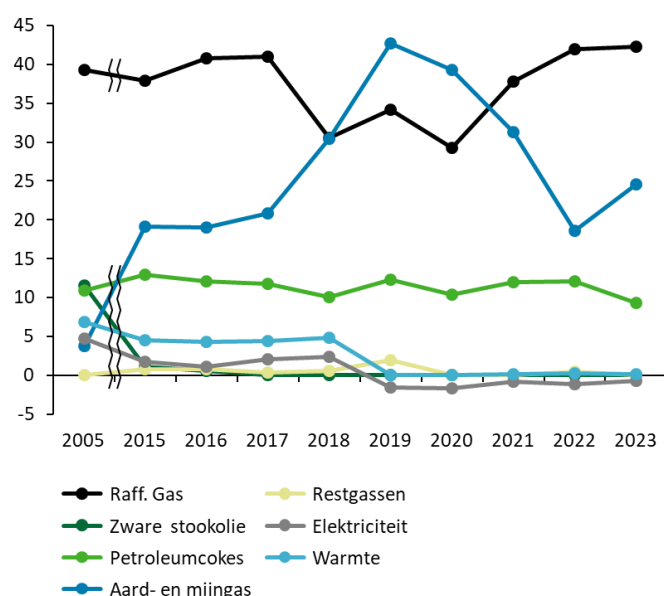


Figuur 7: Evolutie van de feedstock en feedstockmix in de chemiesector ([Vlaamse Energiebalans | Vlaanderen.be](https://vlaamseenergiebalans.vlaanderen.be))

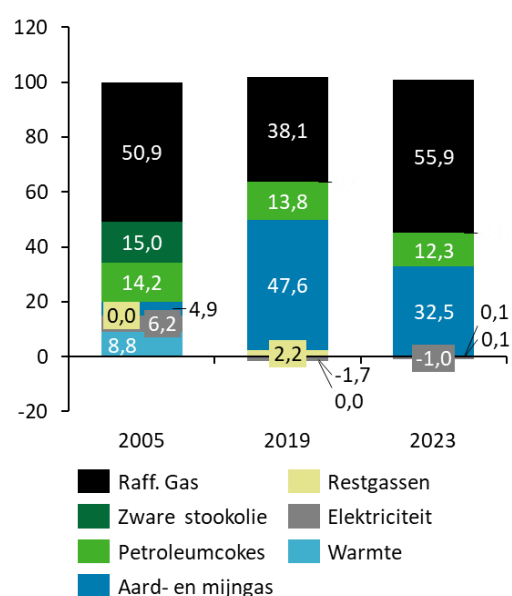
Energiegebruik in de raffinagesector

In de raffinagesector bestond het energieverbruik in 2023 voornamelijk uit raffinagegassen (56%), aardgas (33%) en petroleumcokes (12%). Het gebruik van elektriciteit is hier beperkt. In 2023 werd zelfs netto elektriciteit aangemaakt door middel van warmtekrachtkoppeling. Vergeleken met 2019 is de energiemix licht veranderd: het aandeel raffinagegassen is gestegen (+18%) ter compensatie van aardgas (-15%) en restgassen (-2%) en het aandeel aan petroleumcokes is licht gedaald (-1,5%). De verandering van de energiemix is groter ten opzichte van 2005. In 2005 werd nog gebruik gemaakt van stookolie (15%), warmte (9%) en elektriciteit (6%) wat in 2023 voornamelijk is ingevuld door aardgas.

Evolutie energisch verbruik van brandstoffen [PJ]



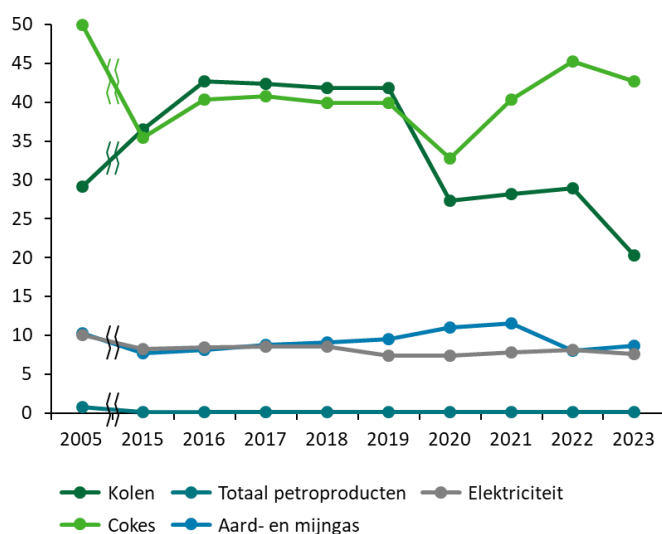
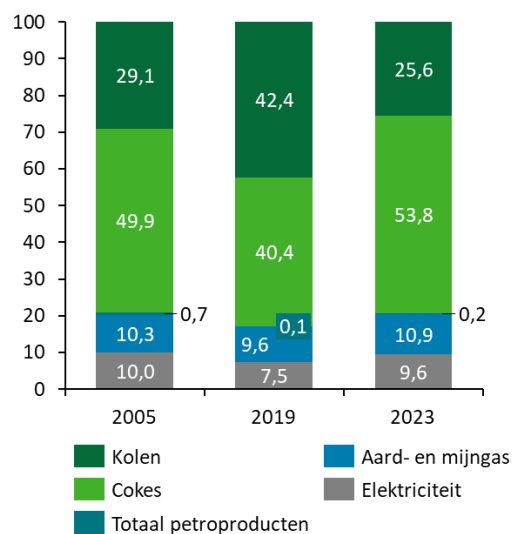
Energiemix raffinage [%]



Figuur 8: Evolutie van het energetisch verbruik en energiemix van de raffinagesector ([Vlaamse Energiebalans | Vlaanderen.be](https://vlaamse-energiebalans.vlaanderen.be))

Energiegebruik in de staalsector

Het energetisch verbruik van de staalsector is gedomineerd door kolen en cokes. Het gezamenlijk verbruik hiervan is redelijk constant gebleven tussen 2005 en 2023 op ongeveer 80% van de totale energievraag. Het verbruik van elektriciteit en aardgas lag in deze periode voor beide rond de 10%. In 2023 is een lichte stijging in het aandeel van elektriciteit- en aardgasverbruik merkbaar ten opzichte van 2019.

Evolutie energisch verbruik van brandstoffen [PJ]**Energiemix staal [%]**

Figuur 9: Evolutie van het energetisch verbruik en energiemix van de staalsector ([Vlaamse Energiebalans | Vlaanderen.be](https://www.vlaamse-energiebalans.be))

3.2.3. Evolutie in productievolumes van de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal

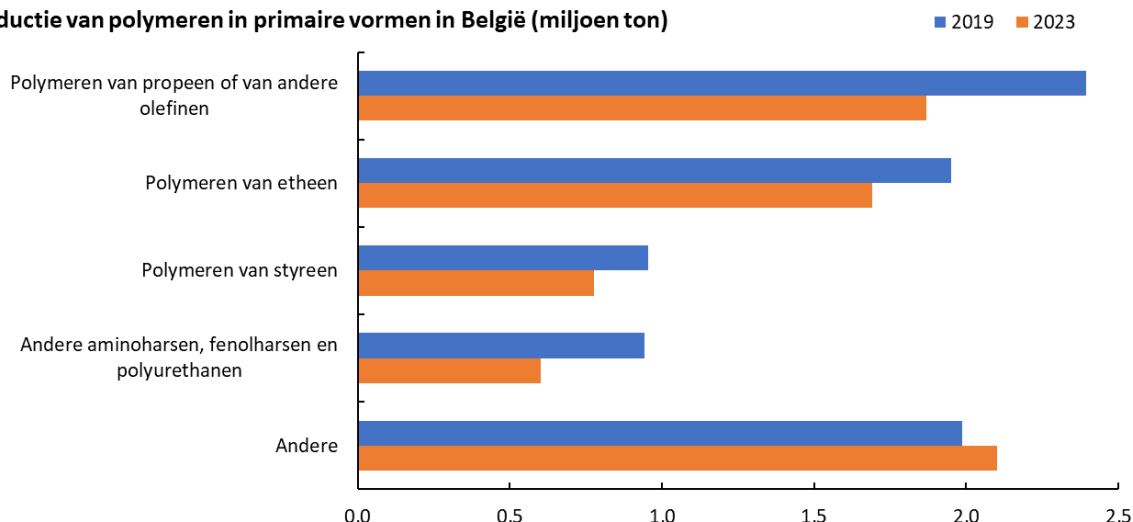
Om de evolutie van de productievolumes in kaart te brengen van de sectoren chemie, raffinage en staal werd gebruik gemaakt van de best beschikbare publieke data. Voor de sector chemie (enkel polymeren) is de PRODCOM-databank genomen die enkel beschikbaar is op Belgisch niveau. Voor raffinage is gekeken naar de productieoutput via de energiebalans en voor staal naar de beschikbare Belgische data op de internationale website van Worldsteel.

(Petro)chemie

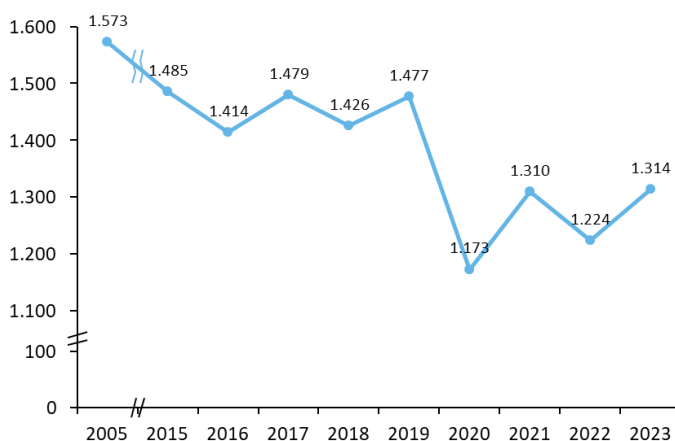
Het productievolume van polymeren is in 2023 significant afgenomen ten opzichte van 2019 (-15%) voor alle producten, behalve voor “Andere”⁴². Dit ligt in dezelfde lijn als de daling van de Vlaamse emissies (-10%) en energiegebruik (-7%) in de chemiesector tussen 2019 en 2023. De chemiesector is natuurlijk veel breder dan louter polymeerproductie dat instaat voor ongeveer 1/3 van de totale waarde⁴³, maar de productie van polymeren is wel gekoppeld aan een groter aandeel van de chemiesector (e.g. acyclische en cyclische koolwaterstoffen) en het geeft dus een algemene trend weer in de evolutie van absolute productievolumes.

⁴² Andere is de som van de volgende polymeren: siliconen; synthetische rubber; polymeren van vinylacetaat of van andere vinylesters, en andere vinylpolymeren; ureumharsen, thio-ureumharsen en melamineharsen; acrylpolymeren; polyacetalen, andere polyethers en epoxyharsen, polycarbonaten, alkydharsen, polyallylesters en andere polyester; polyamiden; en polymeren van vinylchloride of van andere halogeenolefinen.

⁴³ Hierbij werd de waarde van de verschillende polymeren vergeleken met de totale waarde van de chemiesector (NACE 20) in de PRODCOM-database ([Industriële productie | Statbel](https://industriele-productie.statbel.fgov.be))

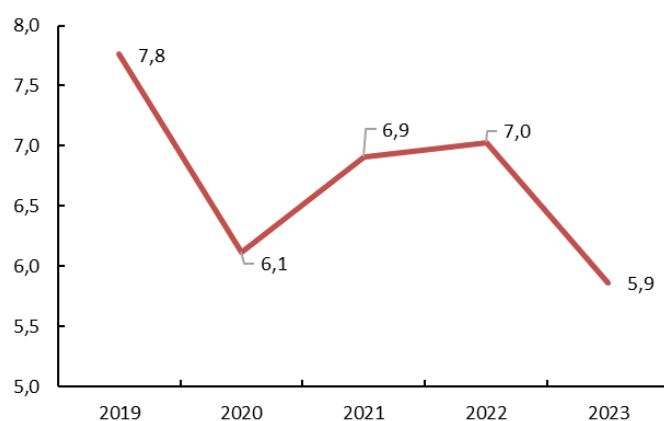
Productie van polymeren in primaire vormen in België (miljoen ton)Figuur 10: Productievolumes van polymeren in België in 2019 en 2023 ([Industriële productie | Statbel](#))**Raffinage**

De raffinage productie output is gedaald naar 1314 PJ in 2023 van 1573 PJ in 2005 (-16%). De grootste daling in productie output heeft zich echter pas ingezet sinds 2019 (-11%), wat ook in lijn ligt met de daling in emissies (-19%) en energiegebruik (-16%). De sterkere daling in emissies kan voortkomen uit een lager gebruik van petroleumcokes en aardgas en een hoger gebruik aan raffinagegassen (zie Figuur 11). Door de verwachte daling in vraag naar motorbrandstoffen, zal de vraag naar raffinage activiteiten mee dalen in Europa. Er wordt verwacht door de strategische ligging en efficiëntie van de Vlaamse raffinaderijen dat deze langer zullen openblijven en er een shift zal plaatsvinden in de productie van chemische feedstocks ten opzichte van motorbrandstoffen⁴⁴.

Productie output raffinage in Vlaanderen [PJ]Figuur 11: Productie output raffinage in Vlaanderen ([Vlaamse Energiebalans | Vlaanderen.be](#))**Staal**

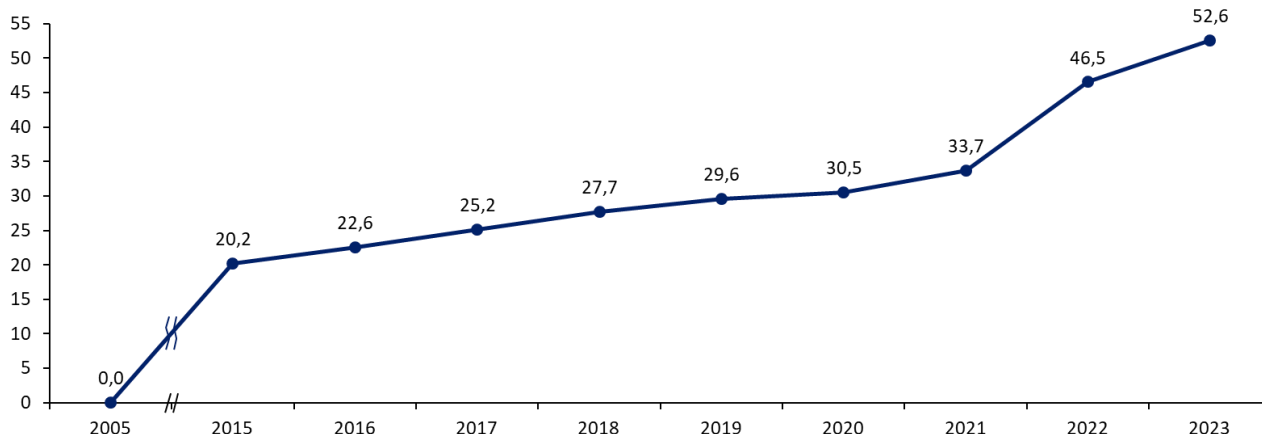
Ook in de staalsector treedt er een daling op van de Belgische productievolumes tussen 2019 en 2023 (-24%). Dit ligt ook in lijn met de evoluties in Vlaamse emissies (-19%) en energiegebruik (-18%) in dezelfde periode. De productievolumes herstelden eerst in de periode 2021-2022 na de COVID-19 pandemie, maar kende in 2023 opnieuw een sterke terugval. Dit kan gelinkt worden aan een dalende competitiviteit vanwege hoge energieprijzen, dalende marktvraag en toegenomen buitenlandse import (vnl. China) (zie ook sectie 3.3).

⁴⁴ [ENERGIA studie raffinaderijen in België.pdf](#)

Productie van ruw staal in België (miljoen ton)Figuur 12: Productievolume ruwstaal in België tussen 2019 en 2023 ([Data - worldsteel.org](https://data.worldsteel.org))

3.2.4. Evoluties in toegevoegde waarde, tewerkstelling, investeringen en handelsvolumes in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal

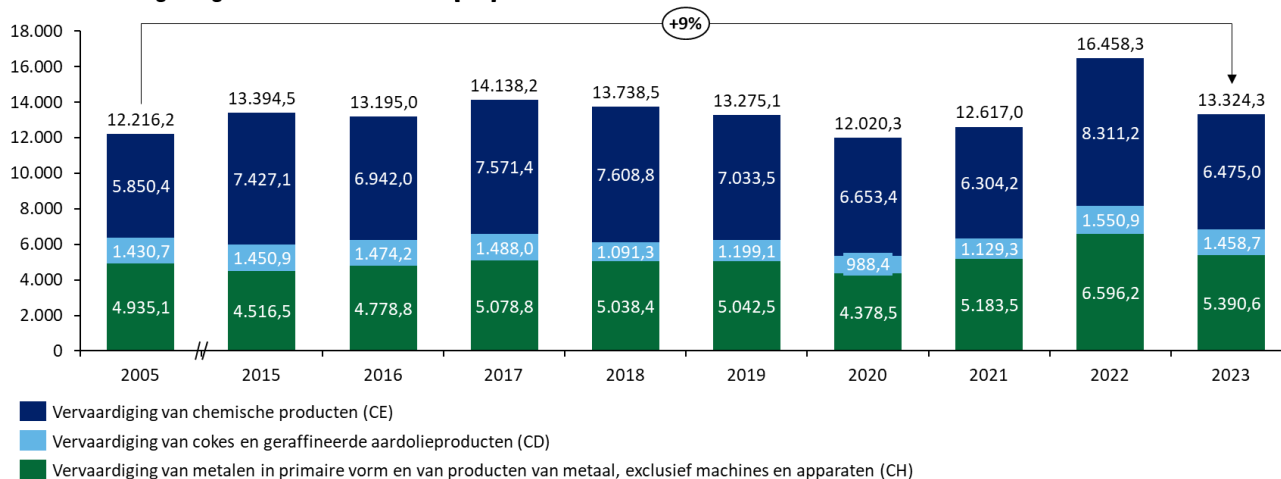
De data om de evoluties uit te zetten in toegevoegde waarde, tewerkstelling, investeringen en handelsvolumes in Vlaanderen zijn verkregen uit de Nationale Bank van België ("NBB"). De gegevens over toegevoegde waarde, investeringen en handelsvolumes zijn uitgedrukt in lopende prijzen en dus niet gecorrigeerd voor inflatie. Om dit in perspectief te zetten is hieronder de evolutie in inflatie opgenomen voor België. De inflatie tussen 2005 en 2023 bedroeg cumulatief 52,6%.

Inflatie in België t.o.v. 2005 [%]Figuur 13: Evolutie van de inflatie in België sinds 2005 ([Inflatie in België | Statbel](https://statbel.fgov.be/nl/indicatoren/indicatoren-inflatie))

Bruto toegevoegde waarde

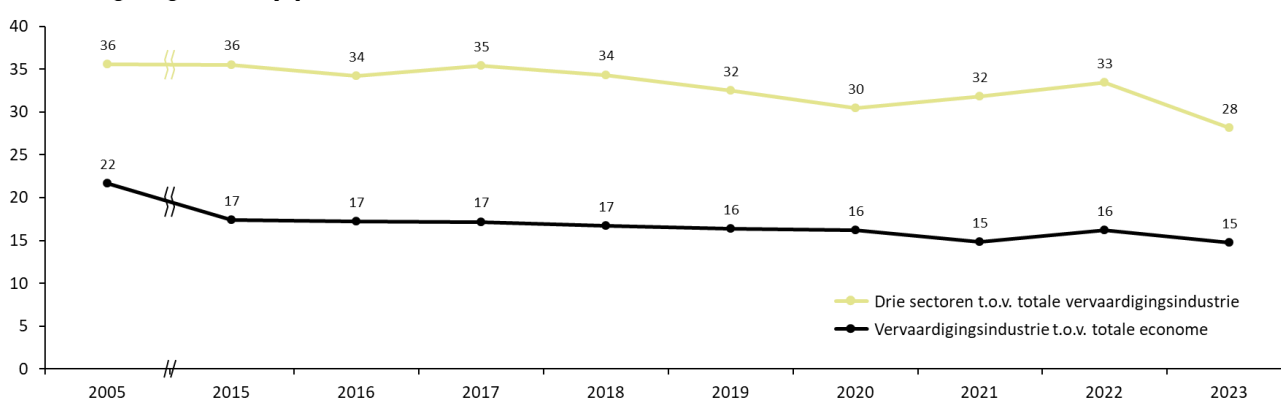
De bruto toegevoegde waarde over de drie sectoren heen is nauwelijks gestegen tussen 2005 en 2023 (+9%) en ligt dus ook significant onder de inflatie (52,6%). Enkel in 2022 steeg de toegevoegde waarde sterk, maar deze is vervolgens teruggevallen in 2023. Deze trend is ook waarneembaar voor alle drie sectoren afzonderlijk. Als gevolg is het aandeel van de drie sectoren in de totale vervaardigingsindustrie gedaald van 36% naar 28% tussen 2005 en 2023. Het aandeel van de vervaardigingsindustrie zelf in de totale economie is ook afgenomen van 22% naar 15% tussen 2005 en 2023.

Evolutie van toegevoegde waarde in Vlaanderen [M€]



Figuur 14: Evolutie van de Vlaamse toegevoegde waarde voor de sectoren chemie, raffinage en staal sinds 2005 (NBB - Regional accounts by A38 - NUTS 2)

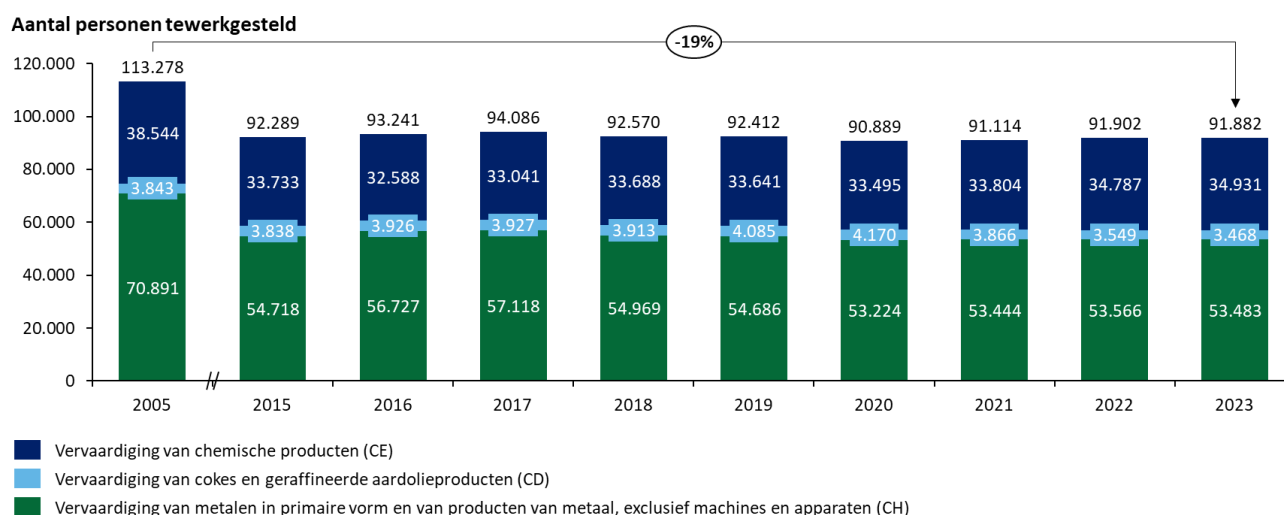
Evolutie toegevoegde waarde [%]



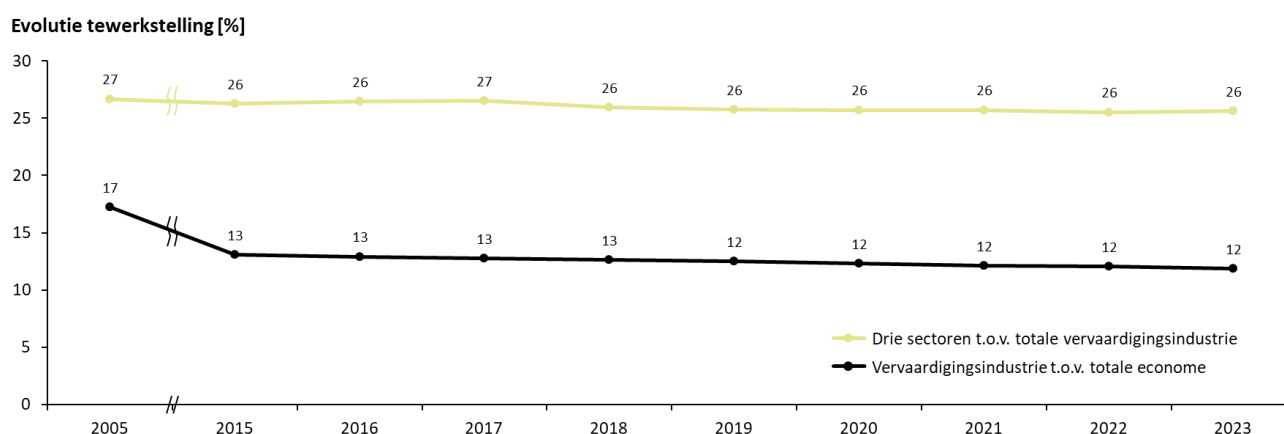
Figuur 15: Evolutie van het aandeel in toegevoegde waarde van de sectoren chemie, raffinage en staal t.o.v. de totale vervaardigingsindustrie en de totale economie in Vlaanderen (NBB - Regional accounts by A38 - NUTS 2)

(Directe) tewerkstelling

De directe tewerkstelling over de drie sectoren heen is afgenomen tussen 2005 en 2023 (-19%), voornamelijk gekenmerkt door een sterke daling in de vervaardiging van metalen tussen 2005 en 2015 (-23%). In de periode 2019-2023 is er slechts een lichte daling waarneembaar (<1%), ondanks de significante daling in productie (>10%). Het aandeel van de drie sectoren in de totale vervaardigingsindustrie is relatief constant gebleven tussen 2005 en 2023 op ±26%. Het aandeel van de vervaardigingsindustrie zelf in de totale economie is wel sterker afgenomen van 17% naar 12% tussen 2005 in 2023, voornamelijk in de periode 2005-2015.



Figuur 16: Evolutie van de Vlaamse tewerkstelling voor de sectoren chemie, raffinage en staal sinds 2005 ([NBB - Regional accounts by A38 - NUTS 2](#))

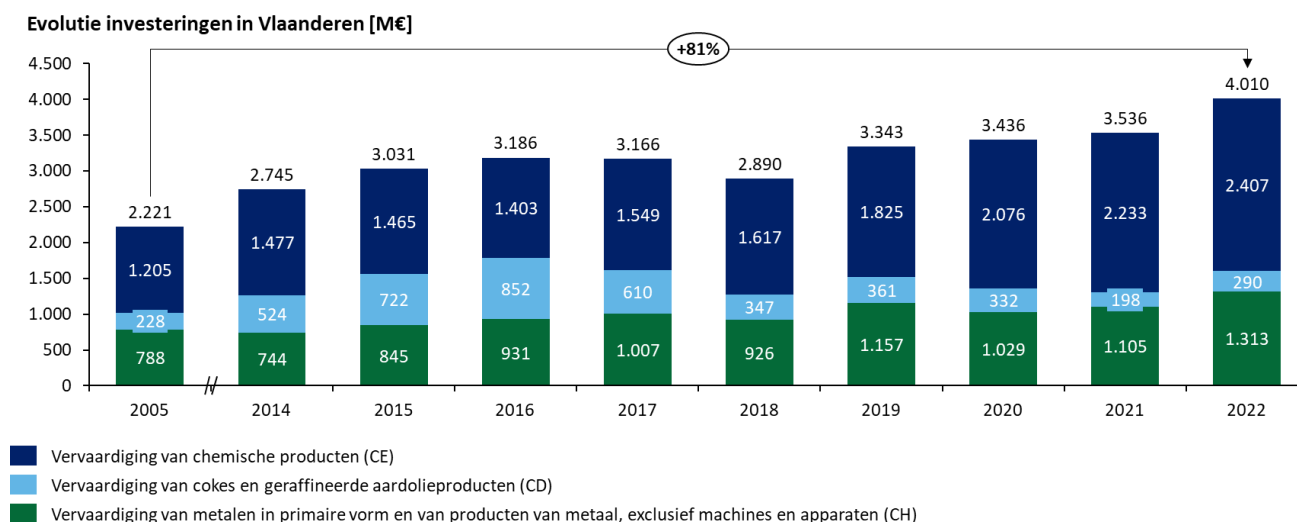


Figuur 17: Evolutie van het aandeel in tewerkstelling van de sectoren chemie, raffinage en staal t.o.v. de totale vervaardigingsindustrie en de totale economie in Vlaanderen ([NBB - Regional accounts by A38 - NUTS 2](#))

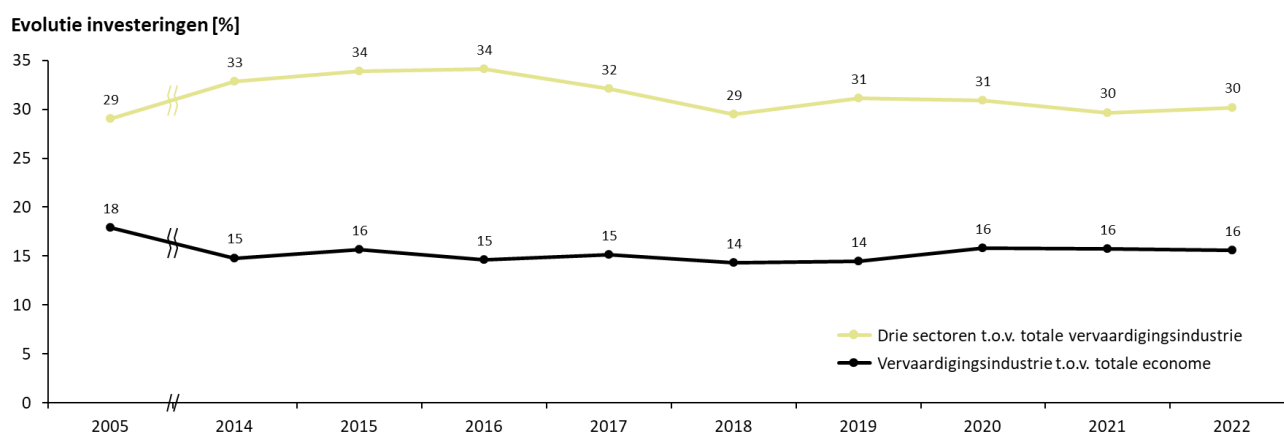
Investeringsen

De totale investeringen in de 3 sectoren is in 2022 met 81% gestegen ten opzichte van 2005, wat boven de inflatie ligt (46,5% in 2022 t.o.v. 2005). Er zijn grote verschillen zichtbaar tussen de sectoren. De chemiesector (+100%) en de metaalsector (+67%) kende de grootste stijgingen. De stijging in de raffinagesector is beperkter (+27%), maar kende wel een hoogtepunt in de periode 2014-2017. Het aandeel van de drie sectoren in de totale vervaardigingsindustrie is relatief constant gebleven tussen 2005 en 2022 op $\pm 30\%$. Het aandeel van de vervaardigingsindustrie zelf in de totale economie is wel afgenomen van 18% naar 16% tussen 2005 in 2022, maar minder sterk als de bruto toegevoegde waarde.

Het is belangrijk om hier te duiden dat investeringen steeds met een vertraging reageren op de economische realiteit. De investeringen in een jaar zijn vaak het resultaat van beslissingen in het investeringsklimaat van jaren voordien.



Figuur 18: Evolutie van de Vlaamse investeringen voor de sectoren chemie, raffinage en staal sinds 2005 ([NBB - Regional accounts by A38 - NUTS 2](#))

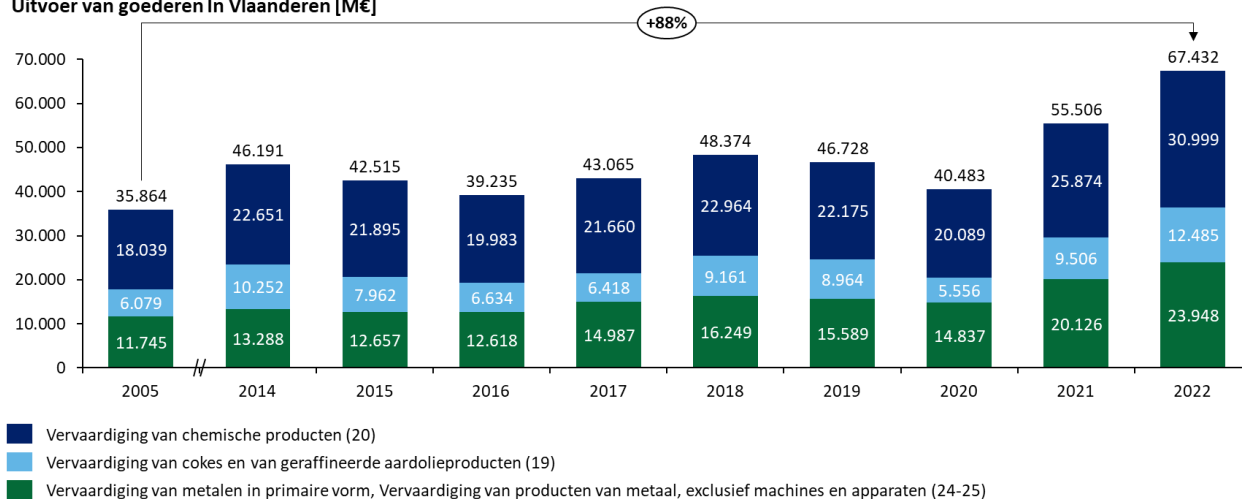


Figuur 19: Evolutie van het aandeel in investeringen van de sectoren chemie, raffinage en staal t.o.v. de totale vervaardigingsindustrie en de totale economie in Vlaanderen ([NBB - Regional accounts by A38 - NUTS 2](#))

Uit- en invoer van goederen

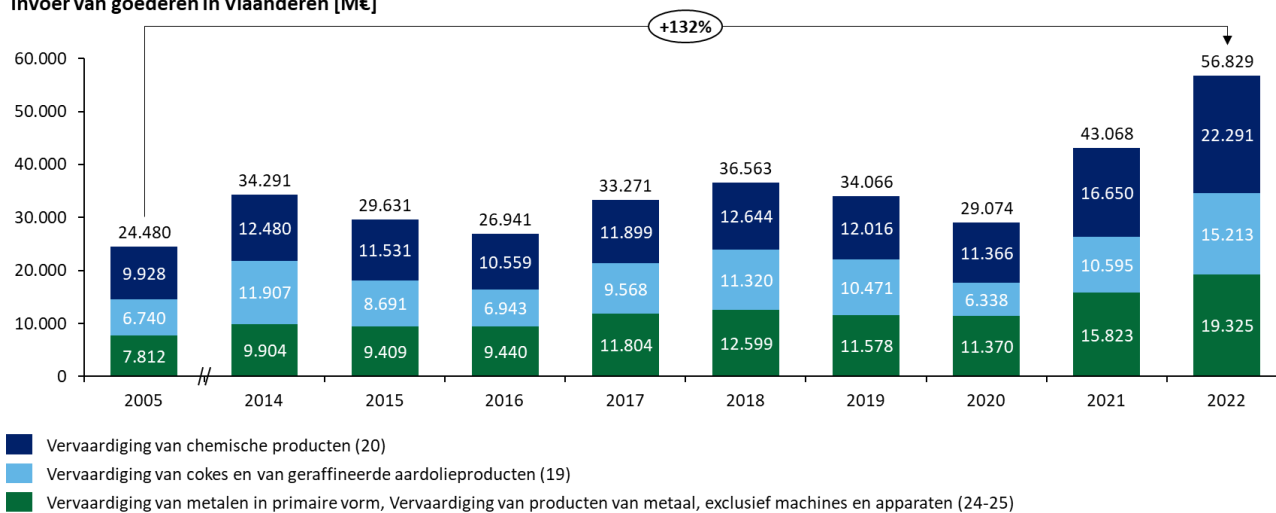
De monetaire waarde van de uitvoer van Vlaamse goederen in de 3 sectoren samen is in 2022 met 88% gestegen ten opzichte van 2005, ook hoger dan de inflatie (46,5%). De stijging in de invoer in dezelfde periode was nog groter en bedroeg 132%. In absolute waarde is het verschil in uit- en invoer van de 3 sectoren samen nagenoeg constant gebleven in de periode 2005-2022 (± 11 miljard euro). De sectoren chemie en metaal zijn netto uitvoerders en de raffinagesector is een netto invoerder. Het aandeel van de drie sectoren in de totale uitvoer van de vervaardigingsindustrie is nagenoeg constant gebleven op 43% in de periode 2005-2022. Het aandeel van de vervaardigingsindustrie in de totale economie is wel gedaald van 63% naar 51% tussen 2005 en 2022.

Uitvoer van goederen In Vlaanderen [M€]

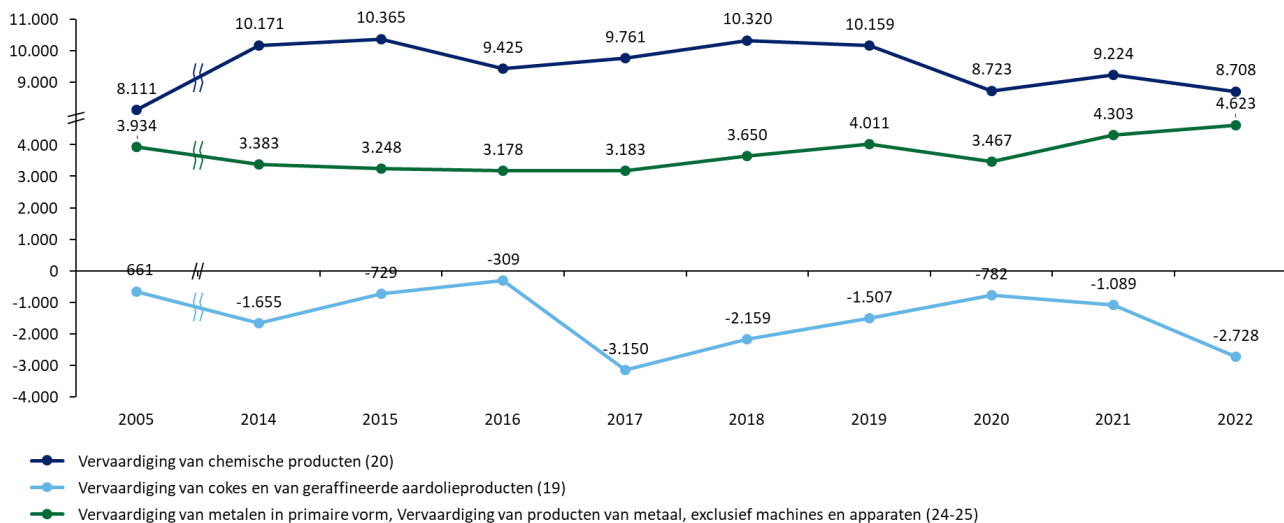


Figuur 20: Evolutie van de Vlaamse uitvoer voor de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal sinds 2005 ([NBB - Regionale verdeling van de in-en uitvoer - NUTS 1](#))

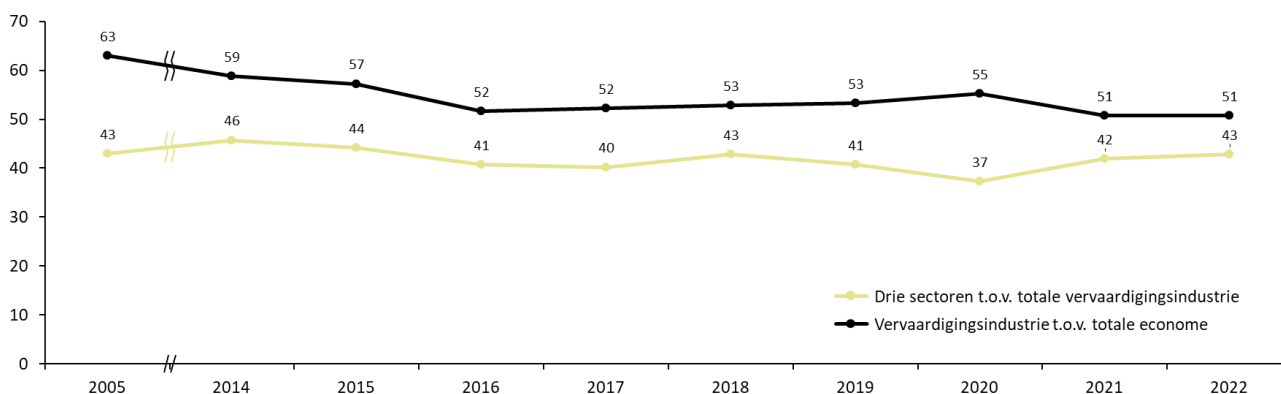
Invoer van goederen In Vlaanderen [M€]



Figuur 21: Evolutie van de Vlaamse invoer voor de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal sinds 2005 ([NBB - Regionale verdeling van de in-en uitvoer - NUTS 1](#))

Evolutie uitvoer t.o.v. invoer [M€]

Figuur 22: Evolutie van het verschil in uitvoer en invoer van goederen van de sectoren chemie, raffinage en staal ([NBB - Regionale verdeling van de in-en uitvoer - NUTS 1](#))

Evolutie uitvoer van goederen [%]

Figuur 23: Evolutie van het aandeel in uitvoer van goederen van de sectoren chemie, raffinage en staal t.o.v. de totale vervaardigingsindustrie en de totale economie in Vlaanderen ([NBB - Regionale verdeling van de in-en uitvoer - NUTS 1](#))

3.2.5. Conclusie

Als algemeen overzicht zijn de referentiewaarden van de verschillende onderzochte parameters uitgezet in de onderstaande tabel voor de jaren 2005, 2019, 2022 en 2023. Voor investeringen, uitvoer en invoer werden enkel waarden voor 2022 gebruikt aangezien de data van 2023 nog niet beschikbaar is in de NBB-websites⁴⁵.

De vorige roadmapstudie beschikte over emissiedata tot 2019. Sinds 2019 zijn de Vlaamse emissies in de sectoren chemie, raffinage en staal verder gedaald, namelijk met 16% in 2023. Dit brengt de totale emissiereductie in 2023 van deze drie sectoren op 25% t.o.v. 2005. De sterkere reductie in emissies tussen 2019 en 2023 komt niet alleen door een overschakeling naar nieuwe processen, maar grotendeels door een lagere productie en bijhorend energiegebruik⁴⁶. De lagere emissies zijn dus grotendeels gelinkt aan een dalende competitiviteit van de drie sectoren. De volgende sectie van dit hoofdstuk gaat hier verder op in.

⁴⁵ De finale data voor het rapport werden uit de NBB, VEKA, Statbel en Worldsteel websites gehaald in februari 2025.

⁴⁶ Dit volgt ook uit het 2022 jaarverslag van de EBO's dat weergeeft dat voor alle ETS bedrijven de verkregen vermeden emissies door energiebesparingsmaatregelen tussen 2019 en 2022 ong. 500 Kton CO₂ bedroeg, wat overeenkomt met een energiebesparing van 6,9 PJ ([Jaarverslag 2022 | EBO Vlaanderen](#)). Vergeleken met 2019 is dit dus een besparing van ong. 2%.

Deze lagere productie heeft (nog) niet geleid tot een sterke daling in tewerkstelling, maar zorgt wel voor stagnatie van de toegevoegde waarde en investeringen. De lagere productie komt voort uit een dalende competitiviteit, wat zich ook uit in de invoer van goederen die sneller toeneemt dan de uitvoer.

Tabel 1: Overzicht van de referentiewaarden in de jaren 2005, 2019, 2022 en 2023 voor de verschillende parameters die onderzocht zijn op de evolutie van de Vlaamse activiteit in de sectoren chemie, raffinage en staal

Parameter	2005 (basisjaar)	2019	Δ% (2005- 2019)	2022	Δ% (2019- 2022)	2023***	Δ% (2022-2023)
Emissies in Mton CO ₂ -eq	27,4	24,4	-11%	22,1	-9%	20,6	-7%
Energiegebruik in PJ	327	323	-1%	293	-9%	284	-3%
Productie staal in Mton**	10,4	7,8	-25%	7,0	-10%	5,9	-16%
Productie raffinage in PJ	1.573	1.477	-5%	1.224	-17%	1.314	+7%
Productie polymeren in Mton**	8,3*	8,2	-1%	6,5	-21%	7,0	+8%
Inflatie België in % t.o.v. 2005	0%	29,6%	+29,6%	46,5%	+13,0%	52,6%	+4,2%
Toegevoegde waarde in miljard €	12,2	13,3	+9%	16,5	+24%	13,3	-24%
Tewerkstelling in duizend personen	113	92	-19%	92	-1%	92	-0%
Investerings in miljard €	2,2	3,3	+50%	4,0	+21%	/***	/
Uitvoer in miljard €	35,9	46,7	+30%	67,4	+44%	/***	/
Invoer in miljard €	24,5	34,1	+39%	56,8	+67%	/***	/

*Voor productie kunststoffen werd 2009 genomen i.p.v. 2005

**Voor productie kunststoffen en staal werd Belgische data gebruikt i.p.v. Vlaamse data

***Voor investeringen, uitvoer en invoer waren enkel gegevens beschikbaar voor 2022, nog niet voor 2023

3.3. De positie van de sectoren chemie, raffinage en staal in Vlaanderen ten aanzien van andere wereldeconomieën

Zoals aangegeven in de vorige sectie staan de Vlaamse energie intensieve sectoren onder competitieve druk met aanzienlijke daling van productie als gevolg. Deze sectie gaat hier verder op in door enerzijds de industriële prestaties van België te vergelijken ten opzichte van Europa, de Verenigde Staten en China op vlak van productie, emissies, energiegebruik en socio-economische factoren. Daarnaast wordt verder ingegaan op de onderliggende factoren die deze competitiviteit onder druk zetten, o.a. energiekosten, arbeidskosten, regelgeving, staatsteun, doorlooptijd vergunningen, enz. De benodigde data zijn verzameld tot februari 2025. Nieuwere data die hierna is gepubliceerd is niet opgenomen in het overzicht.

Het is belangrijk om mee te nemen dat de periode 2020 – 2025 gekenmerkt is door verschillende crisissen (COVID-19, oorlogen, volatiele energieprijzen, inflatie en handelsconflicten) die ook hun impact hebben gehad op de competitiviteit.

3.3.1. Waargenomen evoluties in productie aandeel, emissies, energiegebruik en socio-economische factoren

In de competitiviteitsanalyse is gekozen om de status van België in plaats van Vlaanderen te vergelijken ten opzichte van Europa, de Verenigde Staten en China. Internationale datasets rapporteren vaak enkel tot op nationaal niveau. Vandaar de keuze voor België om gebruik te kunnen maken van zoveel mogelijk identieke datasets om de verschillende parameters te vergelijken. Deze analyse betreft een inkijk in de huidige performantie van België ten opzichte van de andere regio's op het vlak van productie, energiegebruik, emissies en socio-economische factoren. Tabel 2 vat al deze analyses samen en geeft aan of de performantie in België beter (groen), gelijk (geel) of minder goed (oranje en rood) is ten opzichte van Europa. Daarnaast is ook weergegeven hoe Europa scoort ten opzichte van de Verenigde Staten en China. In onderstaande secties vatten we de conclusies uit de tabel samen.

Productie⁴⁷

In de drie sectoren raffinage, petro(chemie) en staal zijn de productievolumes licht gedaald in België in de periode 2014 en 2023⁴⁸, vergelijkbaar met Europa, maar sneller dan de Verenigde Staten. Voornamelijk China kende als enige regio grote productiestijgingen, waardoor ze een steeds groter aandeel van de wereldmarkt voor zich nemen.

In de raffinagesector is de productie in België licht gedaald tussen 2014 en 2023 (-6%), wat minder het geval is in Europa (-2%), de Verenigde Staten (+1%) en vooral in China (+49%). China werd hierdoor de tweede grootste verwerker in plaats van Europa met een aandeel van 18% ten opzichte van 12%. In de staalsector stijgt de productie van China met 24% in de periode 2014-2023, waar die van België afneemt met 19%. In de verkoopcijfers van de chemiesector kent China een enorme groei van 482% in de periode 2008 – 2023 ten opzichte van een 28% groei in België. Dit brengt het marktaandeel van China op 43% in 2022, een stijging van 126% ten opzichte van 2008, in contrast met dalende marktaandelen in België (-50%), Europa (-46%) en de Verenigde Staten (-39%).

Industrieel energiegebruik en bijhorende CO₂-emissies⁴⁹

Op vlak van emissies in het industrieel energieverbruik blinkt België uit (69 tCO₂/TJ). De emissies voor België liggen in 2022 18% lager dan Europa. De bijhorende emissies van de industriële energiemix in Europa (84 tCO₂/TJ) liggen zelf ook lager dan de Verenigde Staten (94 tCO₂/TJ) en voornamelijk China (146 tCO₂/TJ). Eén van de verklaringen hiervoor is dat de bijhorende emissies van het elektriciteitsgebruik, in de bron uitgedrukt in gCO₂/kWh in plaats van tCO₂/TJ, in België (140 gCO₂/kWh) in 2022 veel lager ligt dan in Europa (292 gCO₂/kWh), Verenigde Staten (386 gCO₂/kWh) en China (586 gCO₂/kWh). Het elektriciteitsgebruik in de industriële energiemix neemt in alle regio's toe tussen 2013 en 2022 met uitzondering van de Verenigde Staten (-6%). Het aandeel van elektriciteit in de energiemix

⁴⁷ De productiedata is opgehaald via de volgende bronnen: raffinage – [Energy Institute](#); staal – [Worldsteel](#); chemie – [Cefic](#) & [Eurostat](#) (Gross value added and income by detailed industry (NACE Rev.2)).

⁴⁸ Aangezien de Cefic studie enkel 2008 cijfers vergeleek met 2023 is dit zo opgenomen i.p.v. een vergelijking tussen 2014 en 2023.

⁴⁹ De data in verband met industrieel energiegebruik en emissies werd opgehaald bij [IEA](#). Deze dataset had niet voldoende informatie voor Europa op het niveau van EU27, vandaar werd gekozen om Europa als regio te gebruiken. De industriële emissies omvatten zowel de energetische emissies van de maakindustrie, bouw en de energie-industrie met uitzondering van elektriciteit en warmteproductie voor transport, residentiële en commerciële sectoren. De elektriciteitsemissies werden gevonden op [Our World in Data](#).

in 2022 ligt ook het laagst in de Verenigde Staten met 26%, in de drie andere regio's bedraagt dit 34%. Voornamelijk China kent een sterke stijging in het aandeel elektriciteitsgebruik (+33%) tussen 2013 en 2022, in België is dit +11%.

Socio-economische factoren⁵⁰

Onder socio-economische factoren is in de analyse rekening gehouden met bruto toegevoegde waarde, tewerkstelling en investeringen van de maakindustrie. Voor alle drie parameters is gekeken naar de evolutie in de periode 2013-2022, waaruit blijkt dat de performantie van België iets lager ligt dan dat van Europa. Voor de evoluties in absolute waarden bij toegevoegde waarde en investeringen dient er rekening gehouden te worden met het effect van inflatie. Voor België bedroeg de cumulatieve inflatie 23% tussen 2013 en 2022. Vandaar is ook gekozen om steeds de bijdrage van de maakindustrie te vergelijken met de hele economie.

Bij het uitzetten van het aandeel van de maakindustrie ten opzichte van de totale economie valt op dat de bijdrage van de maakindustrie in België zowel op vlak van toegevoegde waarde (-5%) als tewerkstelling (-12%) licht achteruitgaat, wat minder uitgesproken is in Europa (+3% en -5%). Op vlak van investeringen blijft de bijdrage relatief constant zowel in België (+1%) als in Europa (+2%). Ten aanzien van de Verenigde Staten kent Europa op vlak van extra toegevoegde waarde en investeringen een sterkere evolutie. Dit ligt lager ten aanzien van China in absolute waarden, maar het aandeel van de Chinese maakindustrie ten opzichte van de totale economie daalt wel sterker. China kent als enige regio in deze periode een sterk dalende tewerkstelling (-29%), wat niet het geval is in Europa (+5%), maar wel in België (-12%).

Conclusie met betrekking tot de waargenomen evoluties

De productie in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage kent het voorbije decennium in België een daling, wat zich ook vertaalt in een kleiner wordend aandeel in bruto toegevoegde waarde, tewerkstelling en investeringen van de maakindustrie. Op deze parameters doet België het in vergelijking met Europa iets minder goed tot even goed.

In vergelijking met de Verenigde Staten haalt Europa voor de productieparameters een iets lagere score, maar haalt wel licht betere scores op de socio-economische factoren.

De voornaamste uitschieter is China die in het voorbije decennium een veel groter aandeel van de productie in zowel de raffinage, staal als chemie op zich heeft genomen. Dit resulteerde dan ook in de sterkste stijgingen bij investeringen en bruto toegevoegde waarden van hun maakindustrie. De tewerkstellingen van de Chinese maakindustrie kende wel de grootste daling in vergelijking met de andere regio's.

Op vlak van emissies haalt België wel de beste scores met de laagste emissies in de industriële energiemix, onder andere door het lage emissiegehalte van de Belgische elektriciteit en een stijgend elektriciteitsaandeel in het industrieel verbruik. Op dit vlak haalt China de laagste scores met een industriële energiemix die in 2022 nog steeds meer dan dubbel zoveel emissies uitstootte in vergelijking met België.

⁵⁰ De data voor de socio-economische factoren zijn opgehaald bij [Eurostat](#), [Bureau of Economic Analysis U.S.](#) en [National bureau of statistics of China](#). Voor de tewerkstelling data van China werd gekeken naar de statistieken binnen de “urban non-private units” categorie, gezien data voor de hele maakindustrie, dus ook private en rural, niet beschikbaar is.

Tabel 2: Vergelijkende analyse in verband met de status van de industriële competitiviteit in België t.o.v. Europa, Verenigde Staten en China.

Status industriële competitiviteit en transitie	Score			Parameter	Waarde			
	BE t.a.v. EU	EU t.a.v. VS	EU t.a.v. CH		BE	EU	VS	CH
Productie								
Productie raffinage	-	-	--	Evolutie wereldmarktaandeel 2014 – 2023 (%)	-12% (0,8% -> 0,7%)	-8% (13% -> 12 %)	-5% (20% -> 19%)	+39% (13% -> 18%)
				Evolutie productie 2014 – 2023 (%/ miljoen vaten per dag)	-6% (0,65 -> 0,61)	-2% (12,1 -> 11,9)	+1% (15,8 -> 16,0)	+49% (10,2 -> 15,1)
Productie staal	=	-	--	Evolutie wereldmarktaandeel 2014 – 2023 (%)	-29% (0,4% -> 0,3%)	-29% (9,5% -> 6,7%)	-19% (5,3% -> 4,3%)	+9% (50% -> 54%)
				Evolutie productie 2014 – 2023 (%/ miljoen ton ruwstaal per jaar)	-19% (7,3 -> 5,9)	-20% (157 -> 126)	-8% (88 -> 81)	+24% (823 -> 1019)
Productie chemie	=	-	--	Evolutie wereldmarktaandeel 2008– 2023 (%)	-50% (1,5% -> 0,8%)	-46% (23% -> 13%)	-39% (18% -> 11%)	+126% (19% -> 43%)
				Evolutie verkoop 2008 – 2023 (%/ miljard €)	+28% (31 -> 40)	+39% (470 -> 665)	+57% (364 -> 572)	+482% (384 -> 2235)
Industrieel energiegebruik en bijhorende CO ₂ -emissies								
Emissies in verhouding met industrieel energiegebruik	+	+	++	Emissies per industrieel energieverbruik 2022 (tCO ₂ /TJ)	69,0	84,1	93,5	146,2
				Evolutie per industrieel energieverbruik 2013-2022 (%)	-8% (75 -> 69)	-12% (96 -> 84)	-11% (105 -> 93)	-1% (148 -> 146)
Emissies in elektriciteit	++	+	++	Emissies in elektriciteit 2022 (gCO ₂ /kWh)	140	292	386	586
				Evolutie emissies in elektriciteit 2013-2022 (%)	-24% (184 -> 140)	-18% (357 -> 292)	-18% (502 -> 386)	-23% (717 -> 586)

Elektriciteitsgebruik in industrie	=	+	=	Aandeel elektriciteitsverbruik industrie in 2022 (%)	34%	34%	26%	34%
				Evolutie aandeel elektriciteitsverbruik industrie 2013-2022 (%)	+11% (30% -> 34%)	+4% (33% -> 34%)	-6% (28% -> 26%)	+33% (26% -> 34%)
Socio-economische factoren								
Bruto toegevoegde waarde	-	+	--	Evolutie bruto-toegevoegde waarde maakindustrie 2013 – 2022 (%)	+37%	+44%	+36%	+79%
				Evolutie aandeel t.o.v. totale economie 2013 – 2022 (%)	-5% (14% -> 13%)	+3% (16% -> 17%)	-12% (12% -> 10%)	-13% (31% -> 27%)
Tewerkstelling	-	=	+	Evolutie tewerkstelling maakindustrie 2013 – 2022 (%)	-2%	+5%	+6%	-29%
				Evolutie aandeel t.o.v. totale economie 2013 – 2022 (%)	-12% (11% -> 10%)	-5% (15% -> 14%)	-4% (9% -> 8%)	-23% (29% -> 22%)
Investerings	=	+	--	Evolutie investeringen maakindustrie 2013 – 2022 (%)	+55%	+61%	+44%	+63%
				Evolutie aandeel t.o.v. totale economie 2013 – 2022 (%)	+1% (14% -> 14%)	+2% (15% -> 15%)	-15% (17% -> 15%)	-9% (34% -> 31%)

3.3.2. Analyse onderliggende competitiviteitsfactoren

De competitiviteit van de energie-intensieve sectoren wordt zowel bepaald door productieprijsbepalende factoren als andere factoren. De productieprijsbepalende factoren omvatten:

1. Energie en feedstock
2. Investeringskost: inflatie
3. Arbeid
4. Regelgeving of milieubescherming
5. Staatsteun of belastingen
6. Logistiek

Onder andere factoren vallen:

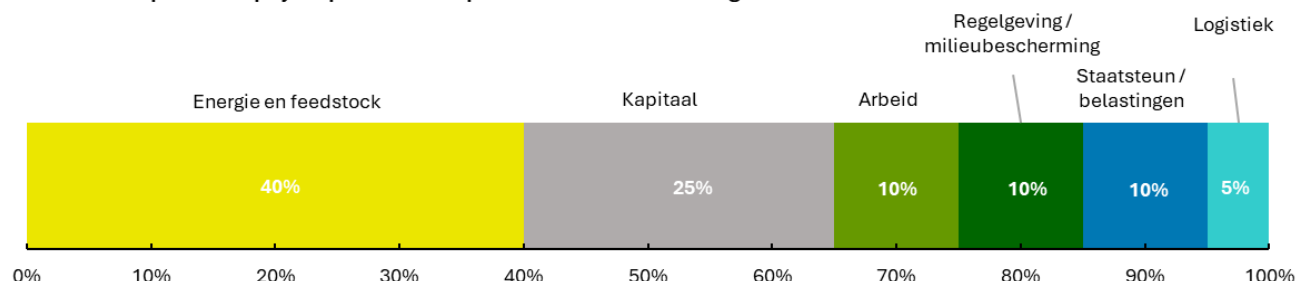
1. Innovatiepotentieel
2. Talent
3. Marktvraag
4. Vergunningen
5. Beschikbare infrastructuur

De positionering van België ten aanzien van Europa, Verenigde Staten en China in deze onderliggende factoren is verder toegelicht in de volgende secties.

Productieprijsbepalende competitiviteitsfactoren

Niet alle onderstaande factoren hebben een even grote impact op de productieprijs. In een recente competitiviteitsstudie van Cefic⁵¹ voor de Europese chemiesector werden gewichten bepaald voor deze factoren om dit in rekening te brengen. De factoren die gelinkt zijn aan de productie van “upstream chemicals” welke meer kapitaal en energie intensief zijn (zie Figuur 24), zijn toepasselijk voor de energie-intensieve sectoren in de scope van deze studie.

Gewichten productieprijsbepalende competitiviteitsfactoren energie-intensieve sectoren



Figuur 24: Gewichten productieprijsbepalende competitiviteitsfactoren die zijn opgenomen in de Cefic Advancy studie voor “upstream chemicals”

Voor raffinage vormt de kost van grondstoffen (ruwe aardolie) de grootste kostenfactor (60-70% van totale productiekosten). De kost voor energie (niet feedstock gerelateerd) bedraagt 5-10% van de productiekosten. Het aandeel van de arbeidskosten bedraagt 10-15%. Het resterende percentage (ongeveer 10-25%) omvat posten zoals onderhoud, katalysatoren, chemicaliën, overhead en kapitaal gerelateerde uitgaven⁵².

Voor staalproductie maken opnieuw de feedstock en grondstoffen (e.g. ijzererts, steenkool) het grootste deel uit van de productiekost (tot 65%). Het aandeel van de energiekost bedraagt ongeveer 17%. Arbeidskost zit rond de 7%. De resterende kosten (e.g. kapitaal, onderhoud en CO₂ kost) maken ongeveer 15% uit van de totale productiekost⁵³.

De meest invloedrijke componenten op de productieprijs voor deze sectoren zijn bijgevolg de kosten die gerelateerd zijn aan energie en “feedstock”, gevolgd door kapitaalkosten. De kosten gerelateerd aan arbeid en logistiek hebben een lager gewicht voor de energie-intensieve sectoren, maar worden steeds belangrijker bij de meer “downstream” waardenketens.

De scores van België ten aanzien van de andere regio's zijn opgenomen in Tabel 3 en worden verder toegelicht in de volgende secties.

⁵¹ Cefic, the competitiveness of the European chemical industry ([link](#))

⁵² CONCAWE. (2012). *EU Refinery Energy Systems and Efficiency*. Beschikbaar via: https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/rpt_12-03-2012-01520-01-e.pdf

⁵³ JRC, 2020, Production costs from iron and steel in the EU and third countries. Beschikbaar via: https://www.eurofer.eu/assets/news/eu-technical-report-on-production-costs-from-the-iron-and-steel-industry-in-the-eu-and-third-countries/production_costs_from_the_iron_and_steel_industry_-_final_online.pdf

Tabel 3: Overzichtstabel met vergelijkende analyse tussen België, Europa, Verenigde Staten en China op vlak van productieprijsbepalende competitiviteitsfactoren

Productieprijsbepalende competitiviteitsfactoren	Score		
	BE t.a.v. EU	EU t.a.v. VS	EU t.a.v. CH
Energie en feedstock	=	--	-
CAPEX (inflatie)	=	-	--
Arbeid	-	+	--
Regelgeving of milieubescherming	-	--	--
Vennootschapsbelasting	-	=	+
Staatsteun transitie	-- (*)	(o)	N/A
Logistiek (LPI)	+	++ (**)	++(**)

(*) t.a.v. buurlanden, (o) onduidelijk in hoeverre de belangrijke staatssteun onder de Inflation Reduction Act blijft bestaan, (**) rechtstreekse vergelijking met België.

Energie en feedstock

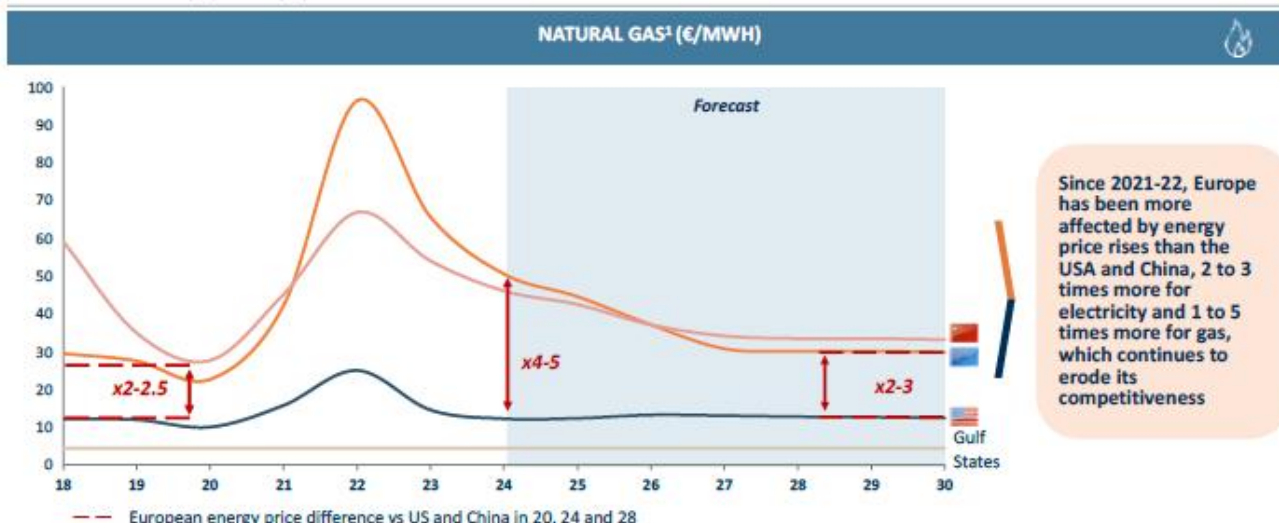
Op vlak van energieprijzen kenden zowel elektriciteit als gas sterke stijgingen in Europa tijdens de energiecrisis (2021-2023). Deze prijzen zijn sindsdien gedaald maar liggen nog steeds merkbaar hoger ten opzichte van voor 2021. Vergeleken met de Verenigde Staten liggen zowel de elektriciteit- en de gasprijzen veel hoger in Europa (x4 voor gas en x2 voor elektriciteit)⁵⁴. Ten aanzien van China zijn voornamelijk de elektriciteitsprijzen veel hoger (x2).

Landen met meer potentieel om zich in de toekomst overvloedig te voorzien met lokaal geproduceerde goedkope hernieuwbare energie kunnen een extra prijsvoordeel bekomen, wat de competitiviteit van de Belgische energie-intensieve industrie verder onder druk zal zetten. Dit kan het fenomeen 'green relocation'⁵⁵ versterken waarbij energie-intensieve industriële grondstoffen elders geproduceerd worden om vervolgens in België te worden geïmporteerd.

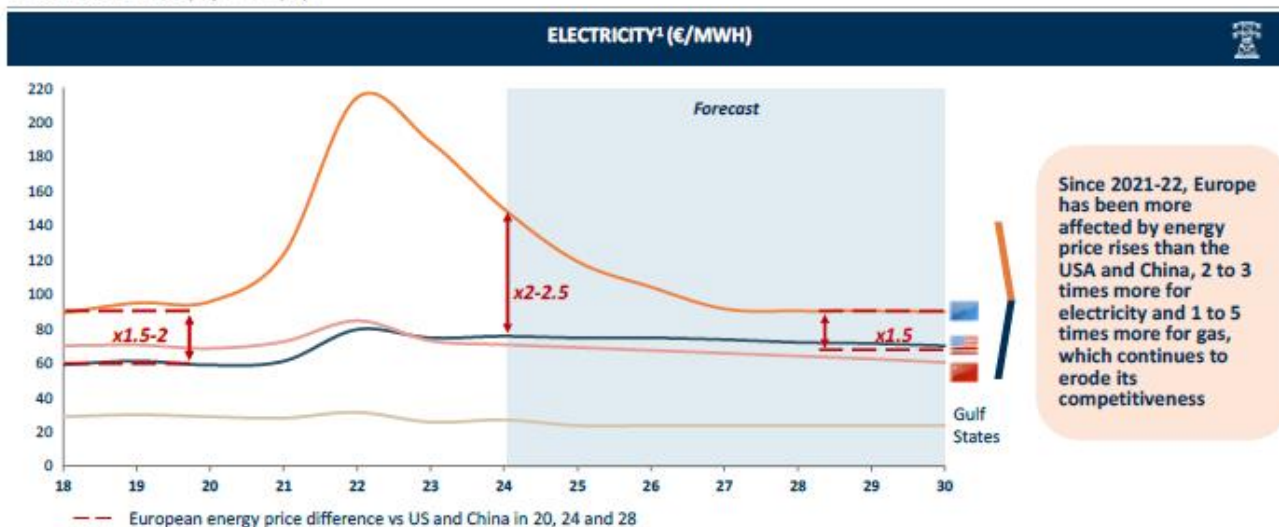
⁵⁴ Cefic, 2025, The Competitiveness of the European Chemical Industry

⁵⁵ [Impact of global heterogeneity of renewable energy supply on heavy industrial production and green value chains | Nature Energy](#)

2018-2024E-2030, €/MWH, €/T



2018-2024E-2030, €/MWH, €/T



Figuur 25: Vergelijkende analyse van elektriciteit- (boven) en gasprijzen (onder) tussen Europa, Verenigde Staten, China en Golfstaten in de jaren 2018 - 2030 (Cefic)

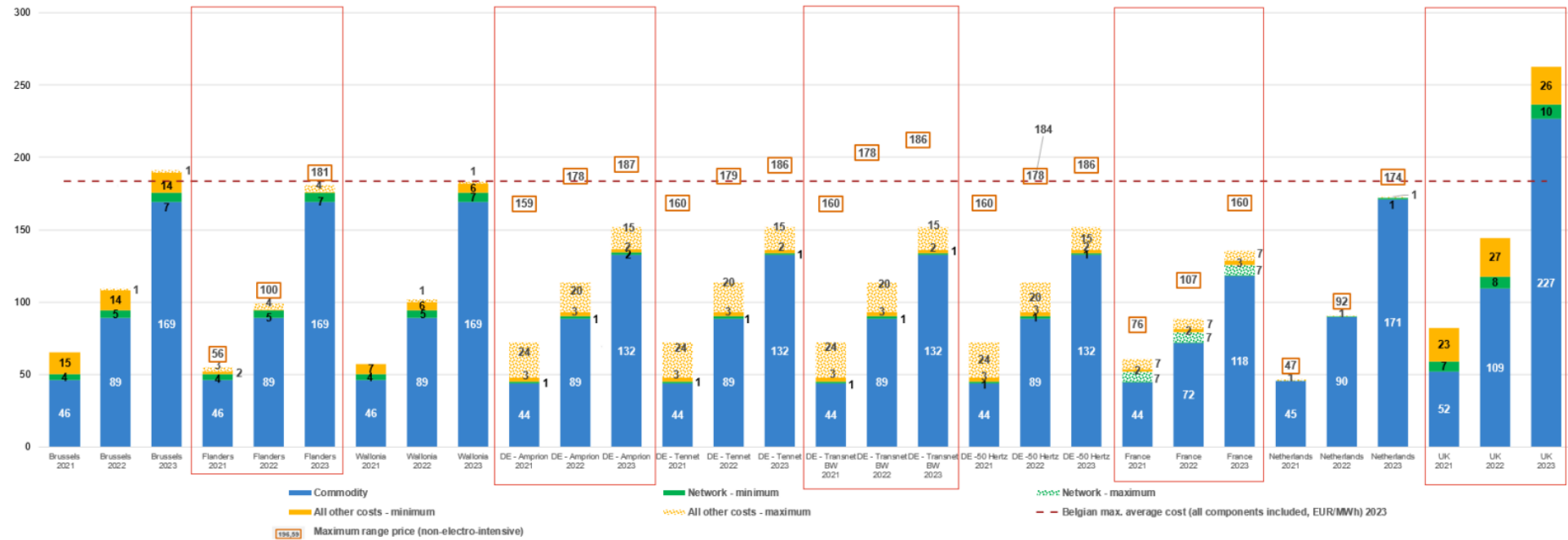
Om de vergelijking te maken met Europa is gekozen om de prijzen van Vlaanderen te vergelijken met de directe buurlanden (Duitsland, Frankrijk en Nederland) via de Forbeg studies⁵⁶ (zie Figuur 26). Hierbij werd gekozen om te kijken naar de grootste energieverbruikers, namelijk E4 (>500.000 MWh) voor elektriciteit en G2 (>2.500.000 MWh) voor gas.

Deze analyse laat zien dat de elektriciteitsprijzen in 2023 hoger lagen dan in Duitsland, Frankrijk en Nederland. Ook in 2020, 2021 en 2024 lagen de elektriciteitsprijzen in Vlaanderen iets hoger tot een gelijkaardig niveau dan in Duitsland en Nederland, en aanzienlijk hoger dan Frankrijk⁵⁷. De gasprijzen in Vlaanderen lagen op een gelijkaardig niveau vergeleken met Duitsland, Frankrijk en Nederland.

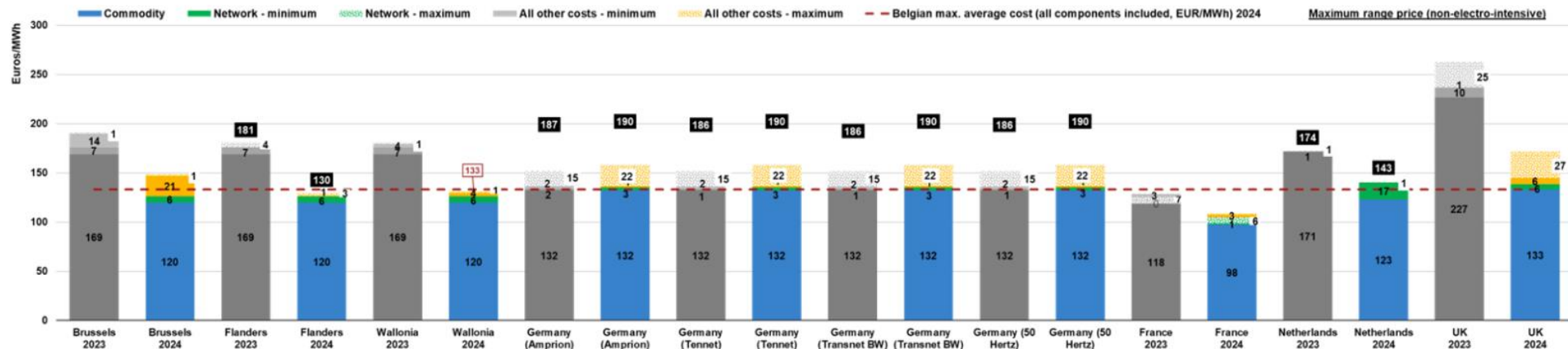
⁵⁶ [A European comparison of electricity and natural gas prices for residential, small professional and large industrial consumers - 2024 | CREG: Commissie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas](#)

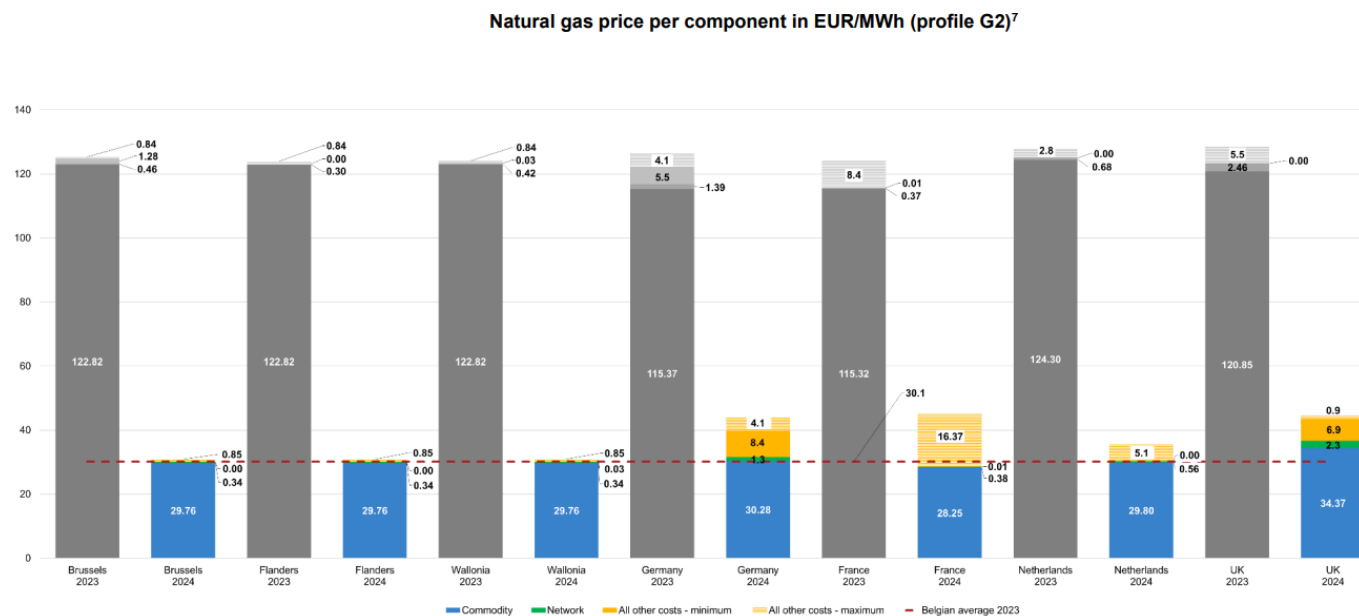
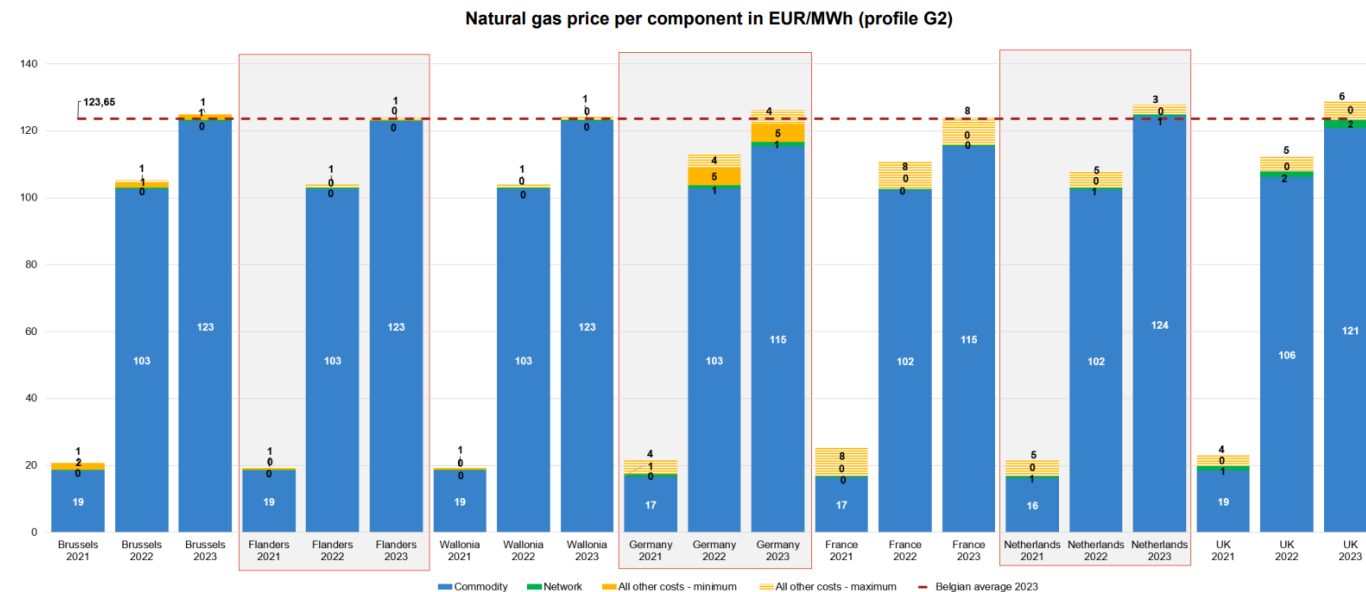
⁵⁷ In mei 2025 zijn nog actuelere cijfers gepubliceerd die niet meegenomen zijn in deze analyse. De link hiernaar is: [F20250514EN.pdf](#)

Electricity price by component in EUR/MWh (profile E4)



Electricity price by component in EUR/MWh (profile E4)





Figuur 26: Vergelijkende analyse van elektriciteit- en gasprijzen tussen België, Duitsland, Frankrijk en Nederland in de jaren 2021-2024 (Forbeg studie).

Voor wat betreft feedstock in de sector chemie is er door de sancties op Russische export een (beperkt) competitief voordeel in Azië wat betreft nafta omwille van afgeleide export. Dit is beperkt omwille van enkele recente ongelukken in Russische raffinage-installaties⁵⁸. De verwachting is dat de verschillen in nafta prijzen tussen economische regio's beperkt blijven (tussen 600 en 620 EUR per ton in 2030 met hogere prijs in Europa). Voor ethaan blijft de Verenigde Staten een groot competitief voordeel houden omwille van grootschalige lokale productie⁵⁹.

De gemiddelde prijs voor coking-steenkool voor staalproductie is net als de gas- en elektriciteitsprijs stevig gedaald sinds begin 2023 (met prijzen rond 200 USD per ton eind 2024 ten opzichte van een piekprijs rond 325 USD per ton in 2023). Dit is gerelateerd aan de globale overcapaciteit in staalproductie. De prijzen in Azië liggen lager door surplus aan mogelijke import uit Australië en Rusland met regionale prijzen onder 200 USD per ton⁶⁰. Door Chinese importtarieven op Amerikaanse coking-steenkool zal dit de prijs voor deze steenkool in Europa hoogstwaarschijnlijk doen dalen^{61,62}. De prijs voor ijzererts in Europa ligt structureel lager dan in China en de Verenigde Staten (maar hoger ten opzichte van Indië)⁶³.

De prijs van ruwe aardolie blijft net als de gasprijs boven de pre-energiecrisis prijs (e.g. rond 70 USD per vat in 2025 ten opzichte van prijzen rond 50-60 USD per vat in periode 2016-2020)^{64,65}. De Verenigde Staten en het Midden-Oosten hebben hier een structureel competitief voordeel door grootschalige lokale productie.

⁵⁸ <https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2544301-naphtha-east-west-economics-becoming-unworkable>

⁵⁹ Cefic, 2025, The Competitiveness of the European Chemical Industry

⁶⁰ <https://gmkncenter/en/news/asian-coking-coal-prices-accelerated-their-decline/>

⁶¹ <https://www.spglobal.com/commodity-insights/en/news-research/latest-news/metals/020625-us-china-tariff-war-may-create-glut-of-us-coking-coal-cargoes-in-asia>

⁶² Gebaseerd op assessment in February 2025. Omwille van de volatiliteit met betrekking tot importtarieven wereldwijd, en in de VS in het bijzonder, kan deze context veranderen.

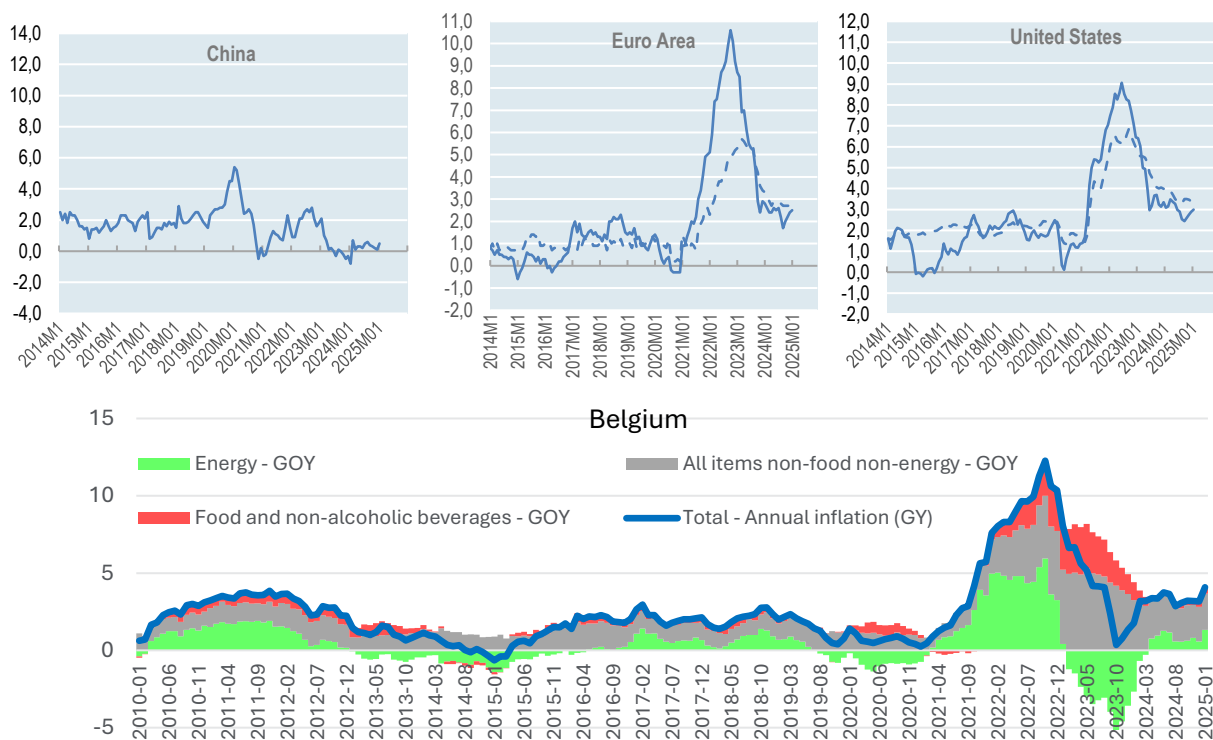
⁶³ <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/iron-ore-price-index/>

⁶⁴ <https://tradingeconomics.com/commodity/crude-oil>

⁶⁵ De huidige economische context maakt het moeilijk om betrouwbare voorspellingen te geven voor oliepijzen.

Investeringskost: inflatie

De gestegen investeringskost (“CAPEX”) omwille van inflatie vormt één van de belangrijke factoren⁶⁶ voor het uitblijven van finale investeringsbeslissingen voor industriële klimaatprojecten (e.g. blauwe waterstof).



Figuur 27: Vergelijking evolutie inflatie China, EU, Verenigde Staten en België (All items and All items less food less energy, (CIP/HICP))

De inflatie in de Verenigde Staten en EU liep ongeveer gelijk. De inflatie in China bleef heel laag. De Belgische inflatie ligt in lijn met de Europese. Een belangrijke factor in de inflatie tussen 2021 en 2023 was de stijging van de energieprijzen.

Arbeid

De arbeidskost in België is duidelijk hoger dan het Europees gemiddelde, maar ligt in dezelfde lijn als de buurlanden. Het verschil met de buurlanden is ook kleiner geworden de laatste jaren⁶⁷. Het Europees gemiddelde ligt lager dan dat van de Verenigde Staten. China heeft de goedkoopste arbeidskrachten⁶⁸. De productiviteit in de chemische industrie ligt in Europa hoger dan in de Verenigde Staten⁶⁹.

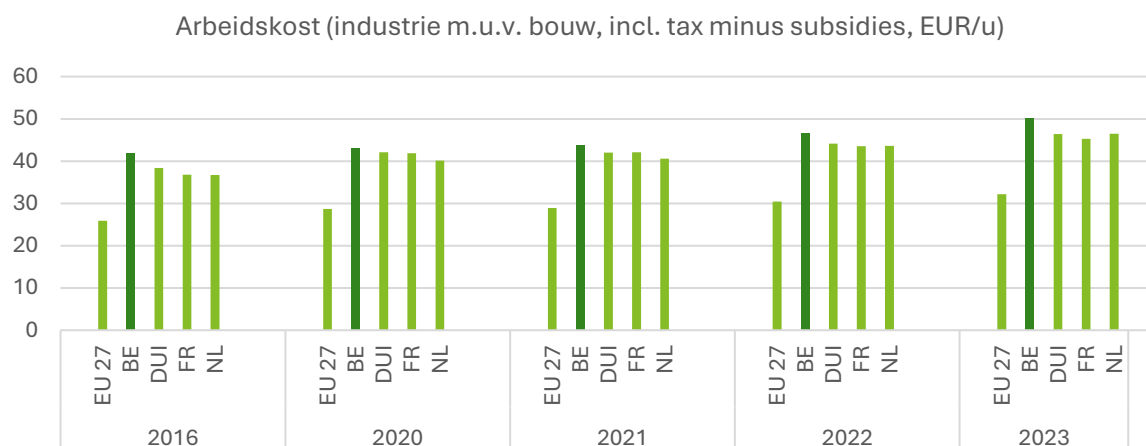
Zoals voorheen reeds aangegeven maken de arbeidskosten slechts een heel beperkt aandeel (rond 10%) uit van de productiekosten in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage. Dus de impact van hogere arbeidskost in deze sectoren is beperkt.

⁶⁶ Andere factoren houden verband met regelgeving, productiekosten en het daarmee gerelateerd negatief investeringsklimaat in de industrie omwille van lagere vraag en productie in de EU.

⁶⁷ Via Eurostat: “Labour cost levels by NACE2 lc_lci_lev”

⁶⁸ Cefic, 2025, The Competitiveness of the European Chemical Industry

⁶⁹ <https://media.rabobank.com/m/64a395bc07befd63/original/Euro-area-and-US-economic-competitiveness-A-comparative-analysis-of-unit-labor-costs.pdf>



Figuur 28: vergelijkende analyse van arbeidskosten (Eurostat)

Regelgeving en milieubescherming

In Europa kan tot 10% van de productiekosten voor bedrijven actief in de (petro)chemische sector naar kosten gaan gerelateerd aan (milieu)regelgeving. In vergelijking met andere regio's is het Europese beleid regulerend gedreven in plaats van stimulerend⁷⁰. Het Europese industrieel beleid lijkt vaak complex en moeilijk voorspelbaar. Dit komt ook omdat industrieel beleid een gemengde Europese bevoegdheid is met initiatieven van zowel de lidstaten als de Europese Commissie, onder andere vanwege het subsidiariteitsbeginsel waardoor Europa enkel regels maakt voor de “grotere” bedrijven. In Vlaanderen is de milieuregelgeving gebaseerd op het BBT-principe voor alle inrichtingen (zowel Europees gereguleerde als lokaal), wat door de OESO beschreven is als “best practice”⁷¹.

Het afzwakken van (milieu)regelgeving onder de nieuwe Amerikaanse regering zou de kostenkloof op dat vlak tussen Europa en de Verenigde Staten nog kunnen doen toenemen⁷². Het Carbon Border Adjustment Mechanism (“CBAM”) zou voor de sectoren die eronder vallen (e.g. staal, kunstmest, waterstof, etc.) voor een deel het ongelijk speelveld met betrekking tot CO₂ kosten (volgens het EU ETS) moeten opvangen. CBAM treft enkel import van deze goederen en helpt niet om Europese producten competitiever te maken op de wereldmarkt. Daarenboven bestaat er een risico op zogenaamde achterpoortjes door import van half afgewerkte en afgewerkte producten of via een verschuiving van export van minder vervuilende goederen naar Europa (en meer vervuilende naar niet EU markten) zonder een verbetering van de algemene CO₂ intensiteit⁷³.

Wat Vlaanderen (en Nederland) betreft is er bijkomende regelgevende druk met betrekking tot stikstof- en ammoniakemissies en deposities. Deze zorgt vooral voor grote onzekerheid met betrekking tot de zogenaamde “licence to operate”. Dit kan zelfs een negatieve impact hebben op nieuwe investeringen die een veel lagere CO₂ uitstoot hebben. Andere Europese lidstaten kennen deze problematiek (voorlopig) minder. De problematiek komt in Vlaanderen onder andere voort doordat veel natuurgebieden al lang onder constante stikstofdruk staan⁷⁴.

Vennootschapsbelasting en staatsteun

De vennootschapsbelasting in België ligt op 25%, dit ligt boven het Europees gemiddelde (21,2%) en het gemiddelde in de Verenigde Staten (21%) maar ligt op zelfde niveau als China (25%)⁷⁵.

Ten opzichte van de buurlanden ontbreekt er in Vlaanderen voorlopig een grootschalig transitie-instrument voor de ondersteuning van investeringen in klimaatvriendelijke technologie in de industrie. Er zijn recente beslissingen van de Europese Commissie rond de goedkeuring van staatssteun voor zulke instrumenten in Frankrijk (4 miljard EUR

⁷⁰ Cefic, 2025, The Competitiveness of the European Chemical Industry

⁷¹ [Best Available Techniques \(BAT\) for Preventing and Controlling Industrial Pollution - Activity 1: Policies on BAT or similar concepts Across the World | OECD](#)

⁷² Ook de aangekondigde handelstarieven zullen een impact hebben maar deze is moeilijk in te schatten omdat deze in sommige gevallen de productiekost in de VS zullen doen toenemen (e.g. duurdere geïmporteerde materialen).

⁷³ <https://www.eurofer.eu/press-releases/clean-industrial-deal-right-diagnosis-but-more-radical-change-is-urgently-needed-to-turn-the-tide-says-eurofer>

⁷⁴ [Wat is het probleem met stikstof? | Vlaanderen.be](#)

⁷⁵ <https://tradingeconomics.com/belgium/corporate-tax-rate#>

steun), Duitsland (5 miljard EUR steun) en Nederland (750 miljoen EUR steun)⁷⁶. De kans is groot dat Duitsland als deel van het pas goedgekeurde nationaal investeringsplan nog een aanzienlijk aandeel bijkomende middelen zal vrijmaken⁷⁷. Bovenstaande mechanismen staan los van eventuele andere projectgebonden steun.

Langs de andere kant doet Vlaanderen het goed met betrekking tot het aandeel steun dat verkregen is onder het EU ETS innovatiefonds.

Logistiek

De concentratie van activiteiten in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage in zeehavens geeft een competitief voordeel zeker ten opzichte van industrie die zulke toegang niet heeft. In de bredere “logistical performance index” (“LPI”) 2023 van de Wereldbank⁷⁸, een benchmarkingrapport van de logistieke efficiëntie van alle landen ter wereld, vooral op gebied van internationale handel en verkeer, staat België op de 7^{de} plaats. Onder Duitsland en Nederland maar boven Frankrijk en ver boven de Verenigde Staten en China.

Andere competitiviteitsfactoren

Voor de andere competitiviteitsfactoren zijn de inzichten van de vergelijkende analyse met andere regio's opgenomen in Tabel 4. De detailbespreking volgt in de volgende secties.

Tabel 4: Overzichtstabel met vergelijkende analyse tussen België, Europa, Verenigde Staten en China op vlak van andere competitiviteitsfactoren

Andere competitiviteitsfactoren	Score		
	BE t.a.v. EU	EU t.a.v. VS	EU t.a.v. CH
Innovatiepotentieel	++	--	--
Talent	=	-	--
Marktvraag	=	--	-
Vergunningen	++	=	=
Beschikbare infrastructuur	++	Afhankelijk van locatie	Afhankelijk van locatie

⁷⁶ Zie: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_2785,

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_846, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_3962

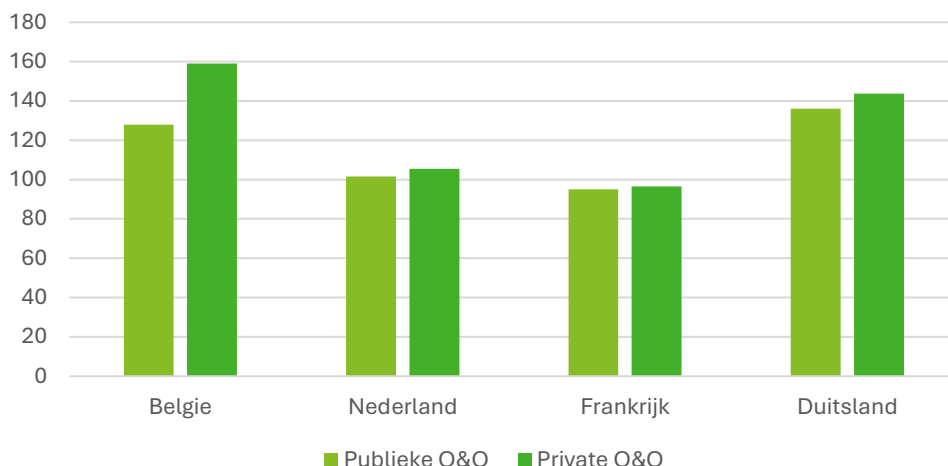
⁷⁷ Dit investeringspakket voorziet 100 miljard EUR voor klimaat gerelateerde investeringen, ook buiten de industrie.

⁷⁸ https://lpi.worldbank.org/sites/default/files/2023-04/LPI_2023_report.pdf

Innovatiepotentieel

Hoewel de publieke O&O-besteding van Europa in verhouding tot het BBP vergelijkbaar is met of zelfs iets hoger ligt dan die van de Verenigde Staten en China, blijft de totale O&O-besteding aanzienlijk achter, voornamelijk door aanzienlijk lagere investeringen vanuit de bedrijfssector⁷⁹.

Vlaanderen zit zowel qua publieke als private O&O bestedingen ver boven het Europese gemiddelde en wordt bestempeld als een innovatieleider in Europa⁸⁰. Vlaamse O&O-uitgaven ten opzichte van het BBP zijn bij de hoogste van Europa, en de private O&O-uitgaven zijn de hoogste van Europa. Ook België doet het op dat vlak heel goed ten opzichte van het Europees gemiddelde en moet op vlak van publieke O&O investeringen enkel Duitsland laten voorgaan. Chemie en (vooral) life-sciences zijn verantwoordelijk voor 2/3 van de industriële O&O investeringen in België⁸¹.



Figuur 29: Relatieve scores t.o.v. EU gemiddelde voor publieke en private O&O investeringen (EU innovation scoreboards 2024)⁸²

Talent

Het blijft een uitdaging om geschoold personeel aan te trekken in de industrie. De 2025 knelpuntberoepenlijst voor Vlaanderen toont onder andere een tekort aan onderhoudsmechanici en techniekers voor industriële installaties, twee onmisbare profielen in industriële productie⁸³.

Voor wat betreft toekomstige werknemers in de industrie is het onrustwekkend dat zowel de PISA scores (wiskunde en wetenschappen) als de interesse in STEM richtingen in Vlaanderen afnemen^{84,85}. Deze tendensen, indien doorgezet, zullen op termijn de competitiviteit van de industrie schade toebrengen. Vergeleken met de directe buurlanden en de Verenigde Staten liggen de PISA scores momenteel wel nog op een gelijkaardig niveau.

⁷⁹ Draghi M., 2025. "The future of European competitiveness – A competitiveness strategy for Europe"

⁸⁰ https://ec.europa.eu/assets/rtd/ris/2023/ec_rtd_ris-regional-profiles-belgium.pdf

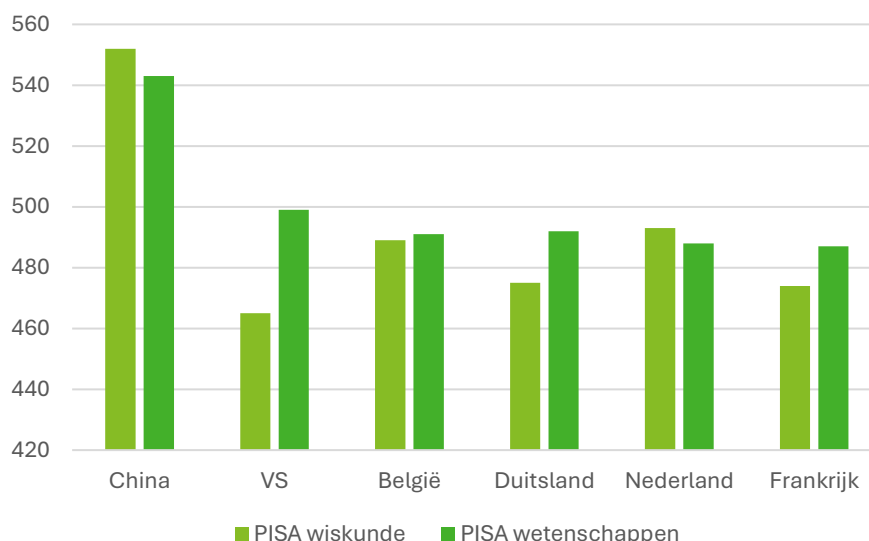
⁸¹ Ten belope van 6.3 miljard EUR in 2023. <https://www.essenscia.be/chemie-en-life-sciences/kerncijfers/>

⁸² Zie: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en

⁸³ <https://www.besox.be/vlaamse-knelpuntberoepen/>

⁸⁴ <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/12/05/onderwijs-pisa-resultaten-wiskunde-lezen-wetenschappen/>

⁸⁵ <https://www.tijd.be/politiek-economie/belgie/vlaanderen/populariteit-stem-richtingen-neemt-af-bedrijven-kijken-naar-het-buitenland-zo-vinden-bij-ons-het-talent-niet-meer/10459751.html>

Figuur 30: PISA 2022 scores wiskunde en wetenschappen⁸⁶

Marktvraag

Naast de hogere energiekosten in Europa is het terugvallen van de marktvraag uit belangrijke sectoren zoals bouw en “Automotive” één van de voornaamste redenen voor de dalende productie in de sectoren chemie en staal in Europa⁸⁷. Ook in China is er een opmerkelijke stagnatie in binnenlandse vraag. Deze wordt echter opgevangen door het stimuleren van productie voor export⁸⁸. De Verenigde Staten kende de afgelopen jaren een sterke economische groei, ook in industriële sectoren. De verklaringen hiervoor waren een grotere immuniteit voor hoge energieprijzen (door binnenlandse productie van olie en gas) en een groot stimuleringsprogramma (Inflation Reduction Act). Voor wat betreft België in verhouding tot Europa zien we, zoals hiervoor gesteld, dat de reductie in productie (chemie en staal) het niet beter of slechter doet dan de Europese trend.

Stimuleren van downstream vraag samen met het verbeteren van factoren die de kosten drukken en het gebruik van (Europese) verdedigingsmechanismen tegen oneerlijke handel zullen de belangrijkste instrumenten zijn om de Europese basisindustrie gezond te krijgen. In dat kader zal het recent aangekondigde Duitse investeringsprogramma (500 miljard EUR) hoogstwaarschijnlijk een belangrijk spillover effect kennen naar de rest van de Europese industrie en waarschijnlijk de buurlanden in het bijzonder.

Voorts kan de vergroening van producten een bijkomende drijfveer zijn om te investeren in productieprocessen met een lage CO₂ uitstoot. Zo kondigde de Europese Commissie als onderdeel van haar Clean Industrial Deal een vergroening van overheidsaanbestedingen aan samen met de introductie van (vrijwillige) labels voor klimaatvriendelijke producten (e.g. groen staal).

Vergunningen

Business Europe voerde van maart tot december 2023 een bevraging uit onder ongeveer 240 bedrijven⁸⁹. De vergunningstermijn bedraagt gemiddeld tussen de 1 en 6 jaar in Europa, waarbij meerdere bevoegde instanties betrokken zijn. Ongeveer 53% van de bedrijven beschouwt dit als een “ernstig probleem” bij het nemen van een investeringsbeslissing en 83% ziet het als een belemmering. Uit de studie komen problemen bij het verkrijgen van vergunningen naar voor zoals de responstijd, onderbezetting van de betrokken overheden, complexiteit tussen nationale en Europese wetgeving, gebrek aan coördinatie tussen de verschillende overheden en het feit dat er meerdere overheden betrokken zijn. Volgens het onderzoek duurt het verkrijgen van een vergunning in de Verenigde Staten ongeveer 4,5 jaar en gemiddeld tussen de 2 en 5 jaar in China⁹⁰.

⁸⁶ <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/pisa-scores-by-country#title>

⁸⁷ <https://www.icis.com/chemicals-and-the-economy/2025/01/europes-chemical-industry-and-its-economy-face-an-existential-challenge/>

⁸⁸ <https://carnegieendowment.org/posts/2024/07/why-is-it-so-hard-for-china-to-boost-domestic-demand?lang=en>

⁸⁹ https://www.besnesseurope.eu/wp-content/uploads/2025/02/2024-02-13_besnesseurope_permitting_swot_analysis_-_final_report-ca3-1.pdf

⁹⁰ Cefic, 2025, The Competitiveness of the European Chemical Industry

In Vlaanderen ligt de termijn voor het verkrijgen van een omgevingsvergunning op maximaal 135-150 dagen, verlengbaar met 60 dagen⁹¹. Zoals reeds vermeld voordien, maakt niet voldoende op elkaar afgestemde EU-regelgeving dit proces in Vlaanderen complexer, via onder andere de stikstofproblematiek in de habitatrichtlijn in combinatie met regelgeving voor water, lucht, bodem, afval, energie, klimaat. Deze elementen samen kunnen resulteren in onzekerheid met betrekking tot de “licence to operate”. Voorts kunnen beroepsprocedures tijdens of na het vergunningsproces een grote impact hebben op de uiteindelijke termijn voor het verkrijgen van een omgevingsvergunning. Langs de andere kant doen de overheden in ons land grote inspanningen om grote investeringsprojecten rechtszekerheid te geven binnen het vergunningskader.

Beschikbare infrastructuur

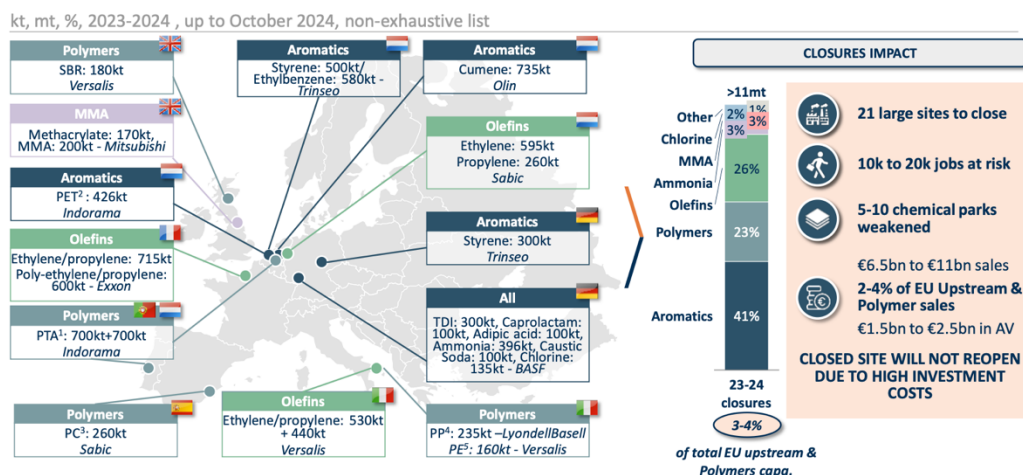
Door haar ligging en de aanwezigheid van zeehavens vormt Vlaanderen een knooppunt van infrastructuur voor industriële bevoorrading (elektriciteit, gas, olie, etc.). Voorts kent Vlaanderen reeds één van de grootste waterstof-netwerken ter wereld. Het potentieel om bijkomende infrastructuur aan te leggen voor CO₂, waterstof (e.g. pijpleidingen) en interconnecties voor elektriciteit is dan ook groot.

Sluitingen in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage

De afgelopen jaren waren er in Europa ten gevolge van de energie- en vraagcrisis grote sluitingen, in het bijzonder in de (petro)chemische sector. Terwijl er in Vlaanderen inderdaad grote bedrijfssluitingen plaatsvonden (e.g. Ontex, Van Hool, etc.) is de (petro)chemische sector ten opzichte van de buurlanden hier beter van gevrijwaard gebleven, alhoewel er ook aantal sluitingen, herstructureringen en afvloeiingen plaatsvonden⁹². Hetzelfde geldt voor staalproductie⁹³ en raffinage. Uiteraard hebben al deze sectoren op een lager pitje gedraaid met onderbenutting van de capaciteit.

Er is geen één sluitende verklaring voor het voorlopig uitblijven van zulke grote sluitingen in Vlaanderen. Factoren die een rol spelen zijn onder andere de strategische locatie in de zeehavens en de verwevenheid van raffinage en chemie waardenketens die een impliciete robuustheid met zich meebrengt. Standalone installaties zijn meer kwetsbaar.

European capacity closure announcements



Figuur 31: Aankondigen van sluiting in Europese Chemie (Cefic⁹⁴)

⁹¹ <https://www.vlaio.be/nl/begeleiding-advies/bedrijfslocatie/bouwen-en-uitbreiden/de-omgevingsvergunning#:~:text=105%20dagen%2C%20tenzij%20er%20advies.een%20omgevingsvergunnings%2Dcommissie%20vereist%20is>

⁹² In april 2025 kondigde Total Antwerpen de sluiting aan van een (oudere) nafta-stoomkraker omwille van het verdwijnen van een langetermijncontract voor afname van ethyleen. Er waren ook sluiting van Arlanxco, Celanese, enz.

⁹³ In April 2025 kondigde ArcelorMittal de afvloeiing aan van enkele honderden personeelsleden in administratieve functies.

⁹⁴ Cefic, 2025, The Competitiveness of the European Chemical Industry

3.3.3. Conclusies

In het algemeen (mits enkele uitzonderingen) kan gesteld worden dat de competitieve positie van Vlaanderen en België ten opzichte van de rest van Europa niet negatief is. Vlaanderen en België zijn, net als de andere EU-lidstaten blootgesteld aan negatieve competitieve factoren ten opzichte van de Verenigde Staten en China.

België ervaart, net als de rest van Europa, een afname in productievolumes vergeleken met de Verenigde Staten en vooral China. Toch weet België zich voorlopig goed te handhaven ten opzichte van andere Europese landen en buurlanden, vooral door het vermijden van sluitingen van productiecapaciteit. De afname in productievolumes is ook een verklaring voor de recente dalende emissies in de industrie in Vlaanderen. De emissies van de Belgische industriële energiemix zijn aanzienlijk lager dan het EU-gemiddelde, evenals die van de Verenigde Staten en China. Daar staat tegenover dat, de Europese en Belgische industrie wel hogere kosten inzake wetgeving ondervinden, inclusief CO₂-beprijzing.

De elektriciteitsprijzen voor grootverbruikers in België zijn meer dan dubbel zo hoog als in de Verenigde Staten en China. Ook voor aardgas betalen grootverbruikers in België significant meer dan in de Verenigde Staten (x4). Vergeleken met de buurlanden (m.u.v. Frankrijk) liggen de elektriciteit- en gasprijzen op een gelijkaardig niveau.

De arbeidskosten in de Belgische industrie zijn ook vergelijkbaar met de buurlanden en dragen ook slechts tot ong. 10% bij van de totale productieprijs in de energie-intense sectoren. Energie- en grondstoffenkosten zijn veruit de grootste uitgavenposten voor sectoren zoals staal, chemie en raffinage. Ook de vennootschapsbelasting in België ligt iets hoger dan het Europese gemiddelde en dat van de Verenigde Staten, maar is gelijk aan dat van China.

Vlaanderen loopt achter op het gebied van staatssteun voor klimaatvriendelijke investeringen, wat een competitief nadeel oplevert ten opzichte van de buurlanden die grote transitie-instrumenten hebben ontwikkeld⁹⁵. Daartegenover staat dat Vlaanderen succesvol aanzienlijke middelen heeft verkregen uit het EU ETS innovatiefonds. De gestegen kapitaalkost voor investeringen ten gevolge van inflatie is een belangrijke drempel voor de uitvoering van geplande investeringen. Hier heeft Europa een (beperkt) nadeel ten opzichte van de Verenigde Staten en een groter nadeel ten opzichte van China. België volgt (min of meer) de Europese trend.

Op het gebied van innovatie scoort Vlaanderen goed binnen Europa, met sterke publieke en private investeringen in onderzoek en ontwikkeling (“O&O”), waarbij de sectoren chemie en life-sciences het grootste deel bijdragen. Er zijn zorgen over knelpuntberoepen in de industrie en dalende PISA-scores en interesse in STEM-studies, wat de toekomstige concurrentiepositie van Vlaanderen kan beïnvloeden⁹⁶.

De (officiële) vergunningstermijn in Vlaanderen (voor omgevingsvergunning) behoort tot de betere in Europa en verhoudt zich positief ten opzichte van de gemiddelde termijnen in de Verenigde Staten en China. Er is bezorgdheid met betrekking tot de “licence to operate” omwille van de niet voldoende op elkaar afgestemde EU-regelgeving, die samen met de stikstofproblematiek die zowel in Vlaanderen als Nederland speelt, zelfs problematisch kan zijn voor investeringen met positieve impact op reductie van broeikasgassen.

Tenslotte beschikt Vlaanderen omwille van locatie en aanwezigheid van zeehavens en bestaande (petro)chemische clusters over troeven met betrekking tot (energie- en feedstock) infrastructuur, ook voor toekomstige investeringen zoals in CO₂-afvang, waterstof of elektrificatie. Uit de LPI-benchmark van de Wereldbank blijkt dat België goed presteert vergeleken met de Verenigde Staten en China.

⁹⁵ De steun voor klimaatvriendelijke projecten in de industrie kan helpen bij het realiseren van investeringen die geconfronteerd kunnen worden door bijvoorbeeld hoge OPEX en/of lager dan verwachte CO₂ prijzen.

⁹⁶ Vlaanderen volgt hier de Europese trend maar deze is hier iets meer uitgesproken.

3.4. Status van de technologische opties en evaluatie technologiekeuzes van 2020 roadmap

3.4.1. Inleiding

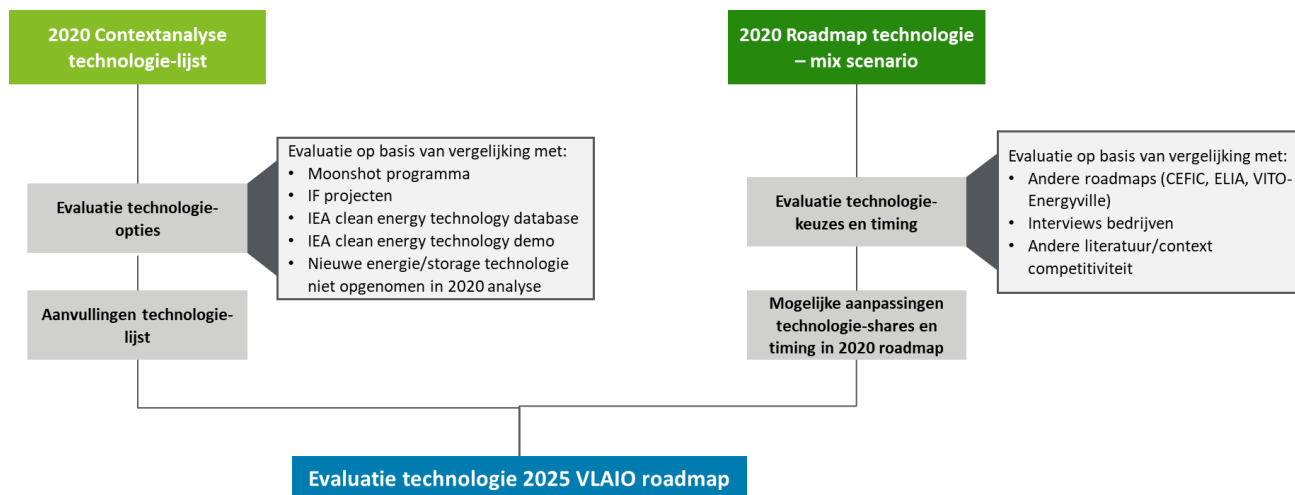
De technologie analyse in dit rapport poogt twee onderzoeksvragen te beantwoorden:

- Zijn de technologische opties die in de 2020 contextanalyse aan bod kwamen nog volledig en actueel (met focus op de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage)?
- Is de 2020 roadmapstudie, die gewichten geeft aan technologische opties richting 2050, nog in lijn met de nieuwste technologische inzichten en de evoluties rond investeringen?

De eerste analyse kijkt na of de technologische opties die in 2020 bekeken werden nog steeds relevant zijn en of er andere opties zijn bijgekomen. Hiervoor wordt gekeken naar andere technologie en O&O databanken (Moonshot programma, ETS innovatiefonds en IEA)⁹⁷ en wetenschappelijke literatuur. Deze analyse laat toe om waar nodig de focus in onderzoek en ondersteuning te verfijnen.

De tweede evaluatie evalueert de gewichten die aan de technologie-opties gegeven werden in de roadmap scenario's (i.h.b. het MIX-scenario). Anders gezegd, zijn de trajecten die vooropgesteld werden in 2020 nog steeds actueel of moeten deze aangepast worden naar timing en technologie-keuze. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van analyses in (meer recente) roadmaps met gelijkaardig toepassingsgebied (geografisch en/of sectoraal), interviews met stakeholders (implementatie van technologie) en literatuuranalyse om de context beter te duiden (e.g. competitiviteit, verandering in kosten en andere barrières voor implementatie).

Op basis daarvan volgt ook evaluatie van de infrastructuurbehoeften die gepaard gaan met de aangepaste technologietrajecten. Deze analyse vormt een belangrijke bijdrage in de kwalitatieve update van de roadmaptrajecten vastgesteld in 2020, wat volgt in hoofdstuk 4.



Figuur 32: Methode voor technologische evaluatie

3.4.2. Evaluatie technologielijst 2020 contextanalyse

Aanpak in de 2020 contextanalyse

In de 2020 contextanalyse en roadmapstudie werd een brede lijst van technologieën bekeken die de industrie kunnen helpen om klimaatneutraal te worden. Deze lijst werd samengesteld op basis van een uitgebreid literatuuronderzoek aangevuld met informatie uit interviews met bedrijven uit de energie-intensieve sectoren in Vlaanderen.

⁹⁷ De ontwikkeling van technologische opties gaat breder dan de bestudeerde databanken in de studie, en de analyse kan dus niet als exhaustief worden beschouwd, maar eerder als een grondige en gerichte verkenning.

Een initiële brede lijst aan technologieën werd verder uitgefilterd op basis van volgende criteria:

- De technologie moet beschikbaar zijn op TRL 9 tegen ten laatste 2040
- De technologie moet (in theorie) een toepassing kennen in de Vlaamse basisindustrie
- Randvoorwaarden zoals impact op elektriciteits-, waterstof- en biomassa-vraag

De technologieën werden vervolgens geclassificeerd en gegroepeerd onder 5 transitiepaden: elektrificatie, CCUS, waterstof, biomassa en circulair. In totaal werden in de 2020 contextanalyse een 100-tal technologieën bekeken voor wat betreft chemie, staal, raffinage en warmteproductie voor de industrie. Een gedeelte van deze technologieën werden weerhouden en gebruikt in de scenario's voor de 2020 roadmapstudie.

Vergelijking met recente databanken

Om na te kijken of deze lijst met technologieën nog steeds up to date is werden deze vergeleken met⁹⁸:

- De clean energy technology guide (databank) van het IEA (focus op industrie)
- Een globale databank van het IEA met betrekking tot piloot en demo projecten in de industrie
- De goedgekeurde (industrie) projecten onder het EU ETS innovatiefonds
- De goedgekeurde projecten onder het Vlaams Moonshot programma

Alle opgenomen technologieën in de 2020 contextanalyse zijn getoetst aan de opties die voorkomen in de 4 bovenstaande databanken met focus op de sectoren chemie, staal en raffinage (zie Tabel 5). Links staan de technologieën die voorkomen in de contextanalyse en de andere databanken. De groene vakjes geven aan of de technologie vermeld is in de 2020 contextanalyse (1^{ste} groene kolom), de 2020 roadmap (2^{de} kolom), de IEA clean energy technology guide (3^{de} kolom), de IEA clean energy demo databank (4^{de} kolom), het EU ETS innovatiefonds (5^{de} kolom), projecten in Vlaanderen (6^{de} kolom) en de Moonshot projecten (7^{de} kolom).

Dit overzicht toont aan dat de technologische opties die vermeld werden in de 2020 contextanalyse heel volledig bleken, aangezien de linker kolom vrijwel helemaal groen gekleurd is. De lichtgroene vakken geven aan dat de technologie vermeld werd maar niet in detail besproken.

De IEA Clean Energy Technology Guide is een uitgebreide interactieve databank waarin bijna 600 schone energietechnologieën zijn opgenomen die bijdragen aan het bereiken van netto nul-uitstoot. Specifiek werd gekeken naar technologieën voor de (petro)chemische sector (30 opties), staalproductie (23 opties), raffinage (3 opties) en algemene industriële warmtevoorziening (25 opties). In de (petro)chemische sector omvatten deze technologieën onder meer ammoniakproductie via biomassa of elektrolytische waterstof, chemische recyclage van polymeren, en methanolproductie met koolstofopvang. Voor de staalsector zijn technologieën opgenomen zoals directe reductie met waterstof of biomassa, gedeeltelijke vervanging van steenkool in hoogovens en verschillende vormen van CCUS-toepassingen. Bij industriële warmteproductie ligt de nadruk op biomassa, elektrificatie (e.g. warmtepompen, inductie en plasma-ovens), en ammoniak- en waterstofverbranding.

Verder werd gebruikgemaakt van de IEA Clean Energy Demonstrations Database, die wereldwijd belangrijke demonstratieprojecten inventariseert. Hierbij werden ongeveer 200 projecten geïdentificeerd binnen de sectoren chemie, staal en raffinage. De meerderheid bevindt zich in haalbaarheidsfase of constructiefase. Operationele projecten vormen een minderheid. De nadruk ligt sterk op elektrolytische waterstofproductie, waarbij wereldwijd ruim 2.000 projecten bekend zijn (waarvan ongeveer 630 operationeel en 930 in aanbouw of gepland), met een totale verwachte elektrolysecapaciteit van circa 23 GW tegen 2030. Daarnaast zijn er 114 projecten geïdentificeerd rond waterstofproductie met CCS, waarvan momenteel 22 operationeel of in demonstratiefase zijn, met een verwachte productiecapaciteit van ongeveer 4 Mton waterstof per jaar tegen 2030. Ook CCUS-technologieën (meer dan 30 projecten) en innovatieve recyclingtechnieken (ongeveer 10 projecten) komen prominent naar voren.

Voor het EU ETS Innovatiefonds, gericht op grootschalige koolstofarme projecten binnen Europa werden uit meer dan 200 goedgekeurde initiatieven ongeveer 90 industriële projecten geselecteerd, met sterke vertegenwoordiging van CCUS (29 projecten), elektrolytische waterstofproductie en -toepassingen (35 projecten), circulariteit en chemische recyclage (12 projecten), biomassagebruik (15 projecten) en elektrificatie van processen (6 projecten). België is relatief succesvol binnen dit fonds, met 13 goedgekeurde projecten (waarvan 8 in Vlaanderen), goed voor bijna 1,3 miljard EUR aan financiering.

⁹⁸ De ontwikkeling van technologische opties gaat breder dan de bestudeerde databanken in de studie, en de analyse kan dus niet als exhaustief worden beschouwd, maar eerder als een grondige en gerichte verkenning.

Daarnaast ondersteunt Vlaanderen met het Moonshot innovatieprogramma ongeveer 60 onderzoeksprojecten, voornamelijk gericht op CCUS-technologieën (20 projecten), chemische recyclage (16 projecten), inzet van biomassa (9 projecten) en elektrificatie (4 projecten)⁹⁹. Hoewel deze Vlaamse onderzoeksprojecten zich grotendeels nog in vroege ontwikkelingsfasen bevinden, bestaat er voor projecten in het latere innovatie-stadium significant potentieel voor industriële toepassing bij succesvolle opschaling naar commerciële schaal. Verdere valorisatie van de onderzoeksresultaten gebeurt via andere (steun)instrumenten (o.m. bij VLAIO, federaal, Europees, etc.)¹⁰⁰.

Een gedetailleerde bespreking van de verschillende databanken is toegevoegd in Bijlage 1: analyse verschillende technologie – en projectdatabanken.

⁹⁹ Deze zijn gelinkt aan de Moonshot onderzoekspaden: bio gebaseerde chemie (pad 1), circulariteit van koolstof in materialen (pad 2), elektrificatie en radicale procestransformatie (pad 3) en energie-innovatie (pad 4). <https://www.moonshotflanders.be/en/moonshot-research-paths>

¹⁰⁰ De Vlaamse overheid (VLAIO) ondersteunt innovatieprojecten van de chemie-cluster Catalisti, onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten van ondernemingen die tot de scope van Klimaatsprong behoren. Voorts ondersteunt VLAIO investeringsprojecten onder meer met STRES- en GREEN-steun. Vlaanderen heeft een belangrijk deel van de RRF-middelen besteed aan projecten in waterstoftechnologie. Daarnaast is er bijkomende ondersteuning mogelijk voor (grote) investeringen op vlak van decarbonisatie in de industrie in Vlaanderen.

Tabel 5: Overzicht technologieën in 2020 contextanalyse en roadmapstudie, IEA-databanken, ETS innovation fund, Moonshot projecten en aangekondigde projecten in Vlaanderen

Sector	Output	Type	Technology Name	Roadmap 2020 - omgevingsanalyse (x) = not discussed in detail	Technology applied in Roadmap 2020 scenarios	IEA clean tech database (x) = assumed to be covered	Global pilot-demo projects database (IEA)	ETS Innovation Fund pilot-demo projects (x) = assumed to be covered	Pilot-Demo Projects in Flanders (x) = announced, no FID	MOT projects ((x)=related project/technology)
Chemicals	Ammonia	Biobased	Ammonia via biomass gasification	x		x				
Chemicals	Ethanol -> HVC	Biobased	Bio-ethanol production from sugar and starch rich biomass	x	x	(x)	x			
Chemicals	H2	Biobased	Bio-ethanol production from lignocellulosic biomass	x	x	(x)	x			
Chemicals	H2	Biobased	Photolytic biomass for hydrogen production	x						
Chemicals	HVC	Biobased	Bio-Ethanol to ethylene	x		x				
Chemicals	HVC	Biobased	Lignin to aromatics via thermochemical routes	x	x	x	x	(x)	x	
Chemicals	HVC	Biobased	Lignin to aromatics via catalytic depolymerisation	x		x			x	
Chemicals	HVC	Biobased	Aromatics from cellulosic derived C5 sugars via the Diels-Alder reaction	x						
Chemicals	HVC	Biobased	Lignocellulosic (poly) lactic acid production (PLA as PE)	x	x					
Chemicals	HVC	Biobased	Fermentation of biomass derived sugars to C4... (x)	x						
Chemicals	HVC	Biobased	Concise lignocellulosic bio-refinery to HVCs (Lignine + C4...)	x				(x)		x
Chemicals	Methanol -> HVC	Biobased	Bio-methanol production from biomass	x	x	x	x	x		
Chemicals	Naphtha -> HVC	Biobased	Bio-naphtha production from lignocellulosic biomass	x		x	x			
Chemicals	Syngas	Biobased	Biomass gasification	x		x				
Chemicals	Syngas	Biobased	Reforming of biomass with supercritical water	x						
Chemicals	Various (solid, fu	Biobased	Biomass pyrolysis	x		x				
Chemicals	H2	CC	Membrane reformer of methane	x						
Chemicals	H2 or electricity	CC	Gas Switching Reformer (GSR)	x						
Chemicals	HVC	CC	Naphtha Steam Cracking + carbon capture	x	x	(x)				
Chemicals	HVC	CC	Ethane Cracking + carbon capture	x		(x)				
Chemicals	Methanol -> HVC	CC	Methanol synthesis + carbon capture	x	x					
Chemicals	Syngas	CC	Sorption enhanced water gas shift (SMR/ATR)	x						
Chemicals	Syngas	CC	Steam Methane Reforming (SMR) with carbon capture	x	x	(x)				
Chemicals	Syngas	CC	Autothermal Reforming of methane (ATR) with carbon capture	x	x	(x)	x		(x)	
Chemicals	Syngas	CC	Gas Switching Reforming (GSR) and combined cycle (CC)	x						
Chemicals	Syngas	CC	Sorption enhanced water gas shift (SMR/ATR)	x						
Chemicals	Syngas	CC	Gas Switching Reformer (GSR)	x						
Chemicals	CO2 -> HVC	CCU	CO2 to CO conversion (catalytic/dry reforming)	x						x
Chemicals	Ethanol -> HVC	CCU	Via fermentation of Blast Furnace gas steel production	x						
Chemicals	HVC	CCU	Methanol to olefins (MTO)	x	x	x	x		(x)	
Chemicals	HVC	CCU	Methanol to aromatics (MTA)	x	x	x	x			
Chemicals	HVC	CCU	Ethylene via CO2 and H2	x						
Chemicals	HVC	CCU	CCU-Ethanol to ethylene	x	x	x				x
Chemicals	Methanol -> HVC	CCU	Methanol via CO2 and H2	x	x	x	x		(x)	
Chemicals	Syngas	CCU	Dry reforming of methane to olefins	x	x					x
Chemicals	Syngas	CCU	Dry reforming of methane (CH4+CO2)	x						x
Chemicals	HVC	Circular	Chemolysis/Solvolytic plastic waste (PET/PS/PU)	x	x	x	x	x	x	x
Chemicals	MMA monomer	Circular	Chemical recycling (PMMA to MMA monomer) via molten metals	x						
Chemicals	Naphtha -> HVC	Circular	Pyrolysis plastic waste	x	x	x	x	x	x	x
Chemicals	Naphtha -> HVC	Circular	Catalytic Cracking (CC) plastic waste	x	x					x
Chemicals	Naphtha -> HVC	Circular	Hydrocracking plastic waste	x		x				x
Chemicals	Syngas -> HVC	Circular	Gasification plastic waste	x	x					
Chemicals	H2 (+carbon)	Electrification	Methane pyrolysis	x	x	x	x			
Chemicals	HVC	Electrification	Electrification of naphtha steam cracking (direct + indirect)	x	x	x				
Chemicals	HVC	Electrification	Electrification of naphtha steam cracking - rotor/shock	x	x	x				
Chemicals	HVC	Electrification	Electrification of ethane steam cracking (direct + indirect)	x	x					(x)
Chemicals	HVC	Electrification	Electrification of ethane steam cracking - rotor/shock	x						
Chemicals	HVC	Electrification	Plasma assisted methane to ethylene (non-oxidative coupling)	x						
Chemicals	HVC	Electrification	Electrification of non-oxidative coupling of methane to H2 and C2	x						x
Chemicals	Ammonia	Electrochem	Ammonia via aqueous electrolyte	x						
Chemicals	Ammonia	Electrochem	Ammonia via molten salt or molten oxide electrolyte	x						
Chemicals	H2	Electrochem	Alkaline electrolysis	x	x	x	x	x	x	
Chemicals	H2	Electrochem	Proton Exchange Membrane (PEM) electrolyser	x	x	x	x	x		x
Chemicals	H2	Electrochem	Solid Oxide Electrolyser (SOE)	x	x	x				
Chemicals	H2	Electrochem	Photo-electrocatalytic (PEC) hydrogen production	x		x	x	x		x
Chemicals	HVC	Electrochem	Electrochemical conversion of ethane to ethylene	x						
Chemicals	HVC	Electrochem	Ethane to ethylene fuel cell (PE-FC)	x						
Chemicals	HVC	Electrochem	Methane to ethane to ethylene fuel cell	x						
Chemicals	Syngas	Electrochem	Solid Oxide electrolyser cell (SOEC) using CO2 and H2O	x		x				x
Chemicals	HVC	CCU - electrochem	Other electrochem-HVC production	(x)						x
Chemicals	HVC	CCU - electrochem	Electrochemical acrylic acid with CO2							x
Chemicals	H2	CC - electrochem	Methane based Solid Oxide Fuel Cell with carbon capture	x						
Chemicals	HVC	Process intensification	Catalytic cracking of light olefins	x		x				
Chemicals	HVC	Process intensification	Ethane oxidative dehydrogenation (ODH)	x	x					
Chemicals	HVC	Process intensification	Chemical looping (CL) ODH process	x						(x)
Chemicals	HVC	Process intensification	Oxidative coupling of methane (OCM)	x	x					x
Chemicals	HVC	Process intensification	Propane oxydehydrogenation (ODH)	x						
Chemicals	HVC	Process intensification	Propane oxydehydrogenation with CO2 (ODH + CO2/CCU)	x						
Chemicals	Ammonia		Use of blue H2 (CC-vi Blue Ammonia (various CO2 capture)	x	x	x	x	x	x	
Chemicals	Ammonia		Use of electrolytic H2 Green Ammonia (via electrolytic H2)	x	x	x	x	x		
Chemicals	H2		Storage - H2 (green) Ammonia cracking to H2						(x)	
Chemicals	Polymers	Circular	Advanced sorting/treatment post consumer waste	(x)			x	x	x	x
General	Methane	Biobased	Biobased methane as fuel	(x)	x		x			
General	Methane	Biobased	Biomethane from organic matter via fermentation	x			x			
General	CO2	CC	Biomass gasification with syngas reforming	x		x	x	x		
General	CO2	CC	Post-combustion carbon capture (absorption/adsorption)	x	x	x	x	x		
General	CO2	CC	Pre-combustion carbon capture (MEA)	x	x	x	x	x		
General	CO2	CC	Oxyfuel combustion carbon capture	x	x	x	x	x		
General	CO2	CC	Direct air capture (DAC)	(x)		x				
General	CO2	CC	Enzymatic carbon capture				x	x		
General	CO2	CC	Advanced post combustion CO2 separation (membrane)	(x)		x				x
General	CO2	CC	Cryogenic Separation of CO2 (Torrisio project)	(x)			x	x	(x)	
General	Electricity, CO2	CC	Power production via Allam-cycle CCS	x		x	x	x		
General	CO2	CCS Liquefaction	CO2 liquefaction infrastructure	(x)		(x)	x	x	x	
General	CO2	CCS Storage	CO2 transport storage infrastructure	(x)		(x)	x	x		
General	Methane	CCU	E-methane production via the Sabatier reaction (CO2 + H2)	x	x		x	x		
General	Synfuel (RFNBO)	CCU	Other than ethanol and methanol	(x)	x	x	x	x	x	
General	Heat	Electrification	Electrification of boilers	(x)	x	x				x
General	Heat	Electrification	Chemical heat pump (Q-pinch)	x						
General	Heat	Electrification	Large Scale Heat pump	(x)		x				
General	Heat	Electrification	Microwave heating	(x)						
General	Heat	Electrification	Infrared heating	(x)						
General	Heat	Electrification	Induction heating	(x)						x
General	Heat	Electrification	plasma heating	(x)						x
General	Heat	Electrification	Radio-frequency heating	(x)						
General	Energy storage	Storage - Electrochem	Molten salt batteries	(x)						
General	Heat	Storage - Electrochem	Ammonia as fuel (green Ammonia as fuel)			x	x	x		
General	Energy storage	Storage - energy	Thermally regenerative batteries (TRBs)	(x)						
General	Energy storage	Storage - Electrification	Cryogenic Liquid air energy storage (LAES)	(x)			x			
General	Energy storage	Storage - Electrification	Power to heat storage in high thermal capacity materials	(x)			x	x		
General	Energy storage	Storage - Electrochem	Flow-batteries	(x)		x	x	x		
General	Energy storage	System integration	Flexible demand and batteries				x	x		
General	Heat	System integration	waste heat recovery and upgrading (partially covered)	(x)		x				x
General	Heat	System integration	(e-boiler) Steam network in industrial cluster							
General	Biofuel 2nd gen	Biobased	Fuels other than bio-naphtha (e.g. kerosene)	(x)	x	x	x	x	x	
General	CO2	CCS (Storage)	CO2 storage via mineralisation				x	x		
Steel	Steel	Alternative feedstock	Direct Reduced Iron (DRI) with Electric Arc Furnace (EAF) using ammonia			x				
Steel	Steel	Alternative feedstock	Use of bio-coal (Torrisio project)	x	x					
Steel	Steel	CC	BF-BOF steel production + CC	x		(x)	x	x		
Steel	Steel	CC	Direct Reduced Iron (DRI) with Electric Arc Furnace (EAF)	x	x	x	x	x		
Steel	Ethanol -> HVC	CCU	Utilisation of steel waste gas (CO2/CO) to chemicals (e.g. methanol)	x	x	x	x	x	(x)	
Steel	Steel	CCU	Carbon recycling through thermochemical coupling (IEA)	x		x				
Steel	Steel	Circular	Advanced sorting/treatment post consumer waste	(x)		x				
Steel	Steel	Alternative feedstock	Use of plastic waste and CO2 (IGAR project) via plasma	x	x					x
Steel	Steel	Electrochem	Iron Ore Electrolysis (low T)	(x)					(x)	
Steel	Steel	Electrochem	Iron Ore Electrolysis (High T) - Molten Oxide Electrolysis	(x)						
Steel	Steel	Electrochem	Reduction via alkali metal looping (IEA)							
Steel	Steel	Alternative feedstock	Hydrogen injection in Blast Furnace (replacing coal)	x	x	x			(x)	
Steel	Steel	Alternative feedstock	Direct Reduced Iron (DRI) with Electric Arc Furnace (EAF)	x		x	x	x	x	
Steel	Steel	Process intensification	Fast smelting with CC (Hisarna type)	(x)		x				

Evaluatie technologische opties per waardenketen

Op basis van de vergelijking met de verschillende databanken en de inzichten verkregen uit interviews (zie Bijlage 4: Overzicht van stakeholders die geconsulteerd werden in de interviews) volgt hieronder een evaluatie per waardenketen op het niveau van de technologische opties.

Chemie

De contextanalyse die in 2020 werd uitgevoerd blijft een actueel en volledig assessment voor de chemiesector met een focus op de high value chemicals (“HVC”). De IEA clean energy technology guide bevat veel minder technologische opties voor de (petro)chemische sector in vergelijking met de 2020 contextanalyse. Wat betreft industriële piloot en demonstraties (binnen Europa en globaal) is er grote aandacht voor (groene via waterstof-elektrolyse, blauwe via CCS en turquoise via methaanpyrolyse) ammoniak en methanol productie alsook chemische recyclage. Elektrificatie en biomassa als feedstock komen iets minder aan bod.

Proces-elektrificatie

In de 2020 contextanalyse werd elektrisch kraken van nafta of LPG als belangrijke optie naar voor geschoven voor toepassing eens de technologie TRL 9 bereikt rond 2035. Sinds 2020 is er een belangrijke verdere evolutie in de ontwikkeling van deze technologie met piloot en demo-installaties in Nederland¹⁰¹ en Duitsland¹⁰² met nog steeds de verwachting dat de technologie op grotere schaal toegepast kan worden rond 2035. De toepassing van gelijkaardige proces-elektrificatie naar bredere toepassingen maakt deel uit van enkele Moonshot projecten¹⁰³.

De meeste andere nieuwe elektrochemische processen (zoals co-elektrolyse van waterstof en CO₂ en elektrificatie van non-oxidatieve koppeling met methaan)¹⁰⁴ worden verder onderzocht maar blijven op een lager TRL-niveau waar de verwachting blijft dat toepassing op grote schaal pas na 2040 zal plaatsvinden.

Circulair

In de 2020 contextanalyse maakte circulaire polymeren een belangrijk deel uit van nieuwe feedstock in een toekomstige klimaatneutrale chemiesector. De voornaamste technologieën die aangehaald werden zijn solvolyse, pyrolyse en gasificatie van kunststoffen naar de basisbouwstenen van de (petro)chemische sector (e.g. monomeren, nafta, CO, waterstof, etc.). In de 2020 roadmapstudie werd mechanische recyclage indirect ook meegenomen omdat de levensduur van producten hierdoor wordt verlengd en het een belangrijke toepassing is om kunststof te recyclen. In deze studie wordt de nadruk gelegd op chemische recyclage en haar technologieën.

Op basis van vergelijking met projecten in ontwikkeling en interviews met bedrijven en experts blijkt dat pyrolyse¹⁰⁵ van kunststofafval de technologie is die het meest ingezet wordt of zal worden voor kunststoffen waar solvolyse¹⁰⁶ niet kan toegepast worden. Gasificatie zal hoogstwaarschijnlijk een optie blijven voor kunststof reststromen die door vervuiling niet gebruikt kunnen worden voor pyrolyse. In de 2020 contextanalyse werd het potentieel om pyrolyse-olie of nafta (uit de kunststof pyrolyse processen) te gebruiken in klassieke nafta stoomkrakers als beperkt gezien (e.g. 10% van de feedstock). Dit cijfer kan in theorie naar boven bijgesteld worden en hangt volledig af van de zuiverheid en kwaliteit van het gebruikte kunststofafval. Het ontwikkelen van een logistieke keten die op kosten-efficiënte wijze grote hoeveelheden geselecteerd kunststofafval van juiste kwaliteit kan aanleveren voor pyrolyse (waarbij een consistent kwalitatief eindproduct vervolgens kan gebruikt worden in steam cracking) blijft een belangrijke bottleneck voor de toepassing van deze technologie op grote schaal.

De Moonshot projecten met betrekking tot chemische recycling van kunststoffen¹⁰⁷ focussen zich vooral op specifieke uitdagingen in bijvoorbeeld specifieke polymeren (e.g. met stikstof component, thermosets, gemengde afvalstromen, etc.) alsook op meer geavanceerde scheidingsprocessen in post-consumer afval.

CCUS

De 2020 contextanalyse besteedde veel aandacht aan het opvangen, gebruiken en opslaan van CO₂. Methanol (via CO₂ en waterstof) en in mindere mate ethanol werden geïdentificeerd als mogelijke nieuwe platform-moleculen

¹⁰¹ <https://coolbrook.com/news/coolbrook-starts-work-on-worlds-first-sustainable-naphtha-cracker/>

¹⁰² <https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2024/04/p-24-177>

¹⁰³ Bijvoorbeeld het P2O (power to olefins) Moonshot project.

¹⁰⁴ Bijvoorbeeld de ELCO2SYN en CAMELEON Moonshot projecten

¹⁰⁵ De verhitte op hoge temperatuur van kunststofafval die deze laatste omzet in een vorm van olie die als feedstock kan ingezet worden in een nafta stoom kraker.

¹⁰⁶ Het terugbrengen van polymeren naar monomeren of basisbestanddelen door middel van een oplosmiddel.

¹⁰⁷ Bijvoorbeeld het CHRONICLE Moonshot project dat zich focust op chemische recyclage van kunststoffen met stikstof component.

voor de opbouw naar andere high value chemicals en polymeren. De ontwikkeling van veel internationale demonstratieprojecten in die richting bevestigt deze keuze. Zo telt het EU ETS innovatiefonds 29 projecten in de CCUS-waardeketen inclusief 8 die zich op methanol productie toespitsen. In de globale demodatabank van het IEA werden er 40 zulke projecten geïdentificeerd.

Het lijkt onwaarschijnlijk dat CCU-gebaseerde (groene) methanol op grote schaal in Vlaanderen geproduceerd zal worden door de hoge elektriciteitsvraag verbonden met de nodige waterstof-productie¹⁰⁸. Methanol productie op basis van aardgas met koolstofopvang of vanuit biomassa zou wel mogelijk zijn. Methanol is een van de waterstof dragende moleculen die relatief goedkoop over grote afstanden te transporteren is. Op CCU gebaseerde ethanol kende in Vlaanderen een belangrijke vooruitgang met de inbedrijfstelling van de Steelanol demonstratie-eenheid bij ArcelorMittal in Gent.

Bij de Moonshot projecten ligt de focus op elektrochemische processen en andere nieuwe processen die CO₂ (en vaak waterstof) gebruiken om nieuwe moleculen te maken die belangrijk zijn voor de chemie. Naast de klassieke basismoleculen zoals ethyleen kijken de Moonshot projecten ook naar opbouw van andere moleculen met meer specifieke toepassingen¹⁰⁹.

Het kostenefficiënt scheiden van CO₂ uit proces en (moeilijker) rookgas-emissies blijft een belangrijk aandachtspunt. Op vlak van basis-onderzoek worden niet alleen nieuwe(re) processen verder onderzocht, maar ook de integratie met elektrificatie. Een belangrijke nieuwe technologie die binnenkort ook hoogstwaarschijnlijk in Vlaanderen op grote schaal zal worden toegepast is de cryogene scheiding van CO₂. Deze heeft het voordeel een grote zuiverheid te bereiken nodig voor het transport en de opslag van CO₂. De technologie wordt in de meeste gevallen toegepast met reeds bestaande scheidingsprocessen (zoals pressure swing absorption of amine gebaseerde absorptie) soms met verbetering van de efficiëntie van de procesinstallaties (e.g. hoger rendement waterstof in steam methane reforming (“SMR”)). Deze technologie zal in alle waarschijnlijkheid een cruciale rol spelen voor proces-emissies met hoge en midden-hoge (+15%) CO₂ concentraties. Denk aan toepassingen zoals SMR (met waterstofproductie voor ammoniak), ethyleen-oxide, staal, cement en bepaalde raffinageprocessen. Dit omvat de meeste processen die in de 2020 contextanalyse aangeduid werden voor CCUS.

Het (kostenefficiënt) opvangen en scheiden van vooral verbrandingsprocessen met lage CO₂ concentratie blijft de belangrijkste uitdaging. Door de hoge bijkomende energievraag wordt er hier ook gekeken naar de nuttige inzet van lage-temperatuur restwarmte.

Met Kairos@C, H2BE en gerelateerde CO₂ infrastructuurprojecten kan Vlaanderen, eens de finale investeringsbeslissingen genomen zijn, een cruciale stap zetten in de ontwikkeling van CCUS met de mogelijkheid om een Noordwest-Europese hub te worden.

Bio gebaseerde toepassingen

De 2020 contextanalyse spitste zich vooral toe op biogebaseerde toepassingen van houtige biomassa richting high value chemicals en kunststoffen. In de praktijk zien we deze evolutie bevestigd met projecten rond gebruik van lignine en lignocellulose richting high value chemicals voor de sector (petro)chemie.

De Moonshot projecten bouwen verder op lignine en lignocellulose gebaseerde producten¹¹⁰.

Verder neemt het belang van de inzet van biomassa- of afvalreststromen als hoge temperatuurwarmtebron verder toe (o.a. Ecluse II¹¹¹).

Waterstof en ammoniak

De 2020 contextanalyse identificeerde 3 grote routes voor waterstofproductie: elektrochemisch (e.g. via alkaline, PEM of solide oxide elektrolyse), via steam methane reforming (“SMR”) of autothermal reforming (“ATR”) met koolstofopvang en via methaanpyrolyse. Alkaline en PEM gebaseerde waterstof zit reeds op TRL 9, solid oxide zitten iets lager op de TRL schaal maar evolueert verder. Blauwe waterstofproductie (met gebruik van amines voor CO₂ scheiding) zit ook reeds op TRL 9.

Methaan-pyrolyse is internationaal verder doorontwikkeld en leunt nu dicht tegen TRL 8-9 aan. Toepassing van deze technologie is dus mogelijk in Vlaanderen onder de juiste economische randvoorwaarden en in het bijzonder de

¹⁰⁸ Zie bijvoorbeeld <https://www.nature.com/articles/s41560-025-01752-6/>

¹⁰⁹ Bijvoorbeeld acrylzuur productie met CO₂ (ECAP-project) of elektrochemische productie van methanol met CO₂ (EDL2CO2 project)

¹¹⁰ Bijvoorbeeld de AC2GEN

¹¹¹ [Ecluse: News](#)

valorisatie van de vaste koolstof die vrijkomt bij dit proces. De verwachting blijft dat toepassing op grote schaal mogelijk is na 2030.

Staal

De 2020 contextanalyse belichtte een breed spectrum aan technologieën voor emissiereducties in staalproductie. Dit ging van het gebruik van waterstof in bestaande hoogovens, de toepassing ervan in Direct Reduction of Iron Ore (“DRI”) technologie, het hergebruik van CO en CO₂ richting ethanol en andere koolwaterstoffen, het inzetten van biomassa- en ander afval in de hoogoven en het afvangen van CO₂ op grote schaal. Elektrochemische toepassingen zoals molten oxide elektrolyse van ijzererts werden buiten beschouwing gelaten omdat deze nog in vroege ontwikkeling waren en er geen plannen waren in Vlaanderen deze verder te ontwikkelen. In de 2020 roadmap zelf werd geen DRI met waterstof voorzien.

Sinds 2020 zijn er belangrijke stappen gezet in de evolutie van de staalsector naar klimaatneutraliteit. Zo staat waterstof met DRI nu dicht tegen TRL 9 met (geplande) grootschalige demonstraties in Zweden en mogelijke investeringsbeslissingen elders in Europa en wereldwijd. Internationale demo processen in staal focussen zich op vervanging van kolen door andere feedstock zoals waterstof en biomassa alsook het gebruik van CO en CO₂ uit de hoogoven voor productie van koolwaterstoffen¹¹².

Voor nieuwe technologieën die nog op een lager TRL-niveau zitten zoals de elektrochemische processen wordt geen grootschalige toepassing in Vlaanderen verwacht voor 2040.

Raffinage

In de 2020 contextanalyse werd er slechts een beperkt aantal technologieën voor raffinage bekeken. Deze omvatten de productie van waterstof, elektrificatie van warmte en het gebruik van CCS. In de 2020 roadmap werd verwacht dat het overgrote deel van de emissies uit raffinage van ruwe aardolie via CCS zou vermeden worden.

Deze opties zijn nog steeds relevant in 2025, waarbij er wel grote onzekerheid bestaat over de absolute hoeveelheid aan raffinageproducten die in Vlaanderen geproduceerd zullen worden in 2050 omdat de vraag naar olieproducten voor transport en verwarming in Europa tegen 2050 sterk zal dalen.

De innovatie in raffinage bevindt zich eerder in de ontwikkeling van alternatieve brandstoffen voor luchtvaart en maritiem transport, in het bijzonder de Sustainable Aviation Fuel (“SAF”) met bio-gebaseerde input en RFNBO’s (hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong). Omwille van bindende doelstellingen voor deze brandstoffen, vastgelegd op Europees niveau, zullen er in deze sector investeringen in de productie van elektrolytische waterstof plaatsvinden. De kostprijs ervan kan immers doorgerekend worden aan de eindverbruiker.

Industriële warmte

Wat betreft energie-toepassingen (warmte) bleef de 2020 contextanalyse eerder algemeen rond bijvoorbeeld elektrificatie. Sinds 2020 is een breder scala aan mogelijke toepassingen verder onderzocht in het bijzonder in de gelijkaardige Vlaamse contextanalyse voor niet-ETS bedrijven¹¹³.

Het betreft hier vooral industriële warmtepompen voor lagere temperatuurwarmte¹¹⁴. Deze worden op steeds grotere schaal gebouwd zodat zij ook op (relatief korte) termijn ter beschikking zullen komen voor grootindustrie. Op vlak van hoge temperatuurwarmte op basis van elektriciteit zijn er veelbelovende ontwikkelingen in de keramische en glasindustrie.

De implementatie van elektrificatie in de (petro)chemische sector, bij staalproductie (primaire productie) en raffinage is op dit moment beperkt. Er zijn plannen voor het plaatsen van e-boilers maar deze zullen in eerste instantie dienen om de warmtevraag te balanceren. De belangrijkste drempel voor een grotere inzet van elektrificatie voor warmte blijft de relatief hoge elektriciteitsprijs ten opzichte van aardgas.

Zowel het EU ETS innovatiefonds als de internationale demo’s van het IEA bevatten een beperkt aantal (directe) elektrificatieprojecten in de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage.

¹¹² Het BluePlasma project in Vlaanderen is hier ook een mooi voorbeeld van, waarbij CO₂ wordt omgezet in CO: [BluePlasma | Catalisti](#)

¹¹³ Technopolis en VITO, 2022, “Economische potentieelstudie vergroening van warmtevraag (energetische emissie) van de niet-ETS industrie in Vlaanderen. <https://www.vlaio.be/nl/nieuws/studie-hoe-vergroenen-we-de-niet-energie-intensieve-industrie-vlaanderen>

¹¹⁴ Zie ook UpHeat-INES-2 Moonshot project dat inzet op output temperaturen tot 200°C: [UpHeat-INES-2 | Moonshot Flanders](#)

Naast elektrificatie voor warmteproductie kent ook de warmte-opslag een interessante vooruitgang sinds 2020 met grootschalige demonstraties van warmteopslag in materialen met grote thermische capaciteit. Deze technologie heeft het voordeel dat elektriciteit omgezet kan worden in warmte aan vrij lage CAPEX en OPEX wanneer tarieven laag of zelfs negatief zijn om de warmte dan weer te gebruiken op een later moment (weken later).

Daarnaast kan ook biogas of afvalverbranding met koolstofafvang een toenemende rol spelen in de toekomst voor de voorziening van industriële warmte. Vlaanderen plant om o.a. de warmtekrachtkoppeling (“WKK”) certificaten af te bouwen, waardoor een toenemende interesse zal ontstaan om de geproduceerde warmte in de vorm van stoom in de toekomst meer in te zetten als industriële warmtebron (e.g. Ecluse II project).

Tabel 6: Evaluatie van meest impactvolle technologieën uit de 2020 contextanalyse en roadmapstudie

Technologie	Evolutie technologie	Uitdagingen voor implementatie
Elektrisch kraken	- Technologie evolueert positief richting TRL 7-8. Marktrijp tegen 2030. - Demonstraties bij BASF in Duitsland en SABIC in Nederland	- Hoge elektriciteitsprijs maakt productie (voorlopig) niet competitief - Netcongestie op korte en middellange termijn - Grote impact op elektriciteitsvraag in Vlaanderen - CCS kan alternatieve optie zijn
Chemische recyclage kunststoffen	- Grote aandacht, maar beperkt aantal grote projecten 2020 limiet van 10% naftavervanging kan overschreden worden onder voorwaarde van zuivere feedstock	- Hoge kostprijs recycalaat vs. lage kostprijs virgin materiaal - Onderontwikkelde waardeketen: zuivere stabiele feedstock noodzakelijk
Blauwe waterstof	- Positieve evolutie. Geplande investeringen in Vlaanderen boven de verwachtingen uit 2020 - Cryogene afvang verhoogt efficiëntie waterstofproductie en haalt zuiverheid nodig voor transport en opslag	- Hogere CAPEX t.o.v. 2020, beperkte ondersteuning in Vlaanderen - Onduidelijkheid rond regelgeving REDIII voor klimaatvriendelijke waterstof in industrie
Groene waterstof	- Europees en Vlaams ambitieniveau groene waterstof te hoog ingeschat. - Toepassing van waterstof als energiedrager wordt steeds beperkter - Investerings lopen vertraging op omwille van kostprijs elektrolyse (inflatie) en marktonzekerheid - Globaal veel geplande investeringen rond afgeleide waterstofproducten zoals ammoniak en methanol	- Vermindering van CAPEX en OPEX (electriciteitsprijs) - Potentieel groene waterstof Vlaanderen heel beperkt - Slimme investeringen in internationale logistiek en waardeketens voor import van afgeleide producten zijn noodzakelijk
Staal DRI waterstof	- Positieve evolutie – internationale ontwikkeling - Waterstof DRI richting TRL 8	- OPEX (kost groene/blauwe waterstof/aardgas) - Slecht investeringsklimaat voor staal
Methanol naar olefinen	Technologie min of meer op punt	- CAPEX/OPEX - Betrouwbare (internationale) waardeketens noodzakelijk
Elektrificatie warmte	- Positieve evolutie – nu ook industriële warmtepomp voor lagere temperatuurtoepassingen (< 200°C) - Hoge temperatuur elektrificatie in ontwikkeling, maar nog niet op TRL 9 - Grootschalige warmtopslag (hoge temperatuur) mogelijk	- Hoge elektriciteitsprijs vs. Aardgas - Netcongestie op korte en middellange termijn - Noodzakelijk om in te zetten op elektrificatie met efficiëntiewinst of met positieve symbiose variabele groene stroom
Carbon capture lage concentratie CO₂	- Blijft technologische uitdaging om OPEX laag te krijgen - Aandacht in Moonshot projecten	Spanningsveld met elektrificatie, bio methaan/H₂ en carbon capture (kostprijs-afhankelijk)
Staal CCU	Positieve evolutie – Steelanol up and running	- Sectorkoppeling naar chemie (e.g. ethanol naar ethyleen) - Prijs waterstof (groen versus blauw i.h.k.v. RFNBO)

3.4.3. Evaluatie en bijsturing technologiekeuzes in de 2020 roadmap

Aanpak

Om na te kijken of de trajecten die in de 2020 roadmapstudie (als onderdeel van de contextanalyse) bijgestuurd dienen te worden, zijn volgende zaken opgenomen in dit onderdeel:

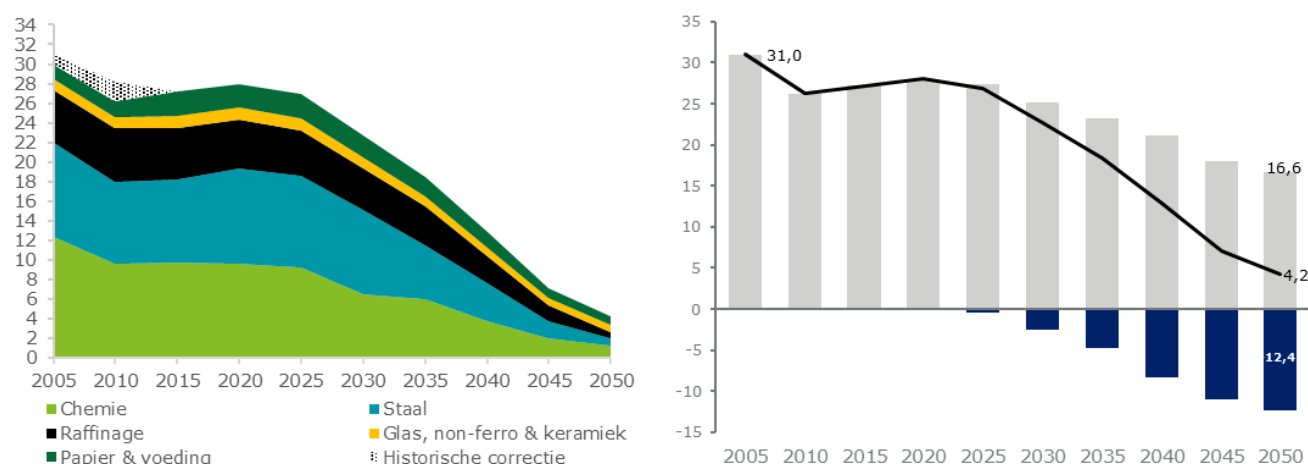
- In eerste instantie is het centrale verkenningsscenario uit de 2020 roadmap opnieuw samengevat weergegeven;
- Dit centrale scenario (“MIX”) is vergeleken met andere (recente) roadmaps met een gelijkaardig toepassingsgebied;
- De stand van zaken rond investeringen met betrekking tot klimaatvriendelijke technologie in Vlaanderen is in kaart gebracht om vast te stellen of verwachte investeringen in de periode 2020-2030 effectief plaatsvinden.

In combinatie met de inzichten uit interviews, worden de bovenstaande analyses finaal gebruikt om na te gaan of de veronderstelde trajecten in 2020 nog accuraat zijn en waar en of er bijsturing nodig is.

Roadmap 2020 aannames

Voor de huidige studie wordt gebruik gemaakt van het bovenvermelde centrale verkennings-scenario (“MIX”) uit de 2020 roadmapstudie omdat dit ook gebruikt is om de roadmap en beleidsaanbevelingen uit te tekenen.

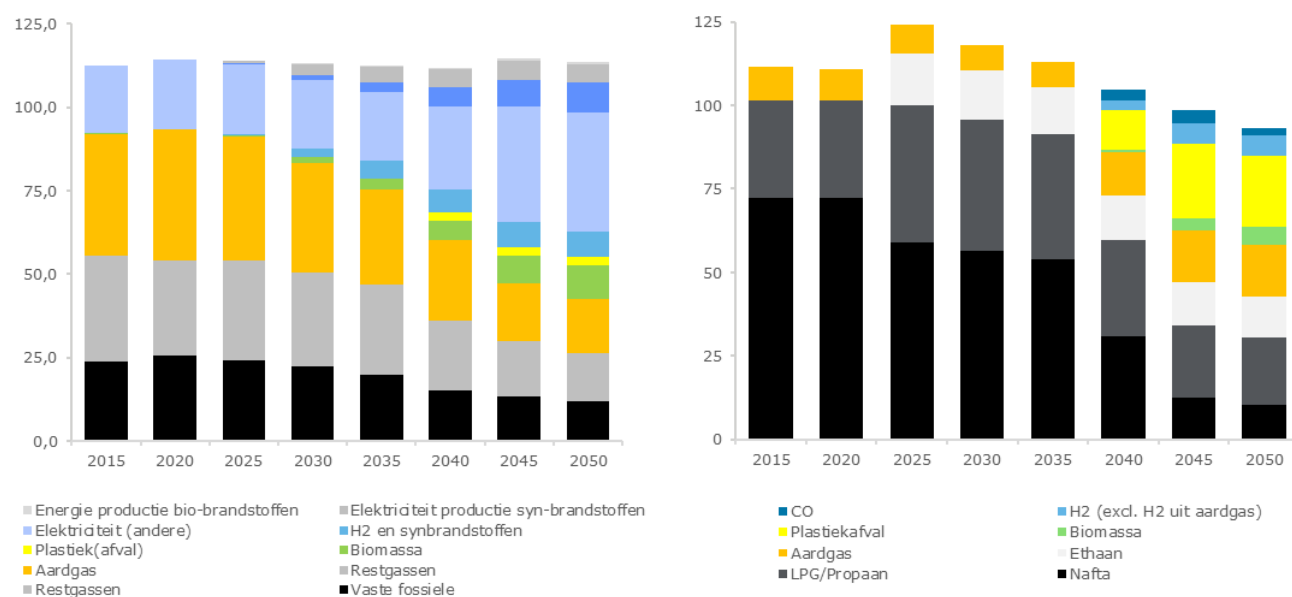
In het algemeen stelde het MIX-scenario dat de emissies in de Vlaamse basisindustrie met ongeveer 80% zouden afnemen in 2050 ten opzichte van het basisjaar 2005. Om dit te bereiken, nam de roadmapstudie een CO₂ afvang en opslag ten belope van 12,4 Mton in 2050 in rekening. Het MIX-scenario keek ook naar andere sectoren, maar de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal stonden in voor het grootste deel (87%) van de emissies in 2005. De evaluatie richt zich nu enkel op deze sectoren.



Figuur 2.4.2: Verwachte evolutie broeikasgasemissies in de 2020 roadmap volgens MIX-scenario (links) en bijdrage CO₂ afvang voor Vlaamse basisindustrie vooropgesteld in 2020 roadmap (rechts). Cijfers zijn uitgedrukt in Mton CO₂.

Naast CO₂ afvang zorgen transformaties in de processen naar zowel energiegebruik en feedstockgebruik voor de overige emissiereducties (zie onderstaande figuur). Op vlak van energiegebruik is er volgens het MIX-scenario geen volledige uitfasering van fossiele brandstoffen. Er is wel een duidelijke groei in het elektriciteitsverbruik voorzien naast de introductie van biomassa, kunststofafval en synbrandstoffen.

Op vlak van feedstockverbruik in de chemie is er een significante daling voorzien in het MIX-scenario voor fossiele grondstoffen, die opgevangen worden door een grote inzet van kunststofafval (chemische recyclage) naast biomassa, low carbon H₂ en synthetische koolwaterstoffen.



Figuur 33: Verwachte evolutie energiegebruik in de 2020 roadmap volgens MIX-scenario (links) en het feedstockverbruik in de chemiesector (rechts). Cijfers zijn uitgedrukt in TWh.

Een uitgebreide beschrijving en overzicht van het MIX-scenario is toegevoegd in Bijlage 2: uitgebreide samenvatting van het MIX-scenario in de 2020 roadmapstudie.

Vergelijking met andere roadmapstudies

Om het MIX-scenario kritisch te evalueren met de meest recente inzichten, is een vergelijking gemaakt met recent gepubliceerde roadmapstudies die elk raakvlakken hebben op geografisch of sectoraal vlak. De meegenomen roadmapstudies zijn:

- ELIA - Powering Industry Towards Net Zero (2022)
- Fluxys: North Sea Integration Model (2024)
- VITO-Energyville Paths 2050 Coalition (2025)
- Cefic – The Carbon Managers (2024)
- Plastics Europe – The plastics transition (2023)

Een samengevatte beschrijving van deze roadmapstudies is toegevoegd in Bijlage 3: Samengevatte beschrijvingen van de verschillende roadmapstudies die geanalyseerd zijn ter evaluatie van de 2020 roadmapstudie. In onderstaande tabel worden de gewichten die gegeven worden aan de verschillende transitiepaden vergeleken met de 2020 roadmapstudie.

Tabel 7: Vergelijkende analyse met recent gepubliceerde roadmapstudies die elk raakvlakken hebben op geografisch of sectoraal vlak met de 2020 roadmapstudie

	Elia – Powering Industry Towards Net Zero	Fluxys – North Sea Integration Model	VITO-Energyville Paths 2050 coalition	Cefic – The Carbon Managers	Plastics Europe – The plastics transition
Scope	Net Zero roadmap voor industrie in België en delen van Duitsland (50 Hertz gebied)	Net-zero energiesysteem analyse 2050 voor 10 landen rond de Noordzee	Net-Zero roadmap voor België	Net-zero analyse voor de Europese chemiesector	Klimaatroadmap richting 2050 voor productie van kunststoffen in Europa
Vergelijkbaarheid roadmapstudie 2020	Goede vergelijkbaarheid, drie verschillende scenario's ontwikkeld richting 2050 (CCUS, ELEC & MOL) ¹¹⁵ , aparte data beschikbaar voor België.	Eerder gericht op het optimaliseren van energieaanbod voor heel België dan transformatie van de industrie.	Goede vergelijkbaarheid. Het model bekijkt alle sectoren inclusief industrie.	Enkel focus op chemie en voor heel EU. Inzichten zijn daardoor niet direct toepasbaar voor Vlaanderen	Goed vergelijkbaar wat betreft het gewicht van transitiepaden voor HVC (i.h.b. richting polymeren)
Verschil met transitiepaden					
Biomassa	Het gebruik van biomassa wordt vermeld in de studie, maar wordt niet in detail in kaart gebracht.	Het model kijkt voornamelijk naar het invullen van de energievraag op vlak van elektriciteit, aardgas en waterstof, niet naar alternatieve productieprocessen o.b.v. recycling en biomassa.	Biomethaan en biomassa (29-43 TWh samen tegen 2050) worden gebruikt in maritiem transport, industrie en voor elektriciteits-/warmteproductie. Door biomassa te combineren met CCS in de industrie kunnen negatieve emissies worden bereikt.	De analyse neemt een grote inzet van biomassa in rekening zowel voor energiebehoefte als feedstock. In de krakers gaat de analyse uit van ong. 35% bio nafta tegen 2050. In het MIX-scenario van de roadmapstudie 2020 bedroeg dit slechts 6%. Ook voor energiegebruik gaat de Cefic studie uit van bijna een 50% bijdrage uit biomassa (vnl. landbouwoverschotten en biogas), t.o.v. 13% in de roadmapstudie.	Plastics uit biomassa zou tegen 2050 18% (11,4 Mt) van productie in EU uitmaken.

¹¹⁵ Waarbij het ELEC-scenario focust op elektrificatie en het MOL scenario nadruk legt op import van waterstof en waterstof afgeleide producten.

	Elia – Powering Industry Towards Net Zero	Fluxys – North Sea Integration Model	VITO-Energyville Paths 2050 coalition	Cefic – The Carbon Managers	Plastics Europe – The plastics transition
Circulair	Het gebruik van recycling wordt vermeld in de studie, maar wordt niet in detail in kaart gebracht.	N/A	Wordt niet expliciet vermeld in scenario's voor industrie, met uitzondering van hoger aandeel secundair staal.	De studie gaat uit van zowel mechanische als chemische recyclage voor de productie van plastics. De inzet van chemische recyclage in de krakers bedraagt ong. 26% t.o.v. 23% in de roadmapstudie, dit ligt dus in dezelfde lijn.	De substitutie van fossiele plastics zou 65% kunnen bereiken in 2050. Dit betekent dat naar verwachting 65% van de in Europa door verwerkers verbruikte plastics circulair is. Deze 65% circulaire plastics bestaat naar verwachting uit: Mechanisch gerecyclede plastics: 15,3 Mton (24%) Chemisch gerecyclede plastics: 12,4 Mton (19%)
Elektrificatie	In de verschillende scenario's stijgt de elektriciteitsvraag in de sectoren (petro)chemie en staal met 100% tot 175%, vergeleken met 100% in het MIX-scenario van de roadmapstudie. In alle drie scenario's is de inzet van industriële warmtepompen en elektrische boilers opgenomen, evenals een gedeeltelijke invulling door elektrische krakers.	Het model neemt het geschatte totale elektriciteitsverbruik in rekening vanuit het door ENTSO ontwikkelde Ten Year Network Development Plan (TYNDP)-scenario. Dit bedraagt ong. 200 TWh voor België. Het model gaat uit dat ong. de helft wordt ingevuld door wind, zon en de andere helft vanuit import. Daarnaast blijft er ook nog nood aan productie uit gas, vnl. in de winter.	Elektriciteitsgebruik wordt verwacht meer dan te verdubbelen in alle scenario's, van 80 TWh in 2025 naar 155-170 TWh in 2050. Elektrificatie wordt geïdentificeerd als een no-regret maatregel, met name voor gebouwverwarming en wegvervoer. Ook in de industrie wordt een grote toename van elektrificatie verwacht (ongeveer dubbele van huidige vraag).	De elektriciteitsvraag verdubbelt richting 2050 voor de (petro)chemische sector. Dit ligt in lijn met de aannames in het MIX-scenario van 2020 roadmapstudie. De stijging in elektriciteitsgebruik komt voornamelijk door de inzet van elektrificatie voor warmteopwekking en het gedeeltelijk overstappen naar elektrische krakers.	De roadmap veronderstelt de toepassing van elektrische nafta steam crackers na 2035. Geen specifieke cijfers.

	Elia – Powering Industry Towards Net Zero	Fluxys – North Sea Integration Model	VITO-Energyville Paths 2050 coalition	Cefic – The Carbon Managers	Plastics Europe – The plastics transition
Waterstof	Waterstofvraag stijgt tot 35-60 TWh in de verschillende scenario's. In het MIX-scenario van de roadmapstudie bedroeg dit 26 TWh. Alle scenario's gaan uit van waterstofgebruik in nieuwe DRI-EAF installaties voor staalproductie.	De waterstofvraag voor het totale geschatte verbruik wordt meegenomen, niet enkel de industrie. Dit bedraagt 143 TWh in 2050. Het model geeft aan dat in 2050 de waterstofvraag in België amper wordt ingevuld met lokale elektrolyse (2%). Het model geeft de voorkeur aan blauwe waterstof (17%) en import (80%) vanuit de Noordzee (offshore wind + elektrolyse) en omliggende landen.	Binnenlandse productie van groene waterstof via elektrolyzers gekoppeld aan hernieuwbare energiebronnen wordt verwacht verwaarloosbaar te zijn, met enkele uitzonderingen zoals productie mogelijk gemaakt door nucleaire Small Modular Reactors (SMR's) of als industriële bijproducten. Groene moleculen (waterstof, e-methaan, ammoniak, enz.) krijgen meer belang, vooral gedreven door EU-wetgeving voor internationaal transport (luchtvaart, maritiem). Hun rol in de totale eindenergievraag is beperkt door kosten vergeleken met elektrificatie. Internationaal transport alleen zal verantwoordelijk zijn voor minstens 57 TWh in alle scenario's.	De Cefic studie gaat uit van een lichte stijging in waterstofgebruik (+30%) tegen 2050 voor de chemiesector. In de roadmapstudie van 2020 bedroeg de stijging meer dan 200%. Verder gaat de Cefic studie enkel uit van waterstofproductie uit aardgas (vnl. pyrolyse en deels via CO ₂ afvang). De roadmapstudie voorzagt wel nog de inzet van groene waterstof (35%).	De productie van methanol met behulp van afgevangen CO ₂ en koolstofarme waterstof is een belangrijke route voor CCU-gebaseerde plastics. De geschatte behoefte aan methanol hiervoor in 2050 bedraagt 8,7 Mton en daarvoor naar inschatting rond 2 Mton waterstof (of ongeveer 67 TWh)

	Elia – Powering Industry Towards Net Zero	Fluxys – North Sea Integration Model	VITO-Energyville Paths 2050 coalition	Cefic – The Carbon Managers	Plastics Europe – The plastics transition
CCUS	De koolstofopslag volumes variëren tussen 8 en 16 Mton CO ₂ in de verschillende scenario's t.o.v. 12,4 Mton CO ₂ in het MIX-scenario van de roadmap 2020	De koolstof opslag volumes bedragen ong. 7 Mton CO ₂ in het model.	Koolstof afvang en -opslag (CCS) zal een cruciale rol spelen bij het verminderen van moeilijk te decarboniseren CO ₂ -procesemissies. Het model gaat ervan uit dat CCS opschaaft naar 20 miljoen ton per jaar vanaf 2030. Een toekomst zonder CCS is haalbaar maar duurder en vereist aanzienlijk hogere import van groene moleculen.	De emissiereducties gekoppeld aan koolstofopvang voor de chemiesector bedraagt ong. 23% in 2050 t.o.v. 2019 in de Cefic studie, in vergelijking met 44% t.o.v. 2005 in de roadmapstudie. De Cefic studie gaat voor het EU gemiddelde dus uit van een lagere inzet van koolstofopvang.	Verwacht wordt dat de productie van plastics uit afgevangen CO ₂ in 2050 3,2 Mton (of 5% van productie in 2050) bereikt. Dit is afhankelijk van de opschaling van CCS om de afgevangen koolstof te leveren.

Conclusies

De Cefic carbon managers roadmap geeft in vergelijking met de 2020 contextanalyse veel meer gewicht aan biomassa (zowel als feedstock en energie) in de sector chemie. Een reden hiervoor is dat het optimalisatiemodel de keuze maakt om effectief op netto-0 emissies in 2050 uit te komen, door de resterende fossiele emissies te neutraliseren door biologische CO₂ afvang en opslag van (biologische) CO₂ in materialen. Desalniettemin zet de roadmap in het algemeen minder in op de opvang van fossiele CO₂ en meer op het gebruik van biomassa. Er bestaan twijfels of de grote hoeveelheid biomassa die nodig is om dit scenario te realiseren ook in Vlaanderen van toepassing kan zijn.

Over het algemeen komen de transitiepaden van de Elia industrie roadmap goed overeen met de 2020 roadmapstudie. De Elia roadmap heeft wel een grotere focus op elektrificatie en de inzet van waterstof. De roadmap gaat onder meer uit van de inzet van op waterstof gebaseerde staalproductie (via H₂-DRI) voor België.

Het Fluxys model is voornamelijk een optimalisatiemodel voor het beantwoorden van de energievraag voor heel België, het voert zelf geen modellering uit op de transformatie van de industriële processen. Dit model geeft aan dat de productie van waterstof of afgeleiden in België beperkt zal zijn. Het model voorziet wel een grote productie van deze moleculen dichtbij (Noordzee) en rekent op transport via schip en pijpleidingen voor zowel waterstof als CO₂.

De Plastics Europe roadmap volgt dezelfde transitiepaden als deze van de 2020 contextanalyse. Ook het ambitieniveau is vergelijkbaar.

De Vito-Energyville Paths2050 coalition ligt ruwweg gesproken in lijn met de 2020 roadmapstudie. Er is een gelijkaardige inschatting van CCS. Ook de verwachte toekomstige vraag naar elektriciteit in de industrie loopt min of meer gelijk. De productie van groene waterstof in Vlaanderen wordt als verwaarloosbaar gezien. Daartegen staat (na 2040) een verwachte grote vraag naar groene moleculen (e.g. voor lucht- en scheepvaart), afhankelijk van toekomstige doelstellingen op EU-niveau.

Over alle geanalyseerde roadmapstudies heen kan geconcludeerd worden dat de transitiepaden vergelijkbaar zijn met deze uit de context- en roadmapstudie in 2020. Ze zetten allemaal in op elektrificatie, CCUS, waterstof als feedstock, biomassa en (hoge mate van) circulariteit. De gewichten van deze opties verschillen soms grondig met deze uit de 2020 contextanalyse door bijvoorbeeld hogere inzet van elektrificatie, biomassa en lager inzet van CC(U)S. Ook kan in het algemeen voor België en Vlaanderen gesteld worden dat de lokale productie van waterstof beperkt zal zijn en dat groene moleculen eerder geïmporteerd zullen worden. Een aandachtspunt voor de vergelijking is het mogelijk verschil in tijdsgeest en context waarin de verschillende studies tot stand zijn gekomen. Deze context kan verschillend zijn van de huidige studie op het moment van uitvoering. Er wordt geen kritiek geuit op de gehanteerde methodologie binnen de vergeleken studies. De vergelijking dient als een aanvullende reflectie binnen het geheel van de huidige opdracht.

Projecten in Vlaanderen

Om zicht te krijgen op de actuele status van de transitie van de industrie in Vlaanderen werd ook gekeken naar projecten in of gerelateerd aan de industrie in Vlaanderen.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van projecten die in Vlaanderen in verschillende stadia van ontwikkeling (van concept tot operationeel) zitten en betrekking hebben op de klimaattransitie van de sectoren chemie, raffinage en staal. Het moet beklemtoond worden dat deze lijst hoogstwaarschijnlijk onvolledig is omdat deze afgeleid is uit aankondigingen via media en gesprekken met een beperkt aantal bedrijven (zie Bijlage 4: Overzicht van stakeholders die geconsulteerd werden in de interviews).

Er werden voorlopig 41 projecten geïdentificeerd waaronder:

- 8 CCUS projecten (incl. 2 blauwe waterstof en 1 project dat afgeblazen werd)
- 5 biobased projecten inclusief productie van Sustainable Aviation Fuels
- 9 circulaire kunststoffen (incl. recyclage voedselafval) projecten
- 3 elektrificatieprojecten waarvan 2 in vroeg concept stadium.
- 13 waterstof projecten (incl. 2 met CCUS – blauwe waterstof)

In het algemeen ligt de focus van de projecten in lijn met de veronderstellingen uit de context-analyse in 2020. Een belangrijk deel van deze projecten (die toen nog vaak in concept, vergunning of aanbouw stadium zaten) werd (impliciet) meegenomen in de toenmalige analyse. De projecten dekken de belangrijkste opties uit de 2020 context-analyse (e.g. CCUS, circulariteit, elektrificatie en biomassa).

Voor CCS werd op meer vooruitgang gehoopt via o.a. het project Antwerp@C. Het project Kairos@C werd goedgekeurd door het ETS Innovatiefonds in oproep 2020, maar de uitvoering ervan liep vertraging op door de sterk toegenomen inflatie, door bijkomende investeringskosten en regelgeving. Kairos@C is op korte termijn de eerste en grootste gebruiker van Antwerp@C, waardoor ook Antwerp@C vertraging opliep. Er wordt een definitieve investeringsbeslissing van Kairos@C verwacht in het eerste kwartaal van 2026. Ook op vlak van circulariteit en biomassa speelt de Next-Gen hub in Port of Antwerp-Bruges een belangrijke rol om investeringen in demo's of first of a kind installaties op vlak van circulaire kunststoffen en biomassa valorisatie plaats te bieden. Om de grootschalige recycling hub rol waar te maken die Vlaanderen zou moeten spelen in 2050 werden er echter grotere investeringen verwacht volgens de 2020 context-analyse. Voor staalproductie is de investering in een DRI nu een (onzekere) optie omwille van verlaagde competitiviteit van staalproductie in de EU. De DRI-technologie werd niet meegenomen in het centrale scenario van de 2020 roadmap.

Een belangrijke vaststelling en bezorgdheid is dat meer dan de helft van deze projecten nog geen finale investeringsbeslissing kennen en er dus grote mate van onzekerheid bestaat over hun eventuele realisatie. Het uitblijven of afblazen van zulke beslissingen zal een impact hebben op de realisatie van de tussentijdse en hoogstwaarschijnlijk de lange-termijn doelstellingen uit de 2020 roadmap¹¹⁶.

Naast de onderstaande projecten gericht op investeringen worden er in Vlaanderen ook industriële onderzoeksprojecten ondersteund. Zo verleende VLAIO in 2024 steun voor 30 onderzoeksprojecten in de industrie (incl. haalbaarheidsstudies, strategisch basisonderzoek en ontwikkelingsprojecten). Omwille van het confidentieel karakter van sommige onderzoeksprojecten, kan er geen gedetailleerd overzicht van deze projecten opgenomen worden.

¹¹⁶ In het bijzonder voor projecten die van elkaar afhangen zoals het Zesta project, H2BE en de Fluxys CO₂ backbone.

Tabel 8: Overzicht klimaatprojecten in Vlaanderen voor de sectoren chemie, staal en raffinage (groen = operationeel of in aanbouw, oranje = gepland, maar nog niet in uitvoering, FID nog te nemen, grijs = afgelast)

Project Naam	Type	Status	Bedrijf/ Partners	Technologie/Beschrijving	Plaats
bioSAF – refining	Bio	Opstart zomer 2025	Total	SAF	Antwerpen
BioHy	Bio	FID tbd	OMV/Borealis	valorisatie (bio) olie afval naar SAF	Antwerpen
Torero	Bio	Operationeel	Arcelormittal	bio-based feedstock	Gent
Bio-refinery pilot	Bio	Operationeel	Bio-base Europe	Piloot plant om biobased processen te testen. Capaciteit 300kt pa	Gent
Ecluse II	Bio/Waste	In uitvoering	Indaver, SLECO, FINEG, Maatschappij Linkerscheldeover, Port of Antwerp-Bruges, Water-Link	Stoomnetwerk voor transport van warmte uit afvalverbandingsbedrijven	Antwerpen
Steelanol	CCUS	Operationeel	Arcelormittal	Ethanol productie op basis van hoogovengas (CO) (Lanza-tech)	Gent
Vioneo MTO Plant	CCUS	Aankondiging	Vioneo/Honeywell UOP	Methanol-to-olefins technologie	Antwerpen
Kairos@C	CCUS	FID tbd	Air Liquide/BASF	CCS (ETS innovatiefonds project)	Antwerpen
Antwerp@C	CCUS	FID tbd (afh. V Kairos@c)	Air Liquide, BASF, Borealis, ExxonMobil, Ineos, Fluxys, Totalenergies	CCS export hub	Antwerpen
FLUXYS C-grid	CCUS	FID tbd	FLUXYS, PoAB, Socof	CO ₂ transport infrastructuur (gelinkt met Kairos@C)	België
Arcade	CCUS	FID tbd	Raffinage	Koolstofafvang en denox in raffinage	Antwerpen
Power to Methanol	CCUS	Afgelast	Engie/Fluxys/Indaver /PoAB	E-methanol productie	Antwerpen
VTI-Pyrum	Circ	aangekondigd	VTI-Pyrum	Recyclage autobanden	Antwerpen
Advanced recycling plant	Circ	aangekondigd	Exxonmobile	Chemische recyclage kunststof	Anwerpen
Purecycle	Circ	aangekondigd	Purecycle, PoAB NG-district	Chemische recyclage polypropyleen	Antwerpen
Triple Helix Pure Sure	Circ	FID – bouw later 2025	Triple Helix, PoAB NG-district	Circular economy technology provider (Material as a service (MaaS) - PU recyclage	Antwerpen
Bolder	Circ	FID - bouw 2026-2027	Bolder, PoAB NG-district	Recyclage autobanden	Antwerpen
Synpet	Circ/Bio	aangekondigd	Synpet, Kolmar	Chemische recyclage plastic afval (180kt/j)	Antwerpen
Triple W	Circ	Operationeel	Triple W, PoAB NG-district	Demo melkzuur uit voedselafval	Antwerpen
Borealis Beringen	Circ	In uitvoering	Borealis	Mechanische Kunststof recyclage (Borcycle M technology)	Beringen
P2C (Plastic to Chemicals)	Circ	Operationeel	Indaver	PS naar PS and pOF naar nafta conversie	Antwerpen
BASF E-BOILER	Elektrificatie	Planning	BASF	Elektrische boiler installatie	Antwerpen
Steam-backbone	Elektrificatie	Concept	Port of Antwerp and Bruges (PoAB)	Dubbelzijdige open-access steam backbone (incl. elektrificatie warmte)	Antwerpen
Q-pinch	Elektrificatie	Operationeel	Borealis/Qpinch	Chemische warmtepomp	Antwerpen
BASF Antwerp Green PPA	Groene PPA	Operationeel	BASF	Groene PPA/co-owner in offshore NL	NL-Antwerpen
ENHANCE NH3 cracking	H ₂	FID tbd	Air liquide	Piloot plant om groene ammoniak te kraken naar waterstof	Antwerpen
H2Backbone	H ₂	Planning	Fluxys	Constructie pijpleiding netwerk voor transport waterstof	België
Hyoffwind	H ₂	In uitvoering	Virya Energy	Productie groene waterstof via offshore windenergie met als doel injectie in aardgasnetwerk (25 Mw)	Zeebrugge
North C Hydrogen	H ₂	Nog niet gestart	Engie/Flanders	Productie van groene waterstof voor methanolproductie	North Sea Port (Ghent)

RecHycle	H ₂	O&O eerste ontplooiing	ArcelorMittal/Fluxys	Onderzoeksproject (Recycling van restwaterstof en gebruik van groene waterstof in het staalproductieproces om de koolstofuitstoot te verminderen.)	North Sea Port (Gent)
Terranova	H ₂	In uitvoering	Terranova Hydrogen/DEME/De Nul/Aertssen/Luminus /Nippon Gas	Multiple-to-multiple: combinatie waterstof uit diverse hernieuwbare bronnen met diverse toepassingen 2.5. MW electrolyser.	North Sea Port (Gent)
Air Liquide	H ₂	FID tbd	Air Liquide	Ammoniak kraker	Antwerpen
Advario-Fluxys	H ₂	FID tbd – opening 2028	Advario, Fluxys	Ammoniak terminal (en kraker)	Antwerpen
Amplifhy	H ₂	aangekondigd	VTI	Ammoniak kraker en terminal	Antwerpen
Plug Power	H ₂	FID tbd – opstart verschoven naar 2027	Plug Power, PoAB (NG-district), Vleemo, Luminus	H ₂ productie (12.5 Kt per jaar)	Antwerpen
Hope	H ₂	Planning	Lhyfe	Offshore wind waterstof productie. Demo 10 Mwe electrolyser. 2026	Oostende
H2BE Project	H ₂ -CCUS	FID tbd	Engie/Equinor	ATR waterstofproductie + CCS (ETS innovatiefonds)	Gent
RFNBO - refining	H ₂ /CCUS/Groene PPA	Eind 2027 operationeel	Total	waterstof productie in NL voor gebruik in raffinage vlaanderen	NL-Antwerpen
INEOS Project ONE	Nieuw proces	In aanbouw	INEOS	Ethaan kraker	Antwerpen
BASF Superabsorbent Polymer	Andere	Operationeel	BASF	Super absorberende polymeren met 0 koolstofvoetafdruk	Antwerpen
ZESTA Project	Staal DRI EAF	FID tbd	Arcelormittal	EAF + DRI + CCS (ETS Innovation fund)	Gent

Evaluatie technologische opties in MIX-scenario van 2020 roadmapstudie

Op basis van de vergelijking met de verschillende roadmapstudies, de aangekondigde projecten en de inzichten verkregen uit de interviews volgt hieronder een evaluatie per waardenketen op het niveau van de transitiepaden die meegenomen waren in het MIX-scenario van de 2020 roadmapstudie. Voor elke waardenketen werden de inzichten ook samengevat in een schematisch overzicht. Deze tabellen geven een overzicht van de belangrijkste technologiepaden uit de roadmapstudie en hoe recente inzichten het gewicht van deze paden richting 2050 beïnvloeden.

Chemie

CCS op kantelpunt

Alhoewel het ambitieniveau uit de 2020 roadmap naar achter is verschoven in de tijd door vertraging van de implementatie van Antwerp@C staat de sector (petro)chemie dicht bij grote investeringen die tegen 2030 tot 1,5 Mton CO₂ kunnen afvangen en opslaan¹¹⁷ door onder andere Europese steun (via innovatiefonds) voor het Kairos@C project.

Er zijn evenwel nog geen finale investeringsbeslissingen genomen voor dit project. De oorzaak ligt bij de grote inflatie van afgelopen jaren die de ingeschatte CAPEX sterk verhoogden alsook een lagere CO₂ prijs die deze projecten (relatief) minder rendabel maakt. Daarenboven blijft er enige onzekerheid over de omzetting van de Europese REDIII richtlijn en de erkenning van blauwe waterstof in de industrie.

Deze investeringen zijn niet alleen cruciaal om een belangrijk deel van de emissies in de sector (petro)chemie te reduceren, zij zorgen door de investering in noodzakelijke infrastructuur voor CO₂ opvang en transport ook voor de mogelijkheid om andere bedrijven in de Antwerpse haven en daarbuiten ervan gebruik te laten maken.

Groene waterstof verliest aan belang, blauwe waterstof wordt belangrijk(er)

Grootschalige groene waterstofproductie zal hoogstwaarschijnlijk niet plaatsvinden (op korte en middellange termijn) in Vlaanderen¹¹⁸. De grootste struikelstenen zijn de (hogere) kostprijs voor elektriciteit, de beschikbaarheid van voldoende koolstofarme stroom en de EU-regelgeving (o.a. additionaliteitsprincipe). Groene waterstof zal ingezet worden als er een markt is voor afgeleiden (e.g. RFNBO inzet bij transportbrandstoffen) die het doorrekenen van een hogere prijs toelaat, al dan niet indirect via de “raffinageroute”. Groene waterstof inzetten als brandstof lijkt weinig waarschijnlijk wanneer de optie tot elektrificatie of biomassa bestaat, en deze alternatieven economischer zullen blijken. Eenzelfde conclusie kan getrokken worden voor het gebruik van synthetische brandstoffen in de industrie, met uitzondering wanneer quota's worden opgelegd door Europa zoals bij “Sustainable Aviation Fuels”.

Naast het toepassen van koolstofopvang op bestaande waterstofproductie (via Kairos@C) staat ook een nieuwe investering in blauwe waterstof in de steigers (H2BEe project). Deze investering zou de productie van waterstof in Vlaanderen doen toenemen met ongeveer 210 Kton per jaar (6,9 TWh). Deze zou dus de vooropgestelde vraag naar groene waterstof in 2050 (8,7 TWh) in de 2020 roadmap voor een deel (omwille van hogere vraag uit staalproductie) kunnen vervangen. Deze investering heeft momenteel te kampen met onzekerheid betreffende de volumes en de verkoopprijs ten gevolge van de voorlopig nog onzekere status van blauwe waterstof in de REDIII-regelgeving¹¹⁹.

Meer elektrificatie mogelijk maar voorlopig weinig zichtbaar

De 2020 roadmap heeft het potentieel voor elektrificatie na 2030 onderschat. Voor lage-, midden- en hoge temperatuurwarmte zijn nu meerdere technologische opties voorhanden.

In de praktijk echter worden de opties voor elektrificatie (e.g. e-boilers) quasi nog niet ingezet in de (petro)chemische sector. De hoofdreden blijft het grote kostenverschil tussen elektriciteit en aardgas maar ook mogelijke problemen om tijdig een (verzwaarde) aansluiting op het elektriciteitsnet te verkrijgen. Mogelijk vinden er kleinschalige investeringen in e-boilers plaats die flexibel ingezet kunnen worden afhankelijk van bijvoorbeeld de groothandelsprijs voor elektriciteit. Er moet voor deze en andere analyses in dit rapport beklemtoond worden dat het hier een momentopname van begin 2025 betreft, het is dus mogelijk dat tegen 2030 meer investeringen in elektrische boilers plaatsvinden.

¹¹⁷ Dit is een aanzienlijke emissiereductie aangezien de emissies van de Vlaamse industrie onder het EU ETS in 2024 bijna 21 Mt bedroegen.

¹¹⁸ Zie bijvoorbeeld de Fluxys roadmap (North Sea Integration model) en recente Paths 2050 coalition model, eerder besproken in dit rapport.

¹¹⁹ Meer duidelijkheid wordt verwacht in de “low carbon hydrogen” delegated act die de Europese Commissie eerstdaags zal publiceren.

Voor elektrificatie zal de technologie gekozen worden die een grote efficiëntiewinst met zich meebrengt. Op dat vlak is de recente investering in een grootschalige industriële warmtepomp (50 MWh)¹²⁰ hoopgevend. Deze zou (met inzet van restwarmte) een factor 3 zuiniger moeten zijn in vergelijking met een door aardgas gevoede stoomboiler. In praktijk zou deze dus rendabel worden als het verschil tussen elektriciteits- en gasprijzen onder een factor 3 gehouden wordt. Dit zou mogelijk moeten zijn.

Een andere manier om efficiëntie-winst te realiseren is het gebruik van schaalvoordelen bijvoorbeeld door het gebruik van stoomnetwerken (op basis van elektriciteit) die meerdere industriële sites kunnen voeden. Tenslotte kan er ook beter gebruik gemaakt worden van de variabiliteit in elektriciteitsprijs (bijvoorbeeld bij overvloed aan hernieuwbare productie) door in te zetten op elektrische warmteopslag. Ook hier zijn recent belangrijke vorderingen gemaakt door nieuwe installaties die op grote(re) schaal een grote hoeveelheid warmte (voor langere tijd en op hoge temperatuur) in materialen kunnen vasthouden en later terug vrijgeven zonder noemenswaardig energieverlies.

In de 2020 roadmap werd de elektrificatie van nafta stoomkrakers als belangrijke optie (na 2035) naar voorgeschoven. In de tussentijd heeft deze technologie grote stappen gezet aangedreven door twee industriële consortia die elk een type technologie succesvol verder ontwikkelden. Ondertussen leunt deze elektrificatie tegen TRL7-8 aan. De grootschalige toepassing wordt nog steeds rond 2035 verwacht. Er blijven nog twee belangrijke struikelstenen voor toepassing hiervan in Vlaanderen. Ten eerste, zoals eerder gesteld, de nood aan een (heel) grote hoeveelheid goedkope koolstofvrije stroom. Ten tweede, een oplossing voor het gebruik van de restgassen uit de kraakprocessen die nu als energiebron ingezet worden in hetzelfde proces. Daar zal uiteindelijk een vorm van reforming op moeten toegepast worden richting waterstof en CO en CO₂ met uiteindelijk de afvang van deze CO₂.

Het alternatief voor elektrificatie van kraakprocessen blijft de afvang van CO₂. Ook hier is de uitdaging groot om de kostprijs van lage concentratie CO₂-emissies (uit verbranding) te verminderen. De afweging tussen CO₂ afvang en elektrificatie zal dus hoofdzakelijk afhangen van de relatieve kostprijzen en beschikbaarheid van noodzakelijke infrastructuur. Indien de geplande investering rond Kairos@C en Antwerp@C zich doorzetten kan de keuze dus eerder de richting van CO₂-afvang uitgaan mits kostenefficiënte CO₂ scheiding.

Alternatieve feedstock voor olefinen

De 2020 roadmap verwachtte na 2030 ook investeringen in installaties die alternatieve feedstock gebruiken voor de productie van olefinen in het bijzonder de omzetting van methanol via Methanol to Olefins (“MTO”) en Methanol to Aromatics (“MTA”) processen en de omzetting van ethanol (uit CCU via staalproductie) naar ethyleen. Deze opties blijven voorlopig weerhouden rekening houdend met het relatief groot aantal nieuwe investeringen elders in de wereld voor productie van (groene) methanol. Lokale productie van methanol via CO₂-afvang en waterstof zal afhangen van de beschikbaarheid van (goedkope) ingevoerde waterstof. Alternatieven kunnen de productie van methanol zijn via gasificatie van moeilijk verwerkbaar restafval stromen, mits toepassing van koolstofafvang, of de productie uit biomassa.

Grootschalige chemische recyclage blijft een must

De 2020 roadmap gaf (chemische) recyclage een heel belangrijke rol, aanvullend op mechanische recyclage, als feedstock voor de productie van high value chemicals met als doel de creatie van een chemical recycling hub voor Europa in Vlaanderen. Dit ambitieniveau zou behouden moeten blijven, niet alleen voor klimaatdoelstelling maar omwille van de steeds ambitieuzere doelstellingen met betrekking tot recyclage van kunststoffen.

In de praktijk blijven de verwachte grootschalige investeringen in deze technologieën onder de verwachtingen. De twee belangrijkste redenen zijn de kostprijs van gerecycleerde kunststof versus nieuwe kunststof en de onderontwikkelde waardeketen voor voldoende kunststofafval met specificaties geschikt voor chemische recyclage. De inzet van gerecycleerd materiaal als feedstock in de kunststofproductie zal ook bepaald worden door het al dan niet aannemen van bindende doelstellingen en slimme investeringen in de ontwikkeling van een downstream recyclage waardeketen.

Verlaagd toekomstperspectief voor synthetische brandstoffen in industrie

Het inzetten van synthetische brandstoffen als brandstof in de industrie is minder kostenefficiënt dan directe elektrificatie en koolstofafvang, waardoor deze minder potentieel hebben, met uitzondering wanneer quota's worden opgelegd door Europa zoals bij “Sustainable Aviation Fuels”. De roadmap zou op dit vlak bijgesteld moeten

¹²⁰ <https://www.gigkarasek.com/news/large-scale-heat-pump-basf>

worden in de richting van hogere elektrificatie of (indien dat niet mogelijk is) CO₂ afvang of biomassa gebruik. Voor raffinage kan productie van synthetische brandstoffen wel aan belang winnen als er verdere ambitieuze Europese doelstellingen komen in de toekomst.

Vraagtekens bij grootschalige inzet biomassa als feedstock/energiedrager

De 2020 roadmap ging uit van een beperkt aandeel biomassa als feedstock en energiedrager in de chemische (en andere) sector. Dit staat in contrast met bijvoorbeeld de Cefic carbon managers roadmap die rekent op biomassa als één van de belangrijkste elementen om de (petro)chemische sector klimaatneutraal te maken. In de 2020 roadmap werd aangeraden om een grondig onderzoek te doen naar beschikbaarheid van (duurzame) biomassa voor transitie van de industrie. Om de onzekerheid op dit vlak te verkleinen, wordt deze aanbeveling hier herhaald.

Tabel 9: Overzicht van de belangrijkste technologie-paden voor Chemie uit de roadmapstudie en gewicht van deze paden richting 2050

Productie			
Productievolumes	Evolutie 2015-2050 MIX-scenario	Aanpassing 2050 evolutie	Bespreking
High value chemicals	+30%	→	Groei wordt aangehouden door nieuwe investeringen (ethaan kraker, PDH)
Ammoniak	+0%	→	Transitie naar ammoniak met CCS (blauw) ook omwille van onzekerheid over toekomstige import groene/blauwe ammoniak.
Chloor	+10%	→	Geen verandering verwacht
Andere	+0%	→	Volgt algemene economisch ontwikkeling
Feedstock			
Feedstock	2050 gewicht MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
Fossiele grondstoffen	62%	↗	Toename door hogere productie blauwe waterstof (nieuwe investering)
Biomassa	6%	→	Constant houden. Onzekerheid over inzet biomassa op grote schaal in Vlaanderen
Kunststofafval	23%	→	Reeds ambitieus. Ambitieniveau behouden.
Hernieuwbare H ₂	6%	↘	Ambitieniveau verlagen wegens hoge kost en beschikbaarheid koolstofvrije elektriciteit. Ten koste van blauwe waterstof (maar grotere zekerheid van erkenning onder REDIII nodig)
CCU	3%	↘	Gelinkt aan (hogere kostprijs) groene waterstof. Binnenlandse productie via CCU lager. Mogelijk export van CO ₂ naar regio in Europa met goedkope waterstofproductie ¹²¹ .

¹²¹ Zie <https://www.nature.com/articles/s41560-025-01752-6/figures/4>

Energiegebruik			
Energiebron	2050 gewicht MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
Fossiele energiebronnen	30%	→↘	Mogelijk minder inzet van fossiele brandstoffen ten voordele van hogere elektrificatie ten opzichte van 2020 roadmap.
Elektriciteit	50%	↗→	Mogelijk meer elektrificatie i.h.b. lage en midden-temp. Onzekerheid over elektrisch kraken van nafta (kan elektrisch maar ook via CCS)
Biomassa	13%	→	Onzekerheid over inzet biomassa
Synthetische brandstof	7%	↘	Lager wegens hoge kostprijs
Carbon capture and storage			
Technologie	2050 gewicht emissiereductie MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
CCS	-44% t.o.v. 2005	↗→	Kan hoger liggen indien elektrificatie relatief te duur is of koolstofvrije stroom niet voldoende beschikbaar. Keuze tussen elektrisch kraken van nafta of CCS (mits kostprijs opvang laag genoeg)

→: status quo ten opzichte van 2020 roadmapstudie, ↗: Stijgend aandeel of belang, ↘: Dalend aandeel of belang
 ↗→: Mogelijk stijgend belang of aandeel maar voorwaardelijk aan evolutie van andere energiedrager of technologie-route, (→↘), (↗): Pijl tussen haakjes duidt op (grote) onzekerheid toekomstige evolutie van productie of vraag.

Raffinage

De transitie van raffinage hangt naast de onzekerheid met betrekking tot toekomstige vraag voor fossiele brandstoffen op dit moment af van andere investeringen in de Antwerpse haven, in het bijzonder de CO₂ infrastructuur.

Ook zullen toekomstige (meer ambitieuze) Europese doelstellingen rond het gebruik van duurzame brandstoffen in onder andere scheep- en luchtvaart en belangrijke rol spelen bij nieuwe investeringen voor de productie van deze brandstoffen.

Tabel 10: Overzicht van de belangrijkste technologie-paden voor Raffinage uit de roadmapstudie en gewicht van deze paden richting 2050

Productie			
Productievolumes	Evolutie 2015 -2050 MIX-scenario	Aanpassing 2050 evolutie	Bespreking
Raffinage	-15%	(→)	Onzekerheid over toekomstige productie. Stabiel houden voorlopig maar monitoren
Energiegebruik			
Energiebron	2050 gewicht MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
Fossiele energiebronnen	66%	(→)	Hangt af van productievolumes omdat gebruik voor groot deel uit restgassen raffinage bestaat. Bijstook met aardgas zou lager kunnen liggen mits hogere elektrificatie
Elektriciteit	29%	↗	Hogere inzet mogelijk. Meeste processen op lagere of midden temperatuur.
H ₂ en CCU	5%	(↗)	Afhankelijk van vraag naar RFNBO via EU-regelgeving
Carbon capture and storage			
Technologie	2050 gewicht emissiereductie MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
CCS	-52% t.o.v. 2005	↘	Lager indien hogere elektrificatie

→: status quo ten opzichte van 2020 roadmapstudie, ↗: Stijgend aandeel of belang, ↘: Dalend aandeel of belang
 ↗↘: Mogelijk stijgend belang of aandeel maar voorwaardelijk aan evolutie van andere energiedrager of technologie-route, (→↘), (↗): Pijl tussen haakjes duidt op (grote) onzekerheid toekomstige evolutie van productie of vraag.

Staal

De 2020 roadmap ging uit van een combinatie van toepassingen (e.g. CCU, waterstof, biomassa en kunststofafval gebruik) die de emissies uit klassieke hoogovens moet terugdringen aangevuld met CCS. De optie om een waterstof DRI in te zetten werd toen niet weerhouden omwille van de heel grote vraag naar (groene) waterstof die deze zou genereren.

De huidige plannen van de grootste staalproducent in Vlaanderen wijken gedeeltelijk af van deze aannames. Op dat vlak zou de aangepaste roadmap nu op termijn 1 hoogoven moeten vervangen door een door waterstof gevoede DRI samen met één of twee elektroboogovens. Voor de andere hoogoven blijven de toepassingen geldig die 2020 vooropgesteld werden. De DRI zou gebruik maken van blauwe waterstof (via het bovenvermelde H2Be project). Voorts kunnen de bijkomende investeringen in de elektroboogovens het aandeel gerecycleerd staal in Vlaanderen doen stijgen.

Er bestaat omwille van de huidige economische context grote onzekerheid of en wanneer deze grote investeringen in de staalsector in Vlaanderen gaan plaatsvinden. Het moet beklemtoond worden dat deze investering samen met het H2Be project (en Kairos@C) sleutelinvesteringen zijn voor de klimaattransitie van de Vlaamse basisindustrie en daarom beleidsmatig de nodige prioriteit dienen te krijgen.

Tabel 11: Overzicht van de belangrijkste technologie-paden voor Staal uit de roadmapstudie en gewicht van deze paden richting 2050

Productie			
Productievolumes	Evolutie 2015 - 2050 MIX-scenario	Aanpassing 2050 evolutie	Bespreking
Staal	+9%	→	Productie gelijk houden wel mogelijk hoger aandeel EAF+DRI t.o.v. BF-BOF
Energiegebruik			
Feedstock	2050 gewicht MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
Fossiele grondstoffen	45%	↘	Verhoogde inzet op DRI en EAF via H ₂ (afgeleid uit methaan).
Elektriciteit	21%	↗	Wegens bijkomende EAF
Biomassa	11%	→	Stabiel (Torero project)
Kunststofafval	11%	→	Stabiel
Groene H ₂	11%	↘	Lager ten voordele van blauwe waterstof
Carbon capture and storage			
Technologie	2050 gewicht emissiereductie MIX-scenario	Aanpassing 2050 gewicht	Bespreking
CCS	-49% t.o.v. 2005	↘	Lager binnen scope van staalproductie. Wel hoger bij productie H ₂ (blauw) gebruikt door staalsector

→: status quo ten opzichte van 2020 roadmapstudie, ↗: Stijgend aandeel of belang, ↘: Dalend aandeel of belang
 ↗↘: Mogelijk stijgend belang of aandeel maar voorwaardelijk aan evolutie van andere energiedrager of technologie-route, (→↘), (↗): Pijl tussen haakjes duidt op (grote) onzekerheid toekomstige evolutie van productie of vraag.

Conclusie

De uitgebreide evaluatie van de 2020-roadmapstudie met recente interviews geeft een genuanceerd beeld van de overgang naar een duurzamere industrie in Vlaanderen. Technologische innovaties zoals CCS, de verschuiving richting blauwe waterstof, opkomende elektrificatietechnologieën en duurzame circulaire processen bieden veel potentieel. Tegelijkertijd blijven er aanzienlijke uitdagingen op het gebied van investeringskosten, wettelijke onzekerheden (bijvoorbeeld met betrekking tot implementatie RED III) en de beschikbaarheid van betrouwbare en betaalbare koolstofvrije energie.

3.4.4. Evaluatie infrastructuurbehoeften

De 2020 roadmapstudie toonde aan dat de tijdige ontwikkeling van nieuwe infrastructuur essentieel is voor de industrie om toekomstige klimaatdoelstellingen te realiseren. De studie identificeerde de volgende grootschalige noden op vlak van infrastructuur:

- Versterking elektriciteitsproductie en -netwerk
- De ontwikkeling van infrastructuur voor CO₂ liquefactie en transport (in industriële clusters en via een West-Oost CO₂ backbone)
- Uitbouw van waterstof-infrastructuur met oog op import van waterstofdragers
- Logistieke ketens voor grootschalige recyclage kunststofafval en voor biomassa

De 2020 roadmapstudie gaf qua timing ook aan dat het belangrijk is om een groot deel van deze investeringen reeds rond te krijgen tegen 2030 zodat nieuwe procesinstallaties (die gebruik maken van elektriciteit, kunststofafval, waterstof (en afgeleiden), etc.) of aanpassingen voor CO₂ afvang in industrie kunnen plaatsvinden na 2030.

De meest van bovenstaande elementen komen ook terug in andere meer recente roadmapstudies met gelijkaardige scope (e.g. Elia: “Powering Industry to net-0”, Fluxys: “North-sea integration model” en Vito-Energyville: “Pathways 2050 coalition”) zoals voorheen besproken in deze studie.

Elektriciteitsnetinfrastructuur

Voor de transitie is een sterke uitbreiding van het Belgische elektriciteitsnet nodig om te voldoen aan de stijgende vraag naar elektriciteit in de industrie, die tegen 2050 naar verwachting kan verdubbelen.¹²² Dit vraagt om de integratie van aanzienlijke hernieuwbare energiebronnen, zoals offshore wind, en het creëren van extra interconnecties. Belangrijke projecten zoals Ventilus en Boucle du Hainaut zijn cruciaal voor het verbinden van offshore hernieuwbare energiebronnen met het vasteland¹²³. Een proactieve aanpak is essentieel om tijdige investeringen in het net te bevorderen, zodat het de elektrificatieambities van de industrie kan ondersteunen. Regionale versterkingen en upgrades naar hogere spanningsniveaus zijn ook noodzakelijk om toekomstige eisen op te vangen¹²⁴.

Infrastructuur voor ‘low carbon’ moleculen

‘Low carbon’ moleculen, vooral waterstof en zijn derivaten, zijn essentieel voor sectoren waar volledige elektrificatie niet haalbaar is¹²⁵. Tegen 2050 kan de vraag naar deze moleculen in België oplopen tot 30-60 TWh¹²⁶. Gezien het beperkte binnenlandse potentieel voor hernieuwbare energie moet een groot deel worden geïmporteerd. Investerings in importfaciliteiten en pijpleidingen naar industriële clusters worden als een verstandige stap beschouwd, wat het belang benadrukt van het ontwikkelen van infrastructuur voor groene moleculen naast verbeteringen aan het elektriciteitsnet¹²⁷.

Koolstofafvang en -opslag (CCS)

Zoals aangegeven in deze studie, is CCS onmisbaar voor het verminderen van emissies uit moeilijk te decarboniseren industriële processen. De infrastructuur voor koolstofafvang, -transport en -opslag moet binnen het huidige decennium worden opgezet¹²⁸. Toegang tot CO₂-opslag via de Belgische zeehavens biedt voordelen, het ontwikkelen van CO₂-pijpleidingen en liquefactie-faciliteiten is cruciaal. Een anticiperende aanpak, vergelijkbaar met die voor elektriciteitsnetten, wordt aanbevolen om ervoor te zorgen dat de CCS-infrastructuur op tijd klaar is.

¹²² Elia, Vito-Energyville

¹²³ Elia, Fluxys

¹²⁴ Vito-Energyville

¹²⁵ Fluxy, Elia, Vito-Energyville

¹²⁶ Elia, Vito-Energyville

¹²⁷ Id.

¹²⁸ Vito-Energyville, Fluxys

Uitdagingen en strategische benaderingen volgens de roadmaps

De tijdige realisatie van deze infrastructuurprojecten staat voor uitdagingen zoals lange vergunningsprocedures, beschikbaarheid van middelen en investeringsbehoeften. Het stroomlijnen van vergunningsprocessen en het versterken van de publieke waarde van netprojecten in wetgeving zijn noodzakelijke stappen¹²⁹. Bovendien is het belangrijk om het aantal geschoolde arbeidskrachten te verhogen en een stabiele toeleveringsketen voor materialen en apparatuur te waarborgen. Flexibele regelgeving is nodig om industriële flexibiliteit te stimuleren en innovatie te ondersteunen¹³⁰.

Kortom, om tegen 2050 net-zero emissies te bereiken, is er een strategische combinatie nodig van uitbreiding van de capaciteit van het elektriciteitsnet, inzet van CCS-infrastructuur, en ontwikkeling van logistieke netwerken voor 'low carbon' moleculen, kunststoffen en biomassa. Samenwerking tussen industriële stakeholders, beleidsmakers en systeemoperators is essentieel om deze uitdagingen effectief aan te pakken en ervoor te zorgen dat de infrastructuur op tijd gereed is voor de overgang naar een koolstofneutrale toekomst in België.

De aanbevelingen van de geanalyseerde roadmapstudies komen dus in grote mate overeen met deze uit de 2020 roadmapstudie. Een element dat niet aan bod kwam in de 2020 roadmapstudie is dat van collectieve elektrificatie van warmte. Initiatieven op dat vlak in industriële clusters kunnen potentieel door schaalgrootte en flexibiliteit de kosten (i.h.b. OPEX) van elektrificatie voor eindgebruikers beperken.

Sinds 2020 zijn de geopolitieke context en het daarmee verband houdend veiligheidskader grondig veranderd. Dit betekent dat deze elementen ook zullen moeten meegenomen worden in de verdere uitbouw (en optimalisatie) van infrastructuur (bijvoorbeeld op vlak van bevoorradingszekerheid, cyber-veiligheid, sabotage en kinetische oorlogsvoering).

¹²⁹ Elia. Powering industry to net-0

¹³⁰ Elia. Powering industry to net-0, Vito-Energyville, Pathways 2050 coalition

4. Aangepaste roadmap voor een klimaattransitie met aandacht voor een competitieve economie

Op basis van de analyses in hoofdstuk 3 werd de roadmap uit 2020 opnieuw geanalyseerd. In eerste instantie werd gekeken naar de verschillende technologieën of technologische opties en hoe deze tussen 2020 en 2025 evolueerden met de 2030 mijlpalen in de originele roadmap als een benchmark. De impact van deze evaluatie wordt vervolgens geëxtrapoleerd richting 2040.

Vervolgens wordt er voor de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal gekeken wat op basis van voorgaande analyses, en interviews met stakeholders nieuwe mijlpalen voor 2030, periode 2030-2040 en 2040-2050 kunnen zijn.

Dit omvat het gewicht dat aan de verschillende technologieën gegeven kan worden in de roadmap maar ook de feedback uit de interviews met stakeholders.

Er wordt gekeken naar waar en hoe de roadmap uit 2020 moet aangepast worden. In de eerste plaats aanpassingen op korte termijn tot 2030. Vervolgens richting 2040 waarbij (zoals in de 2020 roadmap) wordt aangenomen dat na 2040 vooral een doortrekking van de toepassing van de dan reeds aanwezige technologieën zal plaatsvinden.

In deze laatste analyse is ook rekening gehouden met de sinds 2020 aangescherpte doelstellingen voor de industrie onder het EU ETS (e.g. Fit for 55) die nu op -62% staat in 2030 en naar verwachting een stuk strenger zal zijn in 2040. Dit betekent dat de grootschalige toepassing van technologieën zoals elektrificatie en koolstofafvang en -opslag naar voren geschoven moeten worden ten opzichte van de originele roadmap.

4.1. Evaluatie van de vooropgestelde roadmap van 2020 en de technologische routepaden, rekening houdend met de industriële competitiviteit

In onderstaande tabellen wordt voor de 5 technologieroutes (biomassa, circulair, elektrificatie, waterstof en CCUS), uit de 2020 roadmapstudie, geëvalueerd of de realisaties sinds 2020 in lijn liggen met de vooropgestelde doelen voor 2030. Dit gebeurt aan de hand van een knipperlicht-code (rood: grote afwijking, oranje: beperkte afwijking, groen: volgt het vooropgestelde pad). Daarnaast wordt aan de hand van pijltjes getoond of er (beleidsmatige) bijsturing nodig is. Een negatieve afwijking ten opzichte van het in 2020 vooropgestelde traject betekent niet noodzakelijk nood aan bijsturing. Bijvoorbeeld als het toekomstig potentieel van een bepaalde technologie op basis van dit rapport naar beneden is bijgesteld.

Voorts bekijkt de onderstaande tabel ook de mogelijke impact op de aannames die in de 2020 roadmapstudie voor de periode 2030-2040 werden opgesteld. Zo kan een vertraging op het realiseren van 2030 doelstellingen een impact hebben op het volgende decennium.

4.1.1. Biomassa

Tabel 12: Biomassa - Realisaties sinds 2020 ten aanzien van vooropgestelde doelen voor 2030 en de gevolgen voor de periode 2030-2040

Evaluatie roadmap 2020			
2020 – 2030 aannames	Evaluatie	Bespreking	Bijsturing
Demonstratie bio-gebaseerde HVC (en/of nieuwe aromaten)		- Piloot lignine omzetting reeds opgestart, maar grootschalige demo bio raffinage ontbreekt - Er zijn wel enkele buitenlandse demo's (e.g. NL)	↘
Demonstratie gebruik bio- en syn-brandstoffen (lage, middelhoge- en hoge temperatuurswarmte)		- Syn-brandstof heel beperkt toegepast (in industrie), omwille van hoge kostprijs - Biogas toepassing beperkt (en locatie-afhankelijk)¹³¹	↘
Evaluatie technisch-economisch potentieel grootschalige bio-gebaseerde raffinage		- Doelgerichte studie niet gekend. - Sector studie beschikbaar door Energia (2023).	↗
Demonstratie synthese bio-steenkool voor staalproductie		Torero project ArcelorMittal opgestart	→
2030 – 2040 aannames	Risico	Bespreking	Bijsturing
100 kt BTX plant per jaar uit biomassa		- Onduidelijkheid over potentieel grootschalige biomassa HVC-productie in Vlaanderen. - Groter potentieel in Scandinavië.	↘
300 kt bio-based feedstock (e.g. ethanol/methanol) voor chemie		- Onduidelijkheid over potentieel grootschalige biomassa HVC-productie in Vlaanderen, maar wel mogelijk investering in groene methanol naar MTO. - Groter potentieel in Scandinavië.	→
Raffinage heroriëntatie naar biobrandstoffen voor lucht- en scheepvaart		- Afhankelijk van EU-regelgeving die vraag al dan niet zal sturen. - Marktstimulatie downstream is van groot belang.	→

Tabel gaat verder op de volgende pagina.

¹³¹ Zie https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1665401654/Potentieel_biomassa_2030_yusqbq.pdf

Introductie nieuwe doelstellingen			
Doelstelling	Periode	Bespreking	Gewicht
Herhaling: studie naar potentieel biomassa in Vlaanderen voor industrie	2025-2030	Studie naar toepassingsschaal biomassa voor Vlaamse basisindustrie via lokale productie en import.	↗

rood: grote afwijking van het in de 2020 roadmapstudie voorgestelde traject richting 2030, **oranje:** beperkte afwijking, **groen:** volgt het vooropgestelde pad.

4.1.2. Circulair¹³²

Tabel 13: Circulair - Realisaties sinds 2020 ten aanzien van vooropgestelde doelen voor 2030 en de gevolgen voor de periode 2030-2040

Evaluatie roadmap 2020			
2020 – 2030 aannames	Evaluatie	Bespreking	Bijsturing
Opbouwen van een grootschalige hub voor chemische recycling. Logistieke ketens verzekeren & barrières inzake wetgeving wegwerken.		- Nog geen concrete plannen, wel verkennende studies (“Plastic Recycling hub”). - Bottlenecks inzake feedstock, kost, vergunningen, ruimtevoorziening, etc.	↗
Opbouw chemische recyclage met capaciteit van 10 – 100 kt per jaar. Inclusief demonstratie van (kunststof) afval als feedstock voor productie.		- Verschillende demonstraties: Indaver P2C (65 kt tegen 2028), Renasci P2C (20 kt als doel) - Verschillende aankondigingen (e.g., Freepoint, PureCycle)	↗
2030 – 2040 aannames	Risico	Bespreking	Bijsturing
Verdere opschaling en optimalisatie van chemisch recyclen binnen de chemische waardeketen (voor HVC-productie). 1 Mton recyclage kunststof (80% richting feedstock of monomeer chemie)		Opschaling kunststof naar HVC mogelijk en wenselijk. Bottlenecks blijven logistieke ketens en kostprijs.	↗
Introductie nieuwe doelstellingen			
Doelstelling	Periode	Bespreking	Gewicht
Uitbouwen van logistiek voor circulaire kunststoffen	2025-2040	Meer aandacht voor uitbouw upstream waardeketen circulaire kunststoffen	↗
Potentieel nagaan voor gasificatie van bio- en kunststofafval	2025-2040	Bekijken of gasificatie van moeilijk verwerkbaar bio- en kunststofafval op grote schaal toegepast kan worden (in plaats van klassieke verbranding)	↗
Hogere inzet schroot in staalproductie	2025-2040	Via nieuwe electroboogoven (electric arc furnace (EAF))	↗

rood: grote afwijking van het in de 2020 roadmapstudie voorgestelde traject richting 2030, **oranje:** beperkte afwijking, **groen:** volgt het vooropgestelde pad.

¹³² Het betreft hier voornamelijk de recyclage van kunststofafval en staal(schroot)

4.1.3. Elektrificatie

Tabel 14: Elektrificatie - Realisaties sinds 2020 ten aanzien van vooropgestelde doelen voor 2030 en de gevolgen voor de periode 2030-2040

Evaluatie roadmap 2020			
2020 – 2030 aannames	Evaluatie	Bespreking	Bijsturing
Demonstratie HVC-productie via elektrisch (stoom) kraken (10 – 100 kt per jaar)		Geen demonstratie in Vlaanderen, wel in Duitsland en Nederland	→
Elektrificatie via lage temperatuur boiler – hybride systemen		Kleinschalige plannen voor hybride e-boilers in Vlaanderen die inspelen op variable hernieuwbare productie en momenten met lagere elektriciteitsprijzen.	↗
Demonstratie hoge temperatuur elektrificatie		Geen demonstratie in Vlaanderen	↗
(Net) Infrastructuur voorbereiden op elektrificatie van industriële processen (onderzoek)		Infrastructuur kan onder druk komen te staan indien elektrificatie versnelt de komende jaren	→
2030 – 2040 aannames	Risico	Bespreking	Bijsturing
Elektrisch kraken van 100 kt naar 500 kt HVC per jaar (elektrisch katalytisch kraken onder voorbehoud)		Opschaling mogelijk na 2030. Bottleneck blijft elektriciteitsprijs en beschikbaarheid CO₂-arme stroom.	→
Elektrificatie van boilers < 1 MW & hoge temperatuur elektrificatie toepassing		Elektrificatie moet worden opgeschaald vanaf 2030, maar is afhankelijk van de kostprijs elektriciteit versus gas.	↗
Introductie nieuwe doelstellingen			
Doelstelling	Periode	Bespreking	Gewicht
Staalproductie via EAF	2030-2040	Mogelijk 2 bijkomende EAF-installaties in Vlaanderen.	↗
Gebruik van industriële warmtepompen en warmteopslag	2025-2040	Faciliteren van de ontplooiing van deze technologieën in Vlaanderen. Noodzakelijk om (OPEX) kosten te drukken en hoge compatibiliteit met hernieuwbare energie.	↗

rood: grote afwijking van het in de 2020 roadmapstudie voorgestelde traject richting 2030, **oranje:** beperkte afwijking, **groen:** volgt het vooropgestelde pad.

4.1.4. Waterstof

Tabel 15: Waterstof - Realisaties sinds 2020 ten aanzien van vooropgestelde doelen voor 2030 en de gevolgen voor de periode 2030-2040

Evaluatie roadmap 2020			
2020 – 2030 aannames	Evaluatie	Bespreking	Bijsturing
Investerings in blauwe waterstof		- Kairos@C (in afwachting van FID) - H2Be (ATR)	→
Investerings in groene waterstof		- Enkele kleinschalige projecten - Geen grootschalige H₂ via elektrolyse – vertraging	↘
Demonstratie van waterstofproductie via methaanpyrolyse		Geen demonstraties in Vlaanderen, wel internationaal	→
(Net) Infrastructuur voor H ₂ uitbouwen (pijpleidingen, compressie, terminals voor vloeibare waterstof).		Exacte timing en planning H₂ infrastructuur onduidelijk	→
2030 – 2040 aannames	Risico	Bespreking	Bijsturing
Beperkte groei van blauwe waterstof productie in Vlaanderen		- Pathdependency met Kairos@C; beperkte groei na 2030. - Opschalen mogelijk indien elektrolyse/import H₂ uitblijft.	→
Opschalen van H ₂ -productie in Vlaanderen via elektrolyse		Geen belangrijk potentieel elektrolyse H₂ in Vlaanderen.	↘
Opschalen van H ₂ -productie in Vlaanderen via methaanpyrolyse		Mogelijk in Vlaanderen na 2030. Maar businessmodel moet werken (valorisatie koolstof)	→
H ₂ infrastructuur verder uitbouwen naar gelang het gebruik van H ₂ groeit en om zo ook o.a. CCU-routes te ondersteunen.		Ontwikkeling infrastructuur vereist voor import H₂ en afgeleiden	↗

Tabel gaat verder op de volgende pagina.

Introductie nieuwe doelstellingen			
Doelstelling	Periode	Bespreking	Gewicht
Aanpassen verhouding blauwe, groene waterstof en import	2030-2050	Omwille van nieuwe projecten in staalproductie en blauwe waterstof dient de totale verwachte balans tussen vraag en aanbod richting 2040-2050 in kaart gebracht te worden.	n.v.t.

rood: grote afwijking van het in de 2020 roadmapstudie voorgestelde traject richting 2030, **oranje:** beperkte afwijking, **groen:** volgt het vooropgestelde pad.

4.1.5. Koolstof opvang, -gebruik en -opslag (CCUS)

Tabel 16: CCUS - Realisaties sinds 2020 ten aanzien van vooropgestelde doelen voor 2030 en de gevolgen voor de periode 2030-2040

Evaluatie roadmap 2020			
2020 – 2030 aannames	Evaluatie	Bespreking	Bijsturing
Demonstratie Antwerp@C voor CO ₂ -opvang (2,5 Mton in 2030)		Kairos@C met 1,5 Mton (in afwachting van FID)	→
Onderzoek naar CO ₂ -afvang bij bronnen met lage CO ₂ concentratie (compatibiliteit HVC-installaties met CCU/S)		- Geen demonstraties - Lage CO₂ concentratie nog steeds duur om op te vangen	↗
Demonstratie HVC-productie via CCU en koolstof-koolstof koppeling (1-10 kt/jaar)		Aankondiging MTO project in Antwerpen (bio-based maar kan elke vorm van methanol gebruiken)	↗
Demonstratie CCU in staalproductie (Steelanol) (10 kt per jaar)		Opgestart	→
Infrastructuur bouwen voor CO ₂ - netwerk (zowel voor opslag als gebruik)		CO₂ infrastructuur richting FID	↗
2030 – 2040 aannames	Risico	Bespreking	Bijsturing
Uitbreiding CCS-capaciteit in Vlaanderen +/- 10 Mton tegen 2040		Uitbreiding CCS in Vlaanderen na 2030, afhankelijk van infrastructuur, kost en i.h.b. opvang lage concentratie CO₂	↗
Grootschalige CCS voor bronnen met midden en lage CO ₂ concentratie tegen 2040		Uitbreiding CCS in Vlaanderen na 2030 afhankelijk van infrastructuur, kost en i.h.b. opvang lage concentratie CO₂	→
Opschaling van CCU en koolstof-koolstof koppeling voor HVC-productie		Uitbreiding na 2030 afhankelijk van beschikbaarheid groene ethanol en methanol (import)	↗
Opschaling van CCU in staalproductie (Steelanol)		Uitbreiding Steelanol mogelijk	→

Tabel gaat verder op de volgende pagina.

Introductie nieuwe doelstellingen			
Doelstelling	Periode	Bespreking	Gewicht
Aanpassen van binnenlandse CCU-producten ten voordele van import	2030-2050	Hoge kostprijs (RFNBO) waterstof zal binnenlandse CCU beperken.	n.v.t.

rood: grote afwijking van het in de 2020 roadmapstudie voorgestelde traject richting 2030, **oranje:** beperkte afwijking, **groen:** volgt het vooropgestelde pad.

4.2. Aangepaste roadmap op basis van de nieuwe technologie mix

4.2.1. Chemie en Raffinage

Transitiepad en chemie en raffinage	2020 – 2030	2030 – 2040	2040-2050
Biomassa	- Nood aan betere analyse voor grootschalige toepassing bio-based chemie in Vlaanderen - Groeiende vraag Sustainable Aviation Fuel voor raffinage	- Onzekerheid over grootschalige toepassing - Bouw geïntegreerde bio-raffinaderij(en) voor HVC (5% totale productie) - Groei gebruik (duurzame) biomassa in raffinage afhankelijk van nieuwe en meer ambitieuze EU-doelstellingen. Grote focus op 2^{de} generatie biobrandstoffen. - Import biomassa afgeleide producten als feedstock (e.g. Methanol, Ethanol, bio-nafta) - Beperkte inzet biogas voor warmte	- Doelstelling blijft behouden (5% HVC productie). Eigen productie HVC en/of via import biomassa afgeleide feedstock - Productie biobrandstoffen via raffinage volgt EU-doelstellingen - Beperkte inzet biogas (waar mogelijk) voor hoge temperatuurwarmte die niet geëlektrificeerd is.
Circulair	- Start uitbouw waardeketen voor circulaire kunststoffen - Eerste demo(s) pyrolyse kunststofafval en/of solvolyse	- Downstream waardeketen kan tot 1 Mt/j gezuiverde feedstock aanleveren - Tegen 2040 1 Mton HVC productie via kunststofafval - Start met vergassing moeilijk recyclebaar afval richting syngas (+koolstof afvang) – kan gekoppeld worden aan lokale blauwe methanolproductie	- Uitbouw internationale waardeketen kunststofafval - Tegen 2050 minstens 2 Mton HVC productie via kunststofafval

Tabel gaat verder op de volgende pagina.

Elektrificatie	- Eerste elektrificatie van boilers: hybride - Investeringsplannen netbeheerders + overheid (prioriteiten) om congestie in 2030-2050 te vermijden - Vorbereiden grootschalige investeringen in warmtepompen, e-stoom netwerken en warmteopslag	- Investeringen in netwerk-versterking voltooid ten laatste tegen 2035 - Elektrificatie nafta-stoom kraken na 2035 (OF koolstofopvang). Grootschalige toepassing voor 2040 om ETS doelstelling te halen - Tegen 2040 groot deel (70%) lage en midden temp warmte in clusters elektrisch via warmtepompen, flexibele e-boilers en e-stoom netwerken - Demo voor elektrificatie hoge-T warmte	- Elektrisch nafta kraken volledig toegepast tegen 2050 (OF via koolstof-opvang of mix). - Hogere elektrificatie lage en midden temp. tegen 2045-2050 - Hoge-temp warmte gedeeltelijk elektrisch (of biogas of koolstof afvang)
H ₂	- Toepassing koolstof afvang op SMR-chemie tegen 2030 (blauwe waterstof) - Nieuwe ATR + koolstofafvang rond 2030 (blauwe waterstof) - Import/productie groene waterstof in raffinage voor RFNBO-doelstellingen (accounting)	- Groei groene waterstof aangedreven door RFNBO-doelstellingen 2040 - Koolstof afvang op alle SMR-installaties - Nieuw ATR + koolstof afvang operationeel - Import waterstof-dragers (methanol, ammoniak)	- Pijpleidingen groene H₂ voor import gerealiseerd (e.g. noord-zuid en/of richting offshore wind) - Groene waterstof richting raffinage voor RFNBO en afgeleiden (e.g. ammoniak en methanol) voor shipping - Productie waterstof via methaan-pyrolyse - Methanol waardeketen op punt gesteld

Tabel gaat verder op de volgende pagina.

CCS/-U	• Productie blauwe waterstof en ammoniak tegen 2030 (Kairos@C) met mogelijke uitbreiding productie via H2Be project • Ethyleen oxide (proces emissies) volledig via koolstof afvang (Kairos@C) • CO₂ logistiek in vergevorderde fase (shipping + pijpleiding Noordzee) • Demo CCU of afgeleide (e.g. Methanol to Olefins)	• Tegen 2035 beslissing koolstof afvang nafta/ethaan kraken (en/of elektrificatie) • Toepassing (CCU/bio) ethanol dehydrogenatie voor HVC • Start uitbouw MTO/MTA capaciteit tegen 2035 • Uitbreiding Kairos@C naar waterstofproductie in raffinage • Start andere koolstofafvang raffinage en chemie (indien kosten-effectiever t.o.v. elektrificatie) • Nationale CO₂ logistiek voltooid tegen 2035-2040 (max capaciteit)	• Toepassing koolstofafvang hoge-T warmte indien kosteneffectief t.o.v. elektrificatie of biogas • MTO/MTA via groene (CCU), blauwe of bio-methanol en ethanol-dehydrogenatie (via CCU of bio-ethanol) bereiken 15% totale productie • Internationale CO₂ connecties voltooid (2045). Ports of Antwerp-Bruges, Gent worden internationale CO₂ hub • Behoudt totale koolstof afvang inschatting chemie uit 2020 (rond 5 Mton in 2050) wegens hogere blauwe waterstof (meer afvang) en meer elektrificatie (minder afvang) • Voor raffinage zal koolstofafvang iets lager uitvallen dan 3Mt in 2050 (hogere elektrificatie en mogelijk lagere productie)
----------------------	---	---	--

4.2.2. Staal

Transitiepaden staalsector	2020 – 2030	2030 – 2040	2040 – 2050
Biomassa	Torero project loopt (bio-steenkool)	Eventueel beperkte uitbreiding biomassa in staal	Status quo
Circulair	- Gebruik van kunststofafval (demo) als feedstock - FID electric arc furnace (EA)	- Toepassing kunststofafval in hoogoven 2 EAF operationeel --> 50% staal via schroot	Status quo
Elektrificatie	FID EAF	2 EAF operationeel	Status quo
H₂ en DRI	Blauwe waterstof-traject realiseren voor 2030 essentieel voor staalproductie (H₂-DRI)	- Nieuwe DRI via aardgas en switch naar blauwe (of groene) H₂ afhankelijk van H2BE project. Vervangt oudere hoogoven (-65% emissies) - Blauwe waterstof zorgt voor voeding H₂-DRI in Vlaanderen - Groene waterstof eventueel als vervanging feedstock in bestaande hoogoven	- DRI via waterstof (blauw of groen) - Maximale vervanging steenkool door groene/blauwe H₂ in hoogoven
CCS/-U	- Steelanol project loopt (CCU-ethanol) - Test CO₂ afvang hoogoven	- Ethanol (via CCU) uit staalproductie naar chemie (ethyleen) - Eventueel uitbreiding Steelanol afhankelijk van evolutie rest van staalproductie en beschikbaarheid waterstof - Start toepassing koolstofafvang op 1 hoogoven	- Volledige (steelanol) ethanol richting chemie (voor ethyleenproductie) - Koolstofafvang op site bereikt 2 Mton afvang per jaar (voor opslag, indien gebruik gemaakt wordt van blauwe waterstof, hogere afvang elders). Dit is veel lager dan de 5Mt voorzien in roadmap 2020.

4.3. Conclusie

De update van de 2020 roadmap in 2025 benadrukt het groeiende belang van elektrificatie (voor lage temperatuur warmte) in de sectoren chemie en raffinage. Nieuwe(re) technologie zoals industriële warmtepompen en grootschalige opslag van warmte zullen deze transitie vergemakkelijken. De gemiddeld veel hogere kostprijs van elektriciteit ten opzichte van aardgas maakt deze transitie nog steeds lastig. Daarenboven bestaat er een risico voor net-congestie bij snelle en grootschalige elektrificatie. Langs de ander kant maakt het groeiend aantal uren met lage of zelfs negatieve elektriciteitsprijzen (door overschot aan hernieuwbare elektriciteit) de optie van hybride toepassingen (i.e. combinatie elektro- en gasboilers) mogelijk. Desalniettemin blijft de inzet om CO₂ af te vangen behouden, maar deze hangt dan weer af van beschikbare infrastructuur en kostprijs. Dit maakt de huidige CCS-projecten tot sleutelprojecten.

Rond circulariteit van kunststoffen moet het ambitieniveau behouden blijven en vertaald worden naar de ontwikkeling van upstream waardeketens voor kunststofrecyclage.

De 2020 roadmap ging uit van een groot aandeel voor zowel blauwe als groene waterstofproductie. Het aandeel blauwe waterstof kan verhoogd worden ten koste van groene waterstof en/of import, maar dat is ook hier afhankelijk van de realisatie van projecten die in ontwikkelingsfase zitten.

Voor staalproductie gaat de geüpdatete roadmap nu uit van een combinatie van de huidige BF-BOF route (met wijziging feedstock) en CCUS samen met productie via een DRI die (op termijn op waterstof draait) en 2 elektroboogovens ("EAF"). De waterstof voor staalproductie wordt aangeleverd via een ATR (methaan) met CCS.

Voor alle sectoren is het 2050 ambitieniveau gedeeltelijk naar voor geschoven richting 2040. Dit om rekening te houden met de bestaande en verwachte aanscherping van de doelstellingen onder het EU ETS richting 2040. De huidige ETS doelstelling is -62% t.o.v. 2005 in 2030. Ter herinnering, de 2020 roadmap kwam uit op ongeveer 80% emissiereducties in 2050.

In de praktijk betekent dit dat de grote investeringen in alle procesinstallaties moet plaatsvinden voor 2040. Voor de noodzakelijke infrastructuur en logistiek (e.g. CO₂ infrastructuur, elektrificatie, kunststofafval waardeketen) betekent dit zelfs dat de investeringen klaar moeten zijn tegen 2035. Er blijft dus weinig tijd over voor het plaatsen en testen van demonstratieprojecten. De investeringen in chemie, staal en raffinage om de toekomstige doelstellingen te halen zullen dus eerder first-of-a-kind of meer mature technologie moeten zijn. De meerderheid van deze investeringen (incl. infrastructuur) moet dus binnen een termijn van 15 jaar plaatsvinden, te rekenen vanaf 2025. Dit betekent ook dat (voor grootschalige investeringen) de investeringsbeslissing rond 2030 moet genomen worden.

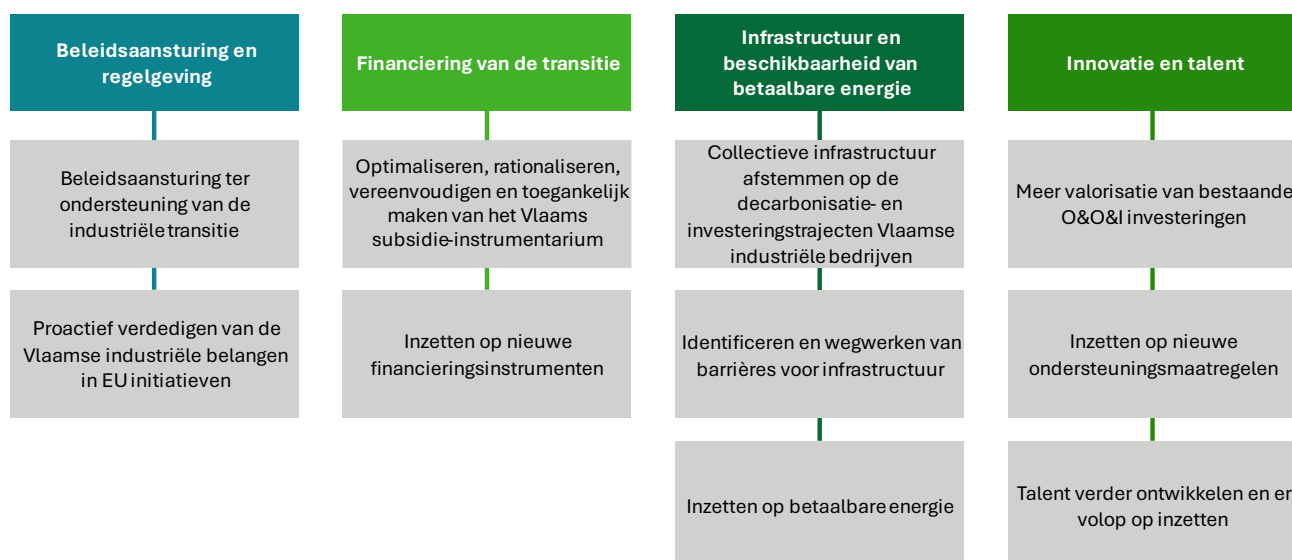
Op dat vlak zijn de komende 5 jaar cruciaal. Op dit moment liggen er verschillende investeringsbeslissingen in de weegschaal waarvan de implementatie essentieel is om latere doelstellingen te realiseren. Dit betekent dat beleidsmatig de focus op de realisatie van deze of gelijkwaardige investeringen belangrijk is. Het betreft hier onder andere helpen bij het de-risken van de investeringen, duidelijkheid over regelgeving die impact op de investeringen kan hebben, faciliteren van noodzakelijke infrastructuur en oog houden op de algemene competitieve context waarin de industrie in Vlaanderen opereert (in het bijzonder energiekosten). Deze beleidsondersteuning wint nog meer aan belang gezien het huidige volatiele en onzekere investeringsklimaat (gelinkt aan de geopolitieke en -economische context).

5. Beleidsaanbevelingen voor de industriële transitie naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme basisindustrie in Vlaanderen

De vorige hoofdstukken gaven een duidelijk overzicht van de wijzigingen die zich de afgelopen vijf jaar hebben afgespeeld in de basisindustrie op het gebied van beleidscontext, industriële activiteit, competitiviteit en technologische oplossingen. Dit hoofdstuk biedt een overzicht van beleidsaanbevelingen die, binnen deze context, als doel hebben om de industriële transitie te faciliteren en het concurrentievermogen van de basisindustrie te versterken.

Het uitgebreide overzicht van aanbevelingen is tot stand gekomen op basis van inzichten uit de data-analyse en interacties met stakeholders, zoals interviews en overlegmomenten met het Permanent Overlegorgaan en de Klankbordgroep gedurende deze studie. Daarnaast zijn het actieplan voor de Vlaamse industrie en de beleidsnota's van de Vlaamse Regering, vorige evaluatiemomenten van Klimaat sprong, en aanbevelingen uit de vorige roadmap en andere studies meegenomen.

Vanuit deze bronnen werden meer dan 50 beleidsaanbevelingen geïdentificeerd en ingedeeld in vier dimensies: beleidsaansturing en regelgeving, financiering van de transitie, infrastructuur en beschikbaarheid van betaalbare energie, en innovatie en talent. Binnen deze dimensies werden de voorgestelde beleidsaanbevelingen verder geclusterd in enkele sub-dimensies. Deze structuur wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 34: Overzicht dimensies van de voorgestelde beleidsaanbevelingen

De volledige lijst met aanbevelingen werd toegelicht aan alle stakeholders van Klimaat sprong met als doel het overzicht te vervolledigen en prioriteiten aan te duiden om specifieke aanbevelingen verder te concretiseren. Tijdens dit overleg werd het overzicht vervolledigd in interactie met de aanwezigen. Het huidige, uitgebreide overzicht reflecteert de mogelijke initiatieven die bijdragen aan de industriële transitie en het concurrentievermogen van de basisindustrie.

Tijdens het overleg was het niet mogelijk om het relatieve belang van de verschillende aanbevelingen te kwantificeren en de concrete invulling exhaustief te bespreken met alle verschillende belanghebbenden. Daarnaast omvat het overzicht ook aanbevelingen waarvan de uitvoering buiten het mandaat van Klimaat sprong ligt. Voor sommige aanbevelingen zijn er reeds trajecten geïnitieerd door de bevoegde instanties. De voorgestelde

aanbevelingen vragen een opvolgingstraject om tot een gedragen en haalbare beleidsvisie te komen in de nieuwe programmanota voor Klimaatsprong en dit in te passen in een effectieve governance.

In de bespreking die volgt wordt het volledige overzicht van voorgestelde beleidsaanbevelingen besproken, waarbij steeds wordt verwezen naar de mogelijke rol voor Klimaatsprong. Hierdoor is het mogelijk om de inzichten mee te nemen in vervolgtrajecten en als onderdeel van een rollend programma.

Daarna wordt specifiek ingegaan op de opdrachten die werden toegewezen aan Klimaatsprong als onderdeel van het Vlaams Regeerakkoord. Deze uitgebreidere uitwerking werd opgesteld ter ondersteuning van de volgende programmanota.

5.1. Uitgebreide bespreking van alle voorgestelde beleidsaanbevelingen

5.1.1. Aanbevelingen beleidsaansturing en regelgeving

Het is van uitermate groot belang dat Vlaanderen in samenspraak met de andere Gewesten en de federale overheid een gedragen en haalbare beleidsvisie uitdraagt ten opzichte van de klimaat- en energietransitie en hiermee de eigen belangen proactief verdedigt op vlak van Europees beleid. Hiermee kan Vlaanderen de basisindustrie de nodige rechtszekerheid en zuurstof bieden voor hun investeringen. Het uitgewerkte beleidskader dient hierbij duidelijk en meerjarig consistent te zijn voor wat de overheid verlangt van bedrijven.

De meeste doelstellingen voor de energie-intensieve industrie in Vlaanderen komen voort uit Europese beslissingen. Vlaanderen aligneert zich met deze Europese doelstellingen, maar legt geen hogere standaarden, doelen of normen op bij de omzetting van Europese of andere internationale regelgeving naar Vlaamse regelgeving om de Vlaamse economie en concurrentiepositie niet te ondergraven (“no gold-plating” principe zoals opgenomen in het Vlaams Regeerakkoord 2024-2029).

Het is bijgevolg aangeraden om als Vlaanderen voornamelijk te focussen op het realiseren van de Europese doelstellingen en hierbij waakzaam te zijn voor de realiteit en economische haalbaarheid van de opgelegde verplichtingen, om hiermee geen bijkomende hinderpalen te creëren voor de industrie. Daarnaast kan Vlaanderen de industrie bijkomend ondersteunen in de transitie door proactief bedrijven te ondersteunen en bedrijfsoverstijgende projecten mee te coördineren.

De aanbevelingen met betrekking tot beleidsaansturing en regelgeving zijn onderverdeeld in 2 thema’s, en worden hieronder verder toegelicht, namelijk:

- Beleidsaansturing ter ondersteuning van de industriële transitie; en
- Proactief verdedigen van de Vlaamse industriële belangen in EU-initiatieven.

Beleidsaansturing ter ondersteuning van de industriële transitie

Vlaanderen beschikt reeds over een aantal initiatieven die waken over de beleidsaansturing van de industriële transitie, nl. Klimaatsprong en het Vlaams industrieforum. Daarnaast kent Vlaanderen ook de Commissie EBO die zoveel mogelijk energie-intensieve bedrijven aanzet om op vrijwillige basis vooraanstaand te worden en blijven op gebied van energie-efficiëntie. Sinds de nieuwe EBO-cyclus van 2023-2026 zijn bedrijven ook verplicht om een klimaatroadmap op te maken tegen eind 2024 en hun warmtevraag en restwarmtepotentieel in kaart te brengen. Desalniettemin, kan Vlaanderen zijn beleidsaansturing nog verder verbeteren. De volgende aanbevelingen werden op dit vlak geïdentificeerd:

- Monitoring voortgang van de industriële transitie
- Verkennen van de mogelijkheden voor het opzetten van een organisatorische clusteraanpak voor opvolging en coördinatie van bedrijfsoverstijgende projecten (e.g. infrastructuur, CO2-opvang, interdependenties FID’s, etc.).
- Ondersteuning van energie-intensieve bedrijven (via VLAIO) in functie van hun noden op het pad naar decarbonisatie.
- Verlenging van de Energiebeleidsovereenkomsten (EBO’s) en de bijsturingsmogelijkheden evalueren
- Studie naar marktstimulatie low-carbon producten onder meer door middel van criteria in publieke aanbestedingen, op basis van ontwikkelingen in EU-wetgeving.
- Studie naar het technisch-economisch potentieel van grootschalige inzet van duurzame biomassa als grondstof en energiebron voor de basisindustrie in Vlaanderen (incl. valorisatie restafval).

- Opvolgen en bijsturen van beleidsmaatregelen voor het ondersteunen van circulaire productieprocessen (e.g. evaluatie grondstoffenverklaring procedure).
- Vereenvoudiging van administratieve lasten door afstemming van rapporteringsverplichtingen (e.g. ETS, EBO, IMJV).

Monitoring voortgang van de industriële transitie

Als Vlaams programma voor de industriële klimaattransitie is het van belang dat Klimaatsprong waakt over de algemene vooruitgang van de industriële transitie. Het decreet ‘organisatie en financiering van het wetenschaps- en innovatiebeleid’ vereist bovendien van Klimaatsprong dat het steeds een evaluatie uitvoert van de aflopende Vlaamse programmanota die is goedgekeurd in de vorige parlementaire legislatuur. Het is dan ook aanbevolen dat een evaluatiekader wordt opgesteld binnen Klimaatsprong waarbij het voornamelijk de eigen initiatieven kan opvolgen, maar dit ook kan kaderen in de algemene vooruitgang van de industriële transitie. Voor de algemene vooruitgang op te volgen van de industriële transitie wordt voornamelijk ingezet op het benutten van bestaande rapporten en studies. Er kan onder andere gebruik worden gemaakt van de reeds ontwikkelde monitoring van emissies en energiegebruik bij VEKA. Daarnaast kan ook gekeken worden naar de rapportering binnen de EBO's of de verplichte transformatieplannen vanaf 2030 onder de IED. De modaliteiten hiervan worden in samenspraak met de belanghebbenden

Deze actie werd reeds opgenomen in het Vlaams regeerakkoord 2024-2029 en kan verder uitgewerkt worden door Klimaatsprong. De voorgestelde aanpak is later uitgebreider toegelicht in sectie 5.2.

Verkennen van de mogelijkheden voor het opzetten van een organisatorische clusteraanpak voor opvolging en coördinatie van bedrijfsoverstijgende projecten

De doelstelling om via Klimaatsprong de mogelijkheden te verkennen voor het uitwerken van een programmatorische clusteraanpak werd opgenomen in het Vlaams regeerakkoord 2024-2029 en de opvolgende beleidsnota's Economie, wetenschap, innovatie en industrie, en Energie en Klimaat.

Het initiatief benadrukt het belang van clusterwerking voor de vooruitgang in de klimaattransitie. Verschillende projecten zijn sterk onderling afhankelijk, waardoor de succesvolle doorstart van één project kan worden beïnvloed door de doorstart van een ander project. Er is behoefte aan een data-gedreven benadering om de bestaande clusterwerking en samenwerkingen, die mogelijk ook onderling afhankelijk zijn, in kaart te brengen.

Naast andere informatiebronnen kan onderzocht worden of inzichten uit de klimaatroadmaps (inclusief randvoorwaarden en hindernissen gebonden aan de opgenomen scenario's) gebruikt kunnen worden om de huidige situatie in kaart te brengen. Het is echter mogelijk dat deze gegevens niet beschikbaar of niet geschikt zijn voor deze doeleinden.

Door een goed begrip van de huidige clusterwerking kunnen acties worden geformuleerd om deze samenwerkingen verder te stimuleren.

Deze actie werd reeds opgenomen in het Vlaams regeerakkoord 2024-2029 en kan verder uitgewerkt worden door Klimaatsprong. De voorgestelde aanpak is later uitgebreider toegelicht in sectie 5.2.

Ondersteuning van energie-intensieve bedrijven in functie van hun noden op het pad naar decarbonisatie

Naast het opvolgen van bedrijfsoverstijgende projecten is het ook aangeraden om individuele bedrijven extra te ondersteunen in hun pad naar decarbonisatie, via accountmanagers. Hierbij kan Vlaanderen overgaan tot een proactieve aanpak om bedrijven de laatste kennis mee te geven over de bestaande financieringsinstrumenten, technologische opties, infrastructuur en de uitgewerkte beleids- en vergunningenkaders. Via deze aanpak kan er extra kennis ingezameld worden over wat er binnen de bedrijven leeft, wat meegenomen kan worden in het verder uitwerken van het beleidskader en financieringsinstrumenten.

Deze ondersteuning zal onderdeel zijn van de werking binnen VLAIO en hierbij kan ook samengewerkt worden met andere departementen, zoals omgeving voor vergunningen. Klimaatsprong zal geïnformeerd worden over de vooruitgang van dit initiatief, waar mogelijk en indien gewenst door de betrokken stakeholders.

Verlenging van de Energiebeleidsovereenkomsten (EBO's) en de bijsturingsmogelijkheden evalueren

De huidige, derde generatie van vrijwillige overeenkomsten met de energie-intensieve ondernemingen, de EBO2, lopen over de periode 2023-2026. In het Vlaams regeerakkoord 2024-2029 en de opvolgende beleidsnota's is het reeds opgenomen om een grondige evaluatie uit te voeren over de verlenging van de EBO's na 2026. Deze evaluatie is reeds opgestart onder begeleiding van WEWIS en VEKA met als finale opleveringstermijn december 2025, en zal zowel een ex-postperspectief als een ex-anteperspectief bevatten. Uit een bevraging van vertegenwoordigers uit de basisindustrie in Vlaanderen is er vraag naar een verlenging van de EBO's na 2026 en een evaluatie gericht op mogelijkheden tot bijsturing om bijkomend in te zetten op transitie van de bedrijven. Met betrekking tot de lopende evaluatie is er vraag om betrokken te worden als gelijke partner in het proces. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het maximaal vermijden van bijkomende administratieve lasten, alsook een blijvende duurzame verankering van onze Vlaamse industrie.

Gezien het uniek perspectief van Klimaatsprong binnen dit thema, is het aangeraden om geïnformeerd te blijven over de vooruitgang van het initiatief.

Studie naar marktstimulatie low-carbon producten onder meer door middel van criteria in publieke aanbestedingen, op basis van ontwikkelingen in EU-wetgeving

Marktstimulatie voor low-carbon producten kan een belangrijke rol spelen in de industriële transitie. Belangrijk om op te merken is dat dit aanvullende initiatieven zijn waarbij maatregelen om de industrie zelf te ondersteunen cruciaal blijven (e.g. hoge energie kosten, etc.). Door de vraag naar low-carbon producten te stimuleren, kunnen bedrijven stimulansen krijgen om in te zetten op innovatie en investeringen in milieuvriendelijke technologieën. Dit leidt vervolgens tot de ontwikkeling van nieuwe bedrijfsmodellen en productieprocessen die minder afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen. De Vlaamse Overheid zou de marktvraag kunnen stimuleren door beleid en regelgeving te implementeren die de adoptie van koolstofarme technologieën aanmoedigen, waaronder het opnemen van extra criteria in publieke aanbestedingen die inzetten op de aankoop van low-carbon producten. De Europese Commissie plant hier ook aan te werken onder de Clean Industrial Deal. We raden dus aan om deze ontwikkelingen nauw op te volgen en hierbij de Vlaamse belangen uit te dragen, en vervolgens de nieuwe regelgeving snel te implementeren. Verdergaande doelen opleggen dan de EU-wetgeving in Vlaanderen is afgeraden vanwege het “no gold-plating” principe die de Vlaamse Regering ook onderschrijft.

Gezien het uniek perspectief van Klimaatsprong binnen dit thema, is het interessant om voor dit thema een adviesnota op te maken of de actie verder uit te werken in de vorm van een project. Binnen dit traject kan, indien gedragen door de verschillende stakeholders, ook gekeken worden naar andere vormen van marktstimulatie.

Studie naar het technisch-economisch potentieel van grootschalige inzet van duurzame biomassa als grondstof en energiebron voor de basisindustrie in Vlaanderen (incl. valorisatie restafval)

Bij de evaluatie van de transitiepaden van de 2020 roadmap blijft er onzekerheid over het technisch-economisch potentieel van de grootschalige inzet van biomassa als grondstof en energiebron voor de basisindustrie in Vlaanderen. Er wordt aanbevolen om hier een studie op uit te voeren om dit beter in kaart te brengen en deze kennis vervolgens mee te nemen in de beleidsaansturing. In de roadmap van Cefic¹³³ kwam biomassa naar voren als één van de belangrijkste transitiepaden voor de Europese chemiesector. De vraag is of dit ook van toepassing is in Vlaanderen en wat het bijkomend potentieel is in de sectoren raffinage en staal. Hierbij dient grondig onderzoek gedaan te worden naar beschikbaarheid van (duurzame) biomassa en restafval in Vlaanderen en het mogelijk potentieel van import.

Gezien het uniek perspectief van Klimaatsprong binnen dit thema, is het interessant om voor dit thema een adviesnota op te maken of de actie verder uit te werken in de vorm van een project. Voor dit project is een samenwerking mogelijk met OVAM.

¹³³Cefic – The Carbon Managers (2024)

Opvolgen en bijsturen van beleidsmaatregelen voor het ondersteunen van circulaire productieprocessen

Vlaanderen heeft met Vlaanderen Circulair de ambitie om een voortrekker te zijn in de circulaire economie. Om de ontwikkelingen van dit transitiepad te versnellen kan het breder kader doordacht bijgestuurd worden. Er is nood aan het vereenvoudigen en wegwerken van drempels voor bedrijven die circulaire processen implementeren. Heldere en geharmoniseerde regels moeten zorgen voor duidelijke definities en normen rond secundaire grondstoffen en end-of-waste criteria. Een concreet voorbeeld wordt geïdentificeerd in het geïntegreerd actieplan voor de Vlaamse industrie met betrekking tot de rol van de grondstoffenverklaring. Er wordt door OVAM een overleg opgestart met de industriefederaties met het oog op het optimaliseren van de informatieverstrekking en de procedure voor een grondstofverklaring ter versterking van de circulaire economie in Vlaanderen. Ook in het vergunningsbeleid moet er aandacht zijn voor innovatieve recyclingtechnologieën. Departement Omgeving werkt hiervoor al actief samen met de Europese Commissie om “best practices” uit te werken om FOAK-installaties te vergunnen (e.g. de case van thermochemische recyclage van kunststof). De uitkomsten van dit traject worden verwacht in het najaar van 2025. De toekomstige BREF's onder de IED zullen ook focussen op circulariteit waarbij de output (de BBT-conclusies) bindend zullen zijn voor de installaties.

Om de opgenomen doelstellingen in de roadmap te behalen, wordt er gepleit voor de uitwerking van een concreet plan voor de uitbouw van een trans-regionale circulaire hub vanuit een crosssector, crossvector en crossborder perspectief. Samenwerking tussen de lidstaten en economische spelers in dergelijke hubs wordt eveneens gepromoot door de Europese Commissie in de “Clean Industrial Deal”. Dit plan moet alle mogelijk barrières (regelgevend, logistiek, etc.) die een opschaling in de weg staan aanpakken, bijvoorbeeld de nood voor een doordachte logistieke aanpak voor de voorziening van voldoende kwaliteitsvol kunststofafval die als feedstock kan ingezet worden rekening houdend met de complementariteit tussen mechanische en chemische recyclage.

Ook op Europees niveau is er nood aan een eengemaakte markt voor de circulaire economie, zowel voor afvalstoffen, bijproducten als materiaalstromen die het einde afval statuut bereiken. Een andere belangrijke factor in de groei van chemische recyclage is een ‘massabalans-benadering’ om te berekenen hoe groot het gehalte gerecycled materiaal is in kunststofproducten en deze te integreren in de Europese doelstellingen voor de inzet van recyclelaar. In opdracht van WEWIS, OVAM en VLAIO wordt in het kader van Vlaanderen Circulair en de Werkagenda Chemie en Kunststoffen gewerkt aan een roadmap kunststofrecyclage. Hierin wordt uitgebreid ingegaan op de benodigde beleidsmaatregelen. Gezien het belang van circulariteit binnen de industriële klimaattransitie is er nood aan opvolging van de ontwikkelingen binnen dit thema. Samenwerking tussen de verschillende initiatieven dient centraal te staan.

Gezien het uniek perspectief van Klimaatsprong binnen dit thema, is het interessant om de ontwikkelingen binnen Vlaanderen Circulair op te volgen en, indien nodig, de actie verder uit te werken binnen Klimaatsprong in de vorm van een project.

Vereenvoudiging van administratieve lasten door afstemming van rapporteringsverplichtingen

Zoals aangegeven in deze studie kennen Europese bedrijven, en in verlenging Vlaamse bedrijven, reeds zeer hoge administratieve lasten met betrekking tot de verschillende rapporteringsverplichtingen. Dit is ook op Europees niveau een belangrijk aandachtspunt waarop de nieuwe Commissie zoveel mogelijk tracht op in te zetten. Vandaar is het aangeraden om deze ontwikkelingen nauw op te volgen en van zodra beslist op Europees niveau, zo snel mogelijk te implementeren. Bovendien kan gekeken worden of reeds bestaande rapporteringsverplichtingen voor de energie-intensieve industrie niet gebundeld kunnen worden om de administratieve lasten verder te verlagen, bijvoorbeeld een analyse maken over verplichtingen op vlak van ETS, EBO, IMJV, etc. Binnen de nieuw industriële emissierichtlijn zullen bedrijven tegen 2030 ook transformatieplannen dienen op te stellen, waar ook parallellen zijn in te trekken met de klimaatroadmaps onder de EBO's. Bovendien wordt ook het IMJV momenteel herontwikkeld door de nieuwe IED. In vele gevallen is vertrouwelijkheid van bedrijfsgegevens een uitdaging waardoor de aangeleverde gegevens door bedrijven vaak niet hergebruikt kunnen worden door meer overheidsorganen. Dit is ook een gekend struikelblok uit eerdere pogingen. De vertrouwelijkheid van sommige gegevens beperkt de mogelijkheden voor vereenvoudiging en afstemming. In overleg tussen de belanghebbenden zou bijvoorbeeld verkend kunnen worden of voor bepaalde informatie een ander niveau van confidentialiteit gehanteerd kan worden.

Er zijn verschillende trajecten lopend die veelal breder gaan dan de doelgroep binnen Klimaatsprong. Klimaatsprong dient geïnformeerd te worden bij de uitwerking van het initiatief of andere initiatieven voor thema's die direct relevant zijn voor de Vlaamse basisindustrie.

Proactief verdedigen van de Vlaamse industriële belangen in EU-initiatieven

Nieuwe Europese regelgeving en beleidsaansturing heeft directe gevolgen voor de Vlaamse industrie. Het is dan ook belangrijk om alle ontwikkelingen nauwgezet op te volgen en een gezamenlijke visie te vormen op Vlaams niveau dat vervolgens proactief kan uitgedragen worden. Op basis van de reeds bestaande regelgeving en de opkomende initiatieven, zijn onderstaande aanbevelingen geïdentificeerd:

- Pleiten voor de adequate erkenning van low-carbon waterstof in de context van REDIII RFNBO bepalingen voor industriële waterstofgebruikers.
- Bijdragen aan de beleidsdiscussie over marktstimulatie van low-carbon producten op het Europese niveau met een snelle omzetting van Industrial Decarbonisation Accelerator Act.
- Proactief ondersteunen ETS herziening die de industriële competitiviteit erkent met bijsturingsmaatregelen (e.g. 2040 doelstelling, ETS (1) cap, uitfasering kosteloze toewijzing van emissierechten, etc.).
- Grondige doorlichting (nieuwe) staatssteunregels bij Clean Industrial Deal (level playing field).
- Pleiten voor voldoende EU-middelen voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie binnen het toekomstig meerjarig financieel kader.
- Pleiten voor een EU-instrument zoals contracts for difference voor decarbonisatietechnologieën in industrie (opvolgen Industrial Decarbonization Bank), en pleiten om technologieën op te nemen die passen bij de Vlaamse roadmap.
- Proactief ondersteunen CBAM-herziening met als doel om het mechanisme effectief te maken door een oplossing te vinden voor het aandeel export, het aanpakken van omzeilingstechnieken, een uitbreiding van de producten binnen de waardeketen.
- Pleiten voor de erkenning van chemical recycling in EU-doelstellingen (e.g. massabalans benadering voor recycled content doelstellingen PPWR).
- Pleiten voor een doordachte herziening van accounting-regels onder ETS met aanpassingen voor CCU en biogene CO₂.
- Proactief ondersteunen van de uitwerking van het Affordable Energy Action Plan met voorstellen voor concrete acties.

We raden hierbij aan om de administratieve werking verder te versterken, in lijn met de acties opgenomen in het Vlaams regeerakkoord 2024-2029, om een proactieve opvolging van de dossiers op Europees niveau te garanderen. Klimaatsprong kan hier opvolgend steeds geïnformeerd worden over de vooruitgang van de relevante initiatieven op Europees niveau, indien gewenst door de betrokken stakeholders. Daarnaast kan Klimaatsprong ook als klankbord dienen om de uitgedragen visies te aligneren met de verschillende stakeholders. Hierbij kan het interessant zijn om voor specifieke aanbevelingen gericht een adviesnota op te maken, in het bijzonder voor de ondersteuning van de ETS- en CBAM-herziening en bij het opzetten van het EU CfD instrument, alsook de erkenning van low carbon H₂ in een potentiële REDIII-herziening.

5.1.2. Aanbevelingen financiering van de transitie

De transitie van de basisindustrie vraagt grote investeringen voor de industrie. De investeringscycli in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal zijn bovendien zeer lang, waardoor het belangrijk is om voldoende investeringszekerheid te creëren zodat de finale investeringsbeslissingen op tijd genomen worden. Zoals aangeduid in de evaluatie van de technologische opties, zijn veel van de benodigde technologieën in de transitie nog niet kostenefficiënt. Hierdoor is er bijkomende ondersteuning nodig om deze technologieën tijdig te introduceren. Ook voor de uitbouw van de nodige basisinfrastructuur zal voorfinanciering nodig zijn, gezien deze basisinfrastructuur zich pas terugverdient over een periode van enkele decennia.

De bedrijven in Vlaanderen zijn reeds succesvol gebleken in het verkrijgen van Europese middelen voor het financieren van demonstratieprojecten (i.e. EU-innovatiefonds). De toegang blijft echter wel complex waardoor het aantal bedrijven in Vlaanderen, waarvoor het loont om deze Europese middelen aan te vragen, beperkt blijft (zie actie onder thema innovatie: actieve ondersteuning voor participatie van Vlaamse bedrijven en onderzoeksinstituten in EU-onderzoeksprogramma's en EU-steunmechanismen). Bovendien is gebleken dat deze projecten, na het verkrijgen van de EU-middelen, nog altijd moeilijk tot implementatie komen door, onder meer, gestegen kosten (CAPEX) en bijkomende onzekerheid over opbrengsten en andere kosten (OPEX). Bijkomende ondersteuning is dus noodzakelijk om tot implementatie te komen. Bovendien vraagt de transitie, naast de Europese middelen, additionele middelen om de klimaatdoelstellingen te behalen. Vlaanderen heeft hier

reeds de eerste stappen in gezet, binnen het kader van Klimaatsprong, door de ontwikkeling van het test case “contracts for difference” instrument (i.e. transitiecontracten). Echter, zetten de ons omringende landen zoals Nederland en Duitsland voor de implementatie van CO₂-reducerende technologieën in de industrie veel grotere middelen in (NL: SDE++ & NIKI; DUI: Klimaschutzverträge & BIK). Hierdoor is het belangrijk voor Vlaanderen om het transitie-instrument verder op te schalen, zowel op vlak van middelen als het aantal verschillende technologieën die ondersteund worden.

De gemaakte aanbevelingen zijn onderverdeeld in twee subdomeinen, die verder toegelicht worden in de volgende delen, namelijk:

- optimaliseren, rationaliseren, vereenvoudigen en meer toegankelijk maken van het Vlaams subsidie-instrumentarium; en
- inzetten op nieuwe financieringsinstrumenten.

Optimaliseren, rationaliseren, vereenvoudigen en meer toegankelijk maken van het Vlaams subsidie-instrumentarium

De aanbevelingen binnen dit thema zijn gericht op het evalueren van de bestaande steunmaatregelen op hun effect en desgewenst bij te sturen vanuit een overkoepelende beleidsvisie en systeemaanpak. Het doel is hierbij om de Vlaamse middelen zo gericht mogelijk in te zetten op de ondersteuning van de industriële transitie. De volgende aanbevelingen werden hierbij geïdentificeerd:

- evaluatie van bestaande instrumenten voor duurzame technologieën gericht op verdere vereenvoudiging, snelheid en transparantie, en coördinatie met federale steunmaatregelen (incl. budgetten). Ook mogelijkheden binnen nieuwe staatsteunkaders meenemen;
- VLAIO- en VEKA-instrumenten op elkaar afstemmen (e.g. groene warmte in industrie);
- het VLAIO-steun-instrumentarium verder in de markt zetten en verdere uitbouw van VLAIO als ‘centraal aanspreekpunt’;
- strategische ecologiesteun gericht mogelijk inzetten ter ondersteuning van industriële centra met e.g. focus op collectieve investeringen (warmte, CCS, etc.);
- herziening besteding ETS middelen (Klimaatfonds), e.g. ETS1-veilinginkomsten prioritair inzetten om de transitie bij de energie-intensieve te ondersteunen; en
- behouden van compensatie indirecte emissiekosten, bijsturing na EU evaluatie en bepleiten gezamenlijk EU mechanisme.

Al deze aanbevelingen zijn gelinkt aan acties die reeds zijn opgenomen in het geïntegreerd actieplan voor de Vlaamse industrie en het Vlaams regeerakkoord 2024-2029. De uitwerking van deze acties vragen in de eerste plaats politieke beslissingen. De initiatie dient dan ook te liggen bij de betrokken kabinetten en administraties van de Vlaamse overheid. Het is aangeraden om bij de uitwerking van deze initiatieven de relevante stakeholdergroepen van Klimaatsprong te consulteren om inzichten te krijgen in de effectiviteit van de bestaande instrumenten en, vervolgens, aan te duiden welke de meest geschikte financieringsinstrumenten zijn om extra op in te zetten.

Inzetten op nieuwe financieringsinstrumenten

Om de transitie actief versneld te faciliteren, dient de overheid bijkomend in te zetten op het (verder) ontwikkelen van nieuwe financieringsinstrumenten binnen de toegelaten mogelijkheden van de Europese staatsteunkaders. De volgende aanbevelingen werden hierbij geïdentificeerd:

- evalueren en opschalen van “contracts for difference” instrument met duidelijkheid over middelen (incl. opvolging “auctions-as-a-service” in EU-instrumenten);
- onderzoeken van de mogelijkheden voor publiek-private samenwerkingen;
- begeleiden van grote decarbonisatieprojecten via aanpak op maat met voldoende middelen en transparantie in besteding; en
- ontwikkelen van een mechanisme voor het vermijden (spreiden) van “first movers”-malus bij nieuwe infrastructuurinvesteringen.

Evalueren en opschalen van “contracts for difference” instrument

Het “contracts for difference” (CfD) mechanisme biedt bij nieuwe investeringen niet louter een vaste subsidie ter ondersteuning van de initiële CAPEX kosten, maar volgt ook gedurende de looptijd van het project de operationele kosten (OPEX) en opbrengsten op, en past de subsidies naargelang aan. Dergelijke instrumenten helpen om de risico's van investeerders te verminderen en ze dus sneller tot investeringsbeslissingen te laten komen.

Het eerste Vlaamse CfD instrument om de industrie te ondersteunen in de transitie is ontwikkeld binnen Klimaatsprong en werd gelanceerd begin juli 2024, waar bedrijven zich konden op voorinschrijven. De eerste biedprocedure is van start gegaan in februari 2025 en loopt af op 30 mei 2025. Het betreft een pilootoproep met een budget van 70 M€, voor grootschalige elektrische boilers en warmtepompen, die naast CAPEX ook OPEX-ondersteuning biedt over een periode van 10 jaar. Het doel van deze pilootoproep is om het nieuwe CfD mechanisme uit te testen zodat het geëvalueerd kan worden om nadien verder op te schalen. In parallel met de eerste oproep, begeleidt VLAIO ook een benchmarkstudie, waarbij een brede vergelijking wordt gemaakt met dergelijke steuninstrumenten in andere Europese landen. Het eindrapport wordt verwacht tegen juni 2025.

De opschaling dient te gebeuren zowel op vlak van beschikbare middelen als op het aantal verschillende technologieën die ondersteund worden. Bij de evaluatie kan gekeken worden hoe het instrument het meest efficiënt ingezet kan worden om de verschillende type technologieën te ondersteunen (elektrificatie, CCS, circulair, etc.). Hierbij moet er aandacht zijn voor criteria die toelaten om voldoende technologie-neutraliteit te vrijwaren.

Naast het opzetten van eigen mechanismes, dient ook aandachtig opgevolgd te worden welke nieuwe instrumenten opgestart worden op het niveau van de EU. Op dit moment bestaat er reeds een “auctions-as-a-service” systeem waarbij lidstaten de mogelijkheid hebben om extra waterstofproductieprojecten te ondersteunen in eigen regio. Bij de ontwikkeling van de decarbonization bank onder de Clean Industrial Deal kunnen lidstaten potentieel ook andere technologieën bijkomend ondersteunen via dergelijke mechanismen. In dit geval kan geëvalueerd worden wat het meest effectieve instrument is voor Vlaanderen om middelen in te zetten voor het ondersteunen van transitie technologieën.

Gezien de uitwerking en opvolging van dit thema gedurende de opstart van Klimaatsprong, is het aangeraden om deze actie verder uit te werken in het volgende programma van Klimaatsprong.

Onderzoeken van de mogelijkheden voor publiek-private samenwerkingen

Bij het verder uitwerken van het Vlaams subsidie instrumentarium, kan actief uitgereikt worden naar investeringsmaatschappijen met als doel om bedrijven zoveel mogelijk te faciliteren in de financiering van hun transitieprojecten. Deze publiek-private samenwerkingen kunnen zowel het risico verminderen van de investering, als de nodige kapitaalvereisten voorzien via de investeringsmaatschappijen (e.g. “blended financing”). Het is dan ook aanbevolen om actief samen te werken met de investeringsmaatschappijen om dergelijke synergiën te identificeren waarmee de transitie versneld kan uitgevoerd worden. Hierbij kan ook gekeken worden naar “off-balance” financierings- of participatievehikels waarbij publieke investeringsmaatschappijen kapitaal verlenen aan bedrijven om transitie investeringen te laten plaatsvinden (e.g. FINEG met Finarmit and Finmalt).

In het Vlaams industrieplan werd reeds opgenomen om PMV en VEB de mogelijkheden, opportuniteiten, wenselijkheid en haalbaarheid van publiek-private samenwerking voor de financiering van klimaat-, energie- en decarbonisatieprojecten te laten onderzoeken. In de context van dit initiatief kan Klimaatsprong geïnformeerd worden.

Begeleiden van grote decarbonisatieprojecten via aanpak op maat

Naast het beheren van instrumenten met een vooraf bepaalde scope en mechanisme, heeft Vlaanderen ook steeds ingezet op het ondersteunen van projecten via een aanpak op maat. Binnen de transitie is een dergelijke aanpak ook wenselijk indien bepaalde technologieën slechts zeldzaam geïntroduceerd worden en het daardoor moeilijk ingepast kan worden in een veilingsysteem of een vooraf gedefinieerd instrument. Om dergelijke ondersteuning te kunnen bieden dient altijd eerst goedkeuring verkregen te worden van de Europese Commissie.

Door vanuit een systeemvisie de transitie proactief te ondersteunen (o.a. via de clusteraanpak), kan vooraf reeds ingeschat worden voor welke technologieën een apart instrument wenselijk is en voor welke de aanpak op maat te verkiezen is. Dit kan gezamenlijk uitgewerkt worden in parallel bij het opschalen van het transitie-instrument. Op deze manier kan ook transparanter gecommuniceerd worden en kunnen de nodige budgetten beter ingeschat worden.

Er kan hierbij gestart worden met de lijst van gekende investeringsprojecten waarvoor nog geen finale investeringsbeslissing is genomen. Deze actie is dan ook sterk gelinkt aan de accountwerking via VLAIO om

individuele bedrijven extra te ondersteunen in hun pad naar decarbonisatie, via accountmanagers (zie hierboven onder beleidsaansturing).

In het Vlaams industrieplan wordt door de Vlaamse Regering gewerkt aan een coherent steunkader voor de industrie ter ondersteuning van de transitie. Een verdere uitwerking van de begeleiding op maat zal pas mogelijk zijn na deze evaluatie. In de context van dit initiatief kan Klimaatsprong geconsulteerd worden.

Ontwikkelen van een mechanisme voor het vermijden (spreiden) van “first movers”-malus bij nieuwe infrastructuurinvesteringen

Bij het aanleggen van nieuwe infrastructuurnetwerken, zoals CO₂ en H₂, zullen de initiële investeringskosten hoog zijn ten opzichte van de initiële potentiële opbrengsten doordat enkel de eerste afnemers aangesloten zullen zijn. Van zodra het netwerk uitgebreid wordt en meer afnemers aangesloten zijn, kunnen de investeringskosten beter gespreid worden. Om te vermijden dat de eerste afnemers onmiddellijk een hoge bijdrage dienen te betalen voor het netwerk, dient een mechanisme uitgewerkt te worden die de initiële kosten opvangt. Deze actie is uitermate belangrijk omdat bij nieuwe investeringen de kosten gerelateerd aan de infrastructuurbehoeften significant kunnen doorwegen. Bij de uitwerking van het mechanisme dient waakzaam omgegaan te worden dat de gemaakte investeringen steeds samengaan met de effectieve infrastructuurnoden.

Het CO₂ netwerk valt onder de Vlaamse bevoegdheden, waardoor het relevant is om dit mechanisme binnen Klimaatsprong actief mee uit te werken. Momenteel heeft Fluxys hier reeds studies over lopende, maar er is vooralsnog geen gecoördineerde aanpak met de verschillende betrokken administraties en kabinetten. De betrokken stakeholders zijn onder meer de kabinetten (bevoegd voor, onder meer, economie, innovatie, industrie, energie, klimaat, omgeving, openbare werken en havens), de administraties VLAIO en VEKA, de infrastructuurbeheerders, industrie- en werkgeversfederaties en de Vlaamse Nutsregulator. Daarnaast kan het uitgewerkte mechanisme verder gevalideerd worden met de klankbordgroep. Voor het uitwerken van het mechanisme kan, onder meer, gekeken worden naar de financiering van warmtenetten waarbij gelijkaardige uitdagingen zich afspeelen.

Een gelijkaardig mechanisme is belangrijk bij de opstart van het waterstofnetwerk. Dit dient samen met het federale niveau uitgewerkt te worden. Vlaanderen kan op basis van de gevonden inzichten bij het uitwerken van het mechanisme voor het CO₂-netwerk, gericht dialogen opstarten met de federale beleidsnemers voor het waterstofnetwerk.

Gezien het uniek perspectief van Klimaatsprong binnen dit thema, is het interessant om voor dit thema een adviesnota op te maken of de actie verder uit te werken in de vorm van een project. Daarnaast kan Klimaatsprong geïnformeerd worden over de vooruitgang van het initiatief, indien gewenst door de betrokken stakeholders.

5.1.3. Aanbevelingen infrastructuur en beschikbaarheid betaalbare energie

De transitie naar een koolstofarme toekomst vormt één van de grootste uitdagingen voor de Vlaamse industrie. Cruciaal voor het succes van deze transitie is de beschikbaarheid van robuuste infrastructuur en betaalbare energie. Zonder deze fundamentele elementen kunnen de ambitieuze doelstellingen voor decarbonisatie en industriële groei niet worden gerealiseerd. Strategische beleidsaanbevelingen die de ontwikkeling van collectieve infrastructuur en de toegang tot betaalbare energie ondersteunen, zijn daarom van essentieel belang.

Deze sectie bespreekt de beleidsaanbevelingen die gericht zijn op het afstemmen van collectieve infrastructuur op de decarbonisatie- en investeringstrajecten van Vlaamse industriële bedrijven, het identificeren en wegwerken van barrières voor infrastructuurontwikkeling, en het waarborgen van betaalbare energie voor de industrie. Deze acties zijn noodzakelijk om de transitie te versnellen en de concurrentiepositie van Vlaanderen te versterken in een steeds veranderende globale markt.

Het belang van deze acties kan niet worden onderschat. Een goed geplande en efficiënte infrastructuur, die toekomstbestendig en open toegankelijk is, vormt de ruggengraat van industriële activiteiten en ook de klimaattransitie, terwijl betaalbare energie een cruciale factor is voor het behoud van economische competitiviteit. Proactieve implementatie van deze beleidsaanbevelingen zal ervoor zorgen dat de Vlaamse industrie voldoet aan de huidige eisen en voorbereid is op toekomstige uitdagingen en kansen. Overheidsinterventie zal hierbij cruciaal zijn om de nodige infrastructuur snel genoeg te realiseren. De discussie over infrastructuur moet gevoerd worden van een crossborder, crossvector en crosssector perspectief om de synergie volop te benutten. Ook binnen België (cross-regionaal) dient bekeken te worden hoe de waardeketens optimaal met elkaar te verbinden.

Collectieve infrastructuur afstemmen op de decarbonisatie- en investeringstrajecten van de Vlaamse industriële bedrijven

Een cruciaal onderdeel van deze transitie is de beschikbaarheid van collectieve infrastructuur die de decarbonisatie- en investeringstrajecten van de basisindustrie ondersteunt. Gezien de complexiteit en lange doorlooptijden van infrastructuurprojecten is een doordachte aanpak cruciaal. Dit vraagt brede samenwerkingen over sectoren, regio's en zelf de landsgrenzen heen. Om deze elementen te benadrukken, zijn verschillende beleidsaanbevelingen geformuleerd:

- Systeemaanpak voor infrastructuurprojecten anticiperend op toekomstige investeringen (e.g. MIEK Nederland, link met EnergieGrip).
- Proactief voldoende ruimte voorzien voor leidingentracés (o.b.v. beschikbaar standpunt).
- Uitwerking van een instrument voor de projectie van energiebehoeften & -mix op te maken (e.g. model energiestudie).
- Samenwerken met de federale overheid om de investeringsplannen af te stemmen en bevoorradingszekerheid te garanderen.
- Uitwerken van een internationaal havenbeleid.
- Internationale samenwerking initiëren rond collectieve infrastructuur CO₂, H₂ en andere moleculen of waterstofderivaten, en elektriciteit.

Systeemaanpak voor infrastructuurprojecten anticiperend op toekomstige investeringen

Het is essentieel om infrastructuurprojecten af te stemmen op de behoeften van de basisindustrie op lange termijn en op elkaar zodat synergiën optimaal worden benut. Dit vraagt een ware systeemaanpak. Hiervoor is een duidelijke stabiele langetermijnvisie noodzakelijk. In Nederland wordt dit bijvoorbeeld georganiseerd via het Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat ("MIEK-programma"). Deze visie helpt bedrijven om hun plannen daarop af te stemmen en zo ook duidelijk hun noden te communiceren op lange termijn. Zo kunnen grote infrastructuurprojecten afgestemd worden op deze noden en tijdig de nodige capaciteit worden voorzien. Deze systeemaanpak dient ondersteund te worden met inzichten uit de investeringsplannen van de verschillende bedrijven. Om dit in kaart te brengen kan inspiratie gevonden worden in het EnergieGrip initiatief.

Deze aanbeveling is sterk verbonden aan de opdracht voor Klimaatsprong uit het Vlaams Regeerakkoord, namelijk het opstarten van een participatief traject voor het bepalen van de infrastructuurbehoeften. In sectie 5.2 wordt deze opdracht in meer detail toegelicht.

Proactief voldoende ruimte voorzien voor leidingentracés

De update van de roadmapstudie benadrukt het belang van verbindingen binnen Vlaanderen, maar ook met de buurlanden. Leidingen zullen noodzakelijk zijn voor het efficiënt en effectief transporteren van onder meer waterstof (of waterstofdragers), CO₂ en andere moleculen. Ondergrondse pijpleidingen kunnen bijvoorbeeld de chemieclusters in de Haven van Antwerpen verbinden met die in Nederland en Duitsland. In de vorige periode werd al een standpunt opgemaakt omtrent leidingentracés. Dit standpunt kan herzien worden in het licht van inzichten van deze studie en voorgelegd worden aan de Vlaamse Regering. Als onderdeel van het Regeerakkoord van de Vlaamse Regering 2024-2029 wordt reeds verwezen naar het opstarten van overleg met Nederland in functie van grensoverschrijdende netwerken en het reserveren van ruimte voor leidingenzondes die nodig zijn om de economie te verduurzamen.

In de vorige periode werd door de stakeholders binnen Klimaatsprong een adviesnota opgemaakt. Gezien het uniek perspectief van Klimaatsprong binnen dit thema, is het interessant om de adviesnota up te daten met recente inzichten en voor te leggen aan de Vlaamse Regering. Daarnaast kan Klimaatsprong geïnformeerd worden over de vooruitgang van het initiatief, indien gewenst door de betrokken stakeholders.

Uitwerking van een instrument voor de projectie van energievraag, -aanbod en infrastructuur

Elke discussie met betrekking tot infrastructuur vraagt naar inzichten over de benodigde capaciteit. Deze discussie wordt enorm complex wanneer het verschillende energiedragers betreft over verschillende sectoren en tijdsperiodes heen. Dit instrument zal inzicht bieden in de benodigde infrastructuur en energiebronnen om de transitie te ondersteunen. Hiervoor is nood aan een doorgedreven methodologie en een rekenmodel die de verschillende discussies kan ondersteunen met projecties van de toekomstige energiebehoeften en -mix van de industrie. Een belangrijke randvoorwaarde is dat het niet een eenmalige analyse of studie betreft. Gezien de

complexiteit is het waarschijnlijk dat basisassumpties wijzigen doorheen de tijd. Ook de kostprijs voor energiedragers kan fluctueren en bijgevolg beslissingen beïnvloeden.

Er zijn verschillende rekenmodellen beschikbaar ter ondersteuning voor deze voorspellingen. Een concreet voorbeeld is het model dat ontwikkeld is als onderdeel van de Energiestudie 2050+, een initiatief in de vorige legislatuur dat trachtte inzicht te verwerven in hoe we de Vlaamse maatschappij op een realistische en kostenefficiënte wijze kunnen voorzien van klimaatvriendelijke energie. Het doet dit aan de hand van een vooruitstrevend, open-source energiemodel (het PyPSA-Eur-model) dat het toekomstige energiesysteem optimaliseert vanuit een techno-economisch en Europees oogpunt. Dit model is één van de mogelijke opties voor het projecteren van de toekomstige energiebehoeften en -mix van de industrie.

De federale regering zal een Hoge Raad voor energiebevoorrading oprichten. Een van de taken van deze Hoge Raad is het jaarlijks verzamelen van de actuele en voorspelde evolutie van het verbruik, de capaciteit en de productie van alle energievectoren in het licht van de meest recente gegevens en de voortgang van projecten. Het is van belang dat de keuze voor een projectie instrument wordt afgestemd aan het initiatief op federaal niveau. In de context van infrastructuur voor de klimaattransitie is het belangrijk dat er ook voldoende aandacht is voor de inzet van energiebronnen als feedstock in de basisindustrie.

Deze aanbeveling is sterk verbonden aan de opdracht voor Klimaatsprong met betrekking tot het opstarten van een participatief traject voor het bepalen van de infrastructuurbehoeften. In sectie 5.2 wordt deze opdracht in meer detail toegelicht. In de context van de opdracht, om een participatief traject op te starten voor het bepalen van de infrastructuurbehoeften, is er namelijk nood aan een dynamisch instrument dat het mogelijk maakt om verschuivingen of veranderingen in de basisassumpties te kwantificeren.

Samenwerken met de federale overheid om investeringsplannen af te stemmen en bevoorradingszekerheid te garanderen

Een gecoördineerde aanpak tussen de Vlaamse en federale overheid is noodzakelijk om investeringsplannen af te stemmen en de bevoorradingszekerheid te waarborgen (o.a. via het interfederaal energiepact¹³⁴). Ook de andere regionale overheden dienen betrokken te worden in deze samenwerking. Het opstellen van een gezamenlijke visie rekening houdend met de noden voor de verschillende sectoren en energiedragers kan de basis vormen voor internationale samenwerking. Hiervoor kan als tussentijdse stap een duidelijke visie voor Vlaanderen worden opgemaakt. De basis voor deze discussies kan gevonden worden bij het uitwerken van het Vlaams Energie en Klimaatplan. Zo wordt de discussie over infrastructuur gevoerd vanuit de gezamenlijke ambitie om de klimaattransitie te realiseren en het concurrentieel vermogen van de basisindustrie in Vlaanderen te versterken.

De federale regering zal samen met de Gewesten werken aan een langetermijnvisie en strategie op basis van de becijfering opgemaakt door de Hoge Raad voor energiebevoorrading. Klimaatsprong brengt een grote verscheidenheid aan belanghebbenden samen, waardoor het een unieke bijdrage kan leveren aan deze discussies door unieke inzichten te belichten.

Klimaatsprong zou geconsulteerd kunnen worden als onderdeel van de werking van de Hoge Raad, specifiek in de opmaak van de langetermijnvisie en strategie. Daarnaast kan Klimaatsprong geïnformeerd worden over de vooruitgang van dit initiatief, indien gewenst door de betrokken stakeholders.

Uitwerken van een internationaal havenbeleid

Vlaanderen beschikt over strategische zeehavens die een cruciale rol spelen in de industriële infrastructuur. De zeehavens spelen in ieder transitiepad een belangrijke rol voor zowel energie- als feedstockinfrastructuur. De rol van de zeehavens is onmiskenbaar in de klimaattransitie en verdient bijzondere aandacht om deze gericht te ondersteunen in deze rol. Zij hebben ook een uniek perspectief door de diepgaande kennis en ervaring met de complexiteit van de waardeketens in de basisindustrie. Het ontwikkelen van een internationaal havenbeleid kan de positie van Vlaanderen versterken als een ware hub. Hierbij dient er voldoende aandacht te zijn voor ieder transitiepad en hun onderlinge interacties.

Daarnaast toont deze studie aan dat het belangrijk is om pilootprojecten in havenclusters zoals Antwerpen en Gent te ontwikkelen. Deze regio's zijn ideaal vanwege hun industriële concentraties en de aanwezigheid van initiatieven op dit moment zoals Kairos@C, NH3 Antwerp Terminal, H2BE en ZESTA.

¹³⁴ [Energiepact](#)

In het Vlaams industrieplan wordt de cruciale rol van de zeehavens onderschreven. De Vlaamse Regering zal de havenbedrijven ondersteunen als industriële centra en betrekken als belangrijke partners bij de uitrol van een industrieel beleid. Bijkomend zal een internationaal havenbeleid uitgewerkt worden in samenspraak met de Vlaamse havens en betrokken departementen en agentschappen.

Gezien de mogelijke impact van dergelijk beleid op de klimaattransitie, is het van belang dat Klimaatsprong geïnformeerd wordt met betrekking tot de vooruitgang en uitkomsten van het internationaal havenbeleid zover relevant voor de klimaattransitie van de basisindustrie.

Internationale samenwerking initiëren rond collectieve infrastructuur CO₂, H₂ en andere moleculen of waterstofderivaten, en elektriciteit

De update van de roadmapstudie onderschrijft het belang van transport van CO₂, H₂ en andere moleculen of waterstofderivaten, en elektriciteit, waarbij voor de waterstofdragers de nadruk ligt om deze effectief en efficiënt te kunnen importeren. Collectieve infrastructuur voor CO₂, H₂ en andere moleculen of waterstofderivaten, en elektriciteit moet niet enkel crosssector en interregionaal aangepakt worden, maar zal ook genieten van schaalvoordelen door in te zetten op internationale samenwerkingen. België kan hierbij dan ook een strategisch positie innemen als corridor naar bijvoorbeeld Nederland, Frankrijk en Duitsland. Internationale samenwerking is dus essentieel voor de ontwikkeling van collectieve infrastructuur voor CO₂, waterstof, methanol, ammoniak en elektriciteit. Naast mogelijke competitiviteitsvoordelen voor Vlaamse bedrijven, is internationale samenwerking ook belangrijk voor het behalen van de vereiste volumes. Bijkomend kunnen dergelijke internationale samenwerkingen ook een randvoorwaarde zijn voor EU-financiering, bijvoorbeeld “Connecting Europe Facility”.

Internationale samenwerkingen rond collectieve infrastructuur zijn een mogelijke vervolgstap binnen het participatief traject voor infrastructuurbehoeften, aangezien deze inzichten gesprekken met verschillende partners kan ondersteunen. Gezien de mogelijke impact van eventuele samenwerking, is het van belang dat Klimaatsprong geïnformeerd wordt over ontwikkelingen binnen dit thema.

Identificeren en wegwerken van barrières voor collectieve infrastructuur

Om de transitie naar een koolstofarme industrie te versnellen, moeten barrières voor de ontwikkeling van collectieve infrastructuur worden geïdentificeerd en weggenomen. Dit zijn specifieke aanvullingen of verfijningen van de eerdere aanbevelingen. Hieronder een overzicht van de voorgestelde beleidsaanbevelingen:

- Verbeteren van de rechtszekerheid van vergunningen (minder impact van beroepsprocedures).
- Actualisatie van de Vlaamse waterstofstrategie en Vlaamse CCUS visienota in functie van conclusies en aanbevelingen geüpdatete roadmap (e.g. meer inzet op low-carbon waterstof).
- Finaliseren H₂ decreet.
- Opmaak roadmap logistieke keten van de toekomst voor maximale inzet kunststofrecyclage en te voorzien in voldoende biomassa (incl. ruimtevoorziening).
- Opstarten van overleg rond netflexibiliteit en –stabiliteit & aanpak congestieproblematiek (e.g. aanpassing “first come first serve” principe bij nieuwe aansluitingsovereenkomsten en mogelijkheid voor flexibele aansluitingsovereenkomsten).

Verbeteren van de rechtszekerheid van vergunningen

Een efficiënt, rechtszeker en transparant vergunningsproces is belangrijk voor de klimaattransitie van de basisindustrie in Vlaanderen. CO₂-reducerende projecten zijn vaak innovatieve projecten met een uniek karakter en bijgevolg niet altijd eenvoudig te plaatsen onder bestaande wetgeving. Daarnaast hebben zowel conventionele als hernieuwbare energieprojecten, evenals infrastructuur voor energietransmissie en -distributie, te lijden onder de toenemende problemen om vergunningen te krijgen en te behouden (o.a. vanwege beroepsprocedures).

De Vlaamse regering werkt via een commissie aan een actieprogramma om de vergunningverlening te verbeteren.

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, kan Klimaatsprong geconsulteerd worden in de context van dit traject of geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen.

Actualisatie van de Vlaamse waterstofstrategie en Vlaamse CCUS visienota

De Vlaamse regering heeft zich voorgenomen om de Vlaamse waterstofstrategie te actualiseren ondersteund door een studie betreffende de inzet van koolstofarme waterstof en mogelijke ondersteuning voor de import, de productie, de infrastructuur en het gebruik van waterstof en zijn derivaten. De inzichten en aanbevelingen vanuit

de huidige roadmapstudie kunnen deze actualisatie ondersteunen. Bijkomend dient er aandacht te zijn voor de rol van CCUS naast die van waterstof. Er is bijkomend nood aan een actualisatie van een Vlaamse CCUS visienota. Deze actualisatie zal ook bijdragen aan een mogelijke systeemaanpak voor infrastructuurprojecten.

De actualisatie van de Vlaamse waterstofstrategie zal hoogstwaarschijnlijk afgerond zijn vooraleer de werking van Klimaatsprong onder de nieuwe programmanota opgestart zal zijn. Indien gewenst door de betrokken stakeholders, kan Klimaatsprong voortbouwen op deze visie. De tijdslijn van een eventuele actualisatie van de Vlaamse CCUS visienota is niet gekend en kan opgevolgd worden in samenspraak met VEKA.

Finaliseren H₂ decreet

Algemeen wordt erkend dat waterstof en van waterstof afgeleide energiedragers een belangrijke rol zullen spelen in de energietransitie van Vlaamse basisindustrie. Het H₂ decreet moet worden afgerond om de juridische en beleidsmatige kaders voor waterstofinfrastructuur te verduidelijken en te versterken. Voor CO₂ transport is er reeds een Vlaams decreet, maar ook hier is er nog een bijkomende nood aan een duidelijker kader voor CO₂ infrastructuur (e.g. liggingsrechten). Dit kan eventueel verder onderzocht worden in de context van de actualisatie van de Vlaamse CCUS visienota. Opnieuw wordt het belang van coördinatie tussen regionale overheden alsook de federale overheid benadrukt.

Als onderdeel van de beleidsnota Energie en Klimaat 2024-2029 wordt gewerkt aan een regulerend kader voor de distributie van waterstof via waterstofnetten op het grondgebied van het Vlaamse Gewest. Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, kan Klimaatsprong geconsulteerd worden in de context van dit traject of geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen.

Opmaak roadmap logistieke keten van de toekomst

In de 2020 roadmap werd aangeraden om een grondig onderzoek te doen naar beschikbaarheid van (duurzame) biomassa voor transitie van de industrie. Om de onzekerheid op dit vlak te verkleinen, wordt deze aanbeveling hier herhaald. De update van de roadmapstudie stelde ook dat de logistieke ketens voor kunststofrecyclage en biomassa moeten worden geoptimaliseerd. Een studie zou moeten vaststellen hoe deze logistieke ketens het beste kunnen worden ingericht om de industrie van voldoende grondstoffen te voorzien. Het ontwikkelen van een roadmap voor de logistieke ketens van de toekomst is noodzakelijk om maximale inzet van kunststofrecyclage en voldoende biomassa te garanderen. Dit omvat ook ruimtevoorziening voor de benodigde infrastructuur. Hierbij speelt de bestaande afvalverwerkingsinfrastructuur in Vlaanderen een cruciale rol, die kan worden uitgebreid om aan de nieuwe eisen te voldoen.

De rol van logistieke ketens binnen het transitiepad circulariteit en biomassa worden hoogstwaarschijnlijk opgenomen onder de werkzaamheden binnen de respectievelijke thema's. Het thema kan bijvoorbeeld geïntegreerd worden in de studie rond biogebaseerde chemie in Vlaanderen of de werkzaamheden in de context van de circulaire hub.

Gezien het belang van circulariteit binnen de industriële klimaattransitie is er nood aan opvolging van de ontwikkelingen binnen dit thema. Samenwerking tussen de verschillende initiatieven dient centraal te staan. Klimaatsprong kan voor dit thema een adviesnota opmaken of de actie verder uitwerken in de vorm van een project.

Opstarten van overleg rond netflexibiliteit en -stabiliteit & aanpak congestieproblematiek

De vraag naar elektriciteit is logischerwijs toegenomen in de laatste periode. De elektrificatie in de industrie en in andere sectoren, en de uitbouw van datacenters, deed de vraag naar zwaardere aansluitingen echter zo snel toenemen dat de netbeheerders wijzen op potentiële capaciteitsproblemen. Om netcongestie te verminderen en netflexibiliteit te vergroten, moet er proactief ingespeeld worden op de noden van bedrijven. Indien Vlaanderen slaagt erin om deze problematieken proactief aan te pakken, kan dit een competitief voordeel worden. Energievoorziening en -zekerheid is een belangrijk element in de context van investeringsbeslissingen.

Tijdens de opmaak van deze roadmap werd door VEKA rond het thema netflexibiliteit en -stabiliteit overleg opgestart. Voor het thema congestiebeheer werd een werkgroep samengesteld met daarin de kabinetten Economie, Energie en Omgeving, VEKA, VLAIO en Departement Omgeving en netbeheerders Elia en Fluvius. Elia en Fluvius hebben ook hun actieplannen rond congestiebeheer versterkt om zo de investeringsplannen van de industrie maximaal te ondersteunen. Het opgestart overleg wordt aangemoedigd. Het is noodzakelijk dat ook de vertegenwoordigers uit de basisindustrie worden betrokken in deze discussies. Klimaatsprong is dan ook uniek gepositioneerd om bij te dragen aan deze discussies door de brede stakeholdergroep die een verscheidenheid aan

inzichten kan aanbrengen. Opnieuw wordt de noodzaak benadrukt om deze discussie te voeren rekening houdend met de bredere context en mogelijke synergiën met andere initiatieven.

Op korte termijn kunnen specifieke ingrepen verkend worden, waaronder het aanpassen van het "first come first serve" principe bij nieuwe aansluitingsovereenkomsten en de mogelijkheid voor vrijwillige flexibele aansluitingsovereenkomsten. Er zijn ook mogelijkheden voor congestiebeheer op het lokaal niveau (e.g. bedrijfsterreinen). Zo kunnen samenwerkingen worden verkend op het niveau van bedrijfsterreinen, waarbij bedrijven onderling kunnen afstemmen om congestie te vermijden. Nederland werd eerder geconfronteerd met een acuut congestieproblematiek. Deze inzichten kunnen meegenomen worden in de lopende discussies.

Er is ook nood aan maatregelen op lange termijn. In de context van deze discussies hebben alle betrokkenen baat bij een overkoepelende langetermijnvisie, bijvoorbeeld via het Vlaams Energie en Klimaatplan. Dit vormt de basis voor de industrie om de investeringsplannen voor hun vestigingen op te maken, bijvoorbeeld via een concreet transitieplan. Wat op zijn beurt de basis is voor de netbeheerders om hun investeringsplannen optimaal af te stemmen aan de noden van de industrie (o.a. via EnergieGRIP). Het is van belang dat bedrijven voldoende gestimuleerd worden om transitieplannen op te maken en dat deze inzichten op een geanonimiseerde wijze beschikbaar kunnen gemaakt worden in de context van infrastructuurinvesteringsplannen.

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, kan Klimaatsprong geconsulteerd worden in de context van dit traject of geïnformeerd worden omtrent de ontwikkelingen. Er is nood aan terugkoppeling aangezien er potentieel is voor kruisbestuiving van inzichten uit het lopend overleg en de kennis aanwezig binnen Klimaatsprong.

Inzetten op betaalbare energie

Betaalbare energie is een essentiële voorwaarde voor de competitiviteit van de Vlaamse industrie. Enkele beleidsaanbevelingen om betaalbare energie te waarborgen zijn:

- Versnellen van de beschikbaarheid van competitieve hernieuwbare energie.
- Onderzoeken mogelijkheden rond kleine, modulaire reactoren in Vlaanderen.
- Uitvoering van een gecoördineerd beleid met de federale regering op basis van de energienorm om energiekosten te verlagen.
- Duidelijkheid creëren omtrent distributienettarieven voor industrie.

Versnellen van de beschikbaarheid van competitieve hernieuwbare energie

Het versnellen van de beschikbaarheid van competitieve hernieuwbare energie is cruciaal om de energiekosten te verlagen en de transitie naar een koolstofarme industrie te ondersteunen. Dit omvat investeringen in hernieuwbare energiebronnen zoals wind- en zonne-energie, evenals het verbeteren van de infrastructuur voor energieopslag en distributie. In het Vlaams Regeerakkoord wordt ook gewerkt aan een stabiel investeringsklimaat voor hernieuwbare energieproductie.

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie en mogelijke impact op de opdracht rond collectieve infrastructuurbehoeften, is het van belang dat Klimaatsprong wordt geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen. Indien mogelijk kan Klimaatsprong ook geconsulteerd worden in de context van dit traject.

Onderzoeken mogelijkheden rond kleine, modulaire reactoren in Vlaanderen

Naast hernieuwbare energie, kan ook kernenergie deel uitmaken van een evenwichtige en duurzame energiemix. Kleine, modulaire reactoren kunnen een duurzame en betaalbare energiebron vormen voor de industrie. Het is belangrijk om de mogelijkheden en haalbaarheid van deze technologie in Vlaanderen te onderzoeken. Dit wordt in het Vlaams Regeerakkoord toegewezen aan WEWIS. Ook onderzoekt VLAIO momenteel de deelname aan een IPCEI Nuclear programma dat in 2026 zou van start gaan.

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie en mogelijke impact op de opdracht rond collectieve infrastructuurbehoeften, is het van belang dat Klimaatsprong wordt geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen.

Uitvoering van een gecoördineerd beleid met de federale regering op basis van de energienorm

Federaal energiebeleid bepaalt mee de energiekosten, investeringen in groene energie, energiemix en de stabiliteit van het elektriciteitsnet, wat een directe impact heeft op de concurrentiepositie van energie-intensieve sectoren

in Vlaanderen. Een gecoördineerd beleid met de federale regering is noodzakelijk om energiekosten voor ondernemingen competitief te houden. Deze actie is onderdeel van het geïntegreerd actieplan voor de Vlaamse industrie. Er zijn echter ook maatregelen die ondernomen kunnen worden in de schoot van de Vlaamse Regering. De uitwerking van voorstellen wordt opgenomen in de actie omtrent distributienettarieven (hieronder).

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, is het van belang dat Klimaatsprong wordt geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen.

Duidelijkheid creëren omtrent distributienettarieven voor industrie

Het is belangrijk om vanuit het Vlaamse beleid duidelijkheid te scheppen over de distributienettarieven voor de industrie. Deze aanbeveling is een specifiek aandachtspunt binnen de bredere discussie omtrent betaalbare energie. Vlaanderen kan echter zelf ook maatregelen nemen in de context van het voorspelbaar en beheersbaar maken van energiekosten, waaronder bijvoorbeeld via Vlaamse openbaredienstverplichtingen elektriciteit en aardgas, alsook alternatieve financieringsmechanismen voor infrastructuurinvesteringen (zie ook “mechanisme vermijden first-movers malus”).

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, kan een projectwerking opgestart worden binnen Klimaatsprong om zich te buigen over de uitwerking van voorstellen richting de bevoegde instanties. Deze voorstellen richten zich op de mogelijkheden passend binnen de bevoegdheden van de Vlaamse Regering inzake energiekosten en niet het gecoördineerd beleid met de federale regering.

5.1.4. Aanbevelingen innovatie en talent

Innovatie blijft een sleutelement in de transitie naar een klimaatneutrale industrie. De 2020 roadmapstudie en de update via deze studie geven duidelijk aan dat diepe emissiereducties in de industrie enkel mogelijk zijn door grootschalige proces- en energie-innovaties die pas na 2030 beschikbaar zullen zijn op grote schaal. Daarenboven stopt zulke innovatie ook niet en zullen deze nieuwe processen ook verder geoptimaliseerd moeten worden om hun economische competitiviteit te vergroten (e.g. goedkopere manieren om CO₂ af te vangen of efficiëntere elektrificatie van warmte).

De Vlaamse overheid maakte van klimaat-innovatie voor de basisindustrie een prioriteit via onder andere de speerpuntclusters (e.g. Catalisti en Flux50) en het Moonshot-programma maar ook via andere steuninstrumenten via VLAIO. Deze instrumenten draaien op kruissnelheid met focus op innovatie-uitdagingen die in de 2020 roadmap geïdentificeerd werden.

Het spanningsveld wat betreft innovatie komt langs de ene kant van het feit dat innovatie tijd nodig heeft om tot maturiteit te komen, zeker wat betreft grootschalige industriële processen en aan de andere kant de snelheid waarmee emissiereducties dienen te gebeuren. Sinds de ontwikkeling van de 2020 roadmap zijn de Europese klimaatdoelstellingen serieus aangescherpt wat in de praktijk betekent dat het initieel vooropgestelde ambitieniveau voor de industrie in 2050 uit de 2020 roadmap nu al een decennium eerder behaald zou moeten worden.

Wat betreft innovatie identificeerde deze studie daarom volgende aandachtspunten. Ten eerste, de nood aan versnelling van de valorisatie van Vlaamse O&O investeringen. Ten tweede, het belang van de inzet van nieuwe ondersteuningsmechanismen om sneller en gemakkelijker hogere technologie-niveaus te bereiken.

Voor talent geeft deze studie de bezorgdheid weer met betrekking tot knelpuntberoepen in de industrie en tanende interesse en kwaliteit in STEM in Vlaanderen. Om de industriële transitie te realiseren zullen er niet alleen mensen nodig zijn die in de industrie willen werken, zij zullen ook de juiste vaardigheden moeten hebben om met nieuwe technologie en andere innovaties aan de slag te kunnen gaan.

Versnelling van de valorisatie van Vlaamse O&O investeringen

Zoals hierboven al gesteld, is het belangrijk dat innovatieve technologieën die in Vlaanderen ontwikkeld worden ook effectief een bijdrage leveren aan het realiseren van een klimaatneutrale en competitieve industrie in Vlaanderen. Er bestaat een risico dat er veel basis- en strategisch onderzoek ondersteund wordt zonder dat er tijdig een vertaling plaatsvindt naar industriële implementatie op hoge TRL (e.g. 8-9).

Enkele mogelijke beleidsaanbevelingen om dit risico te beperken omvatten:

- strategische hervorming van de speerpuntclusters;
- het Moonshotprogramma versnellen met het oog op valorisatie; en

- Europese hefboomen meer en beter gebruiken.

Hervormen van de speerpuntclusters en strategische onderzoekscentra met e.g. “Mission Oriented Innovation” (van TRL 3 tot 9) als centraal element

De speerpuntclusters spelen in Vlaanderen een belangrijke rol als actieve spelverdeler (e.g. tussen industrie, onderzoeksinstelling en overheid) wat betreft het stimuleren en versnellen van technologische innovatie in de sectoren die zij vertegenwoordigen. Zij zijn dan ook goed geplaatst om missie-georiënteerde innovatie verder te implementeren. Dit kan door specifieke grootschalige doelen beter te definiëren maar vooral de (technologische en niet-technologische) barrières richting de realisatie van deze doelstellingen goed in kaart te brengen, om ze vervolgens stuk voor stuk weg te werken door specifieke beleidsadviezen en eigen activiteiten. Afstemming met de strategische onderzoekscentra die op hogere TRL's werken is hier relevant. Het Moonshotprogramma is een goed voorbeeld voor het identificeren en oplossen van technologische uitdagingen maar beperkt zich tot de eerste fases van de innovatie- en commercialiseringsroutes.

In het Vlaams industrieplan werd aangekondigd dat de Vlaamse O&O&I instrumenten nog beter afgestemd zullen worden op de noden van de bedrijven en dat er maximaal zal ingezet worden op de valorisatie van de Vlaamse kennis- en onderzoeksinstellingen. Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, is het van belang dat Klimaatsprong wordt geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen.

Het Moonshotprogramma versnellen met het oog op valorisatie

Onder het Moonshotprogramma bevindt zich veelbelovend onderzoek richting een klimaat neutrale en circulaire Vlaamse basisindustrie. Het programma heeft ervoor gezorgd dat Vlaamse onderzoeksinstellingen een grotere focus aan de dag leggen wat betreft de uitdagingen die het programma onder vier routes naar voor heeft geschoven.

Toch blijft het een uitdaging om het Vlaams onderzoek dat door het Moonshotprogramma ondersteund wordt te vertalen naar industriële toepassingen zodat het tijdig een bijdrage zal leveren aan het behalen van klimaatneutraliteit in de Vlaamse basisindustrie. In het bijzonder nieuwe (proces)technologieën voor toepassing in de industrie hebben vaak een lange ontwikkelingstijd.

In dat kader is het positief dat het Moonshotprogramma meer en meer aandacht geeft aan de zogenaamde “later stage innovation” tot TRL 5-6. Het opschalen naar hogere TRL vraagt andere instrumenten (zie hieronder). Voor het Moonshotprogramma blijft het een aandachtspunt om langs de ene kant een breed scala aan nieuwe ideeën (op lage TRL) te blijven ontwikkelen en langs de andere kant voldoende middelen ter beschikking te hebben om nieuwe technologieën te laten doorgroeien naar een hogere TRL's (6 tot 9). Dat kan bijvoorbeeld door de scope van het programma aan te passen of door gericht te selecteren naar projecten met sterker valorisatie-potentieel of routes.

De aanbeveling is ook om na te gaan in welke mate meer Moonshotprojecten een verlenging en een complement kunnen krijgen via de EU Programma's, zoals Horizon Europe. Een goede National Contact Point (NCP) werking (via NCP Flanders¹³⁵) afgestemd met Catalisti om een betere link te leggen met EU onderzoeks- en projectfinanciering kan meerdere doelstellingen helpen realiseren en de drempel naar valorisatie verlagen. Voorts moet er getracht worden om het volledige ondersteuningsinstrumentarium in te zetten voor doorgroei van de Moonshotprojecten¹³⁶ (e.g. richting start-up en scale-up). Dit omvat programma's zoals IPCEI, EFRO, EIC en het hierboven reeds vermelde Horizon Europe programma.

De (werkgroep innovatie onder de) Klimaatsprong kan een adviserende rol opnemen bij het onderzoeken van de versnelling van het Moonshot-programma en de implementatie van bovenstaande aanbevelingen. Andersom kan er ook vanuit het Moonshot regelmatig teruggekoppeld worden aan Klimaatsprong. Op deze manier kan een wederzijdse strategische feedback georganiseerd, zodat beide initiatieven optimaal op elkaar kunnen inspelen. De bestaande governance van Moonshot wordt daarbij gerespecteerd.

Actieve ondersteuning voor participatie van Vlaamse bedrijven en onderzoeksinstellingen in EU-onderzoeksprogramma's en EU-steunmechanismen

Europese onderzoeksprogramma's (e.g. Horizon Europe) en steunmechanismen (e.g. EU ETS innovatiefonds) zijn belangrijk om de beperkte Vlaamse financiering voor onderzoek en doorontwikkeling van nieuwe technologie te versterken. Voor wat betreft de onderzoeksprogramma's op Europees niveau kan er gedacht worden aan

¹³⁵ <https://ncpflanders.be>

¹³⁶ Er zijn al 8 moonshotprojecten die deelnemen aan door de EU gefinancierde onderzoeksprogramma's.

bijkomende administratieve ondersteuning met als doel de succes-ratio van projecten met Vlaamse insteek te vergroten¹³⁷. Voorts is er waarschijnlijk nood aan een degelijke analyse die mogelijke barrières voor Vlaamse actoren in deze programma's in kaart brengt. Een voorbeeld dat tijdens de workshop naar boven kwam is de problematiek om Vlaamse onderzoeksinstituten en bedrijven te laten samenwerken onder ERA-netten. De Vlaamse positionering in Europese kanalen die deze onderzoeksprogramma's uittekenen en uitwerken zou ook versterkt kunnen worden via de National Programming Committees (NPC's). Deze NPC kan pro-actief Vlaamse onderzoeksprioriteiten naar het EU-niveau vertalen.

De werkgroep innovatie onder de Klimaatsprong kan, op initiatief van VLAIO, bovenstaande elementen verder in kaart brengen en mitigerende acties voorstellen.

Vlaamse projecten kennen reeds een hoge succesratio bij het verkrijgen van EU-middelen voor grootschalige projecten, i.h.b. via het EU ETS innovatiefonds. De (bedrijfsgebonden) accountmanagement benadering van VLAIO speelt hier een belangrijke rol. Aangezien de concurrentie met buurlanden voor deze (beperkte) middelen alleen maar zal toenemen heeft de werkgroep innovatie onder de Klimaatsprong al een initiatief uitgewerkt voor wat betreft ondersteuning voor Vlaamse bedrijven die projecten indienen bij EU-steunmechanismen (zoals het bovenvermelde EU ETS innovatiefonds alsook de toekomstige decarbonisatiebank (CfD mechanisme) onder dit fonds). Het betreft hier een metaforische “rugzak” aan acties die de Vlaamse overheid kan nemen (vaak met beperkte financiële inslag) om Vlaamse projecten een grotere kans te laten maken bij EU-steunaanvragen. Implementatie en evaluatie van deze “rugzak” vergt verdere opvolging door VLAIO en VEKA.

De (werkgroep innovatie onder de) Klimaatsprong kan hierbij een adviserende rol blijven opnemen.

Inzetten op nieuwe ondersteuningsmechanismen voor opschaling technologie

Hierboven werd reeds gewezen op de uitdaging om nieuwe technologie naar een hogere TRL te brengen (richting en boven TRL 6). Deze studie en de in dat kader georganiseerde workshop rond beleidsinstrumenten formuleert voor deze specifieke barrière de volgende aanbevelingen:

- een specifiek steunprogramma voor het overbruggen van de zogenaamde “Valley of Death”;
- versterken van de capaciteit van onderzoeksinstituten en bedrijven om scale-up van innovatie te realiseren; en
- eenvoudige vergunning voor demonstratieprojecten en innovatieve first-of-a-kind investeringen.

Steunprogramma voor overbruggen van Valley of Death

Het overbruggen van TRL6 naar TRL8 en hoger vormt een bekende “valley of death” voor innovatie. Dit komt niet alleen doordat er aanzienlijk meer financiële middelen nodig zijn om een technologie op te schalen, maar ook omdat er een grijze zone ontstaat. In deze zone hebben onderzoeksinstituten (die tot TRL6 kunnen werken) niet de capaciteit om verder door te ontwikkelen, terwijl de industrie de risico's voor dergelijke “early-stage” investeringen nog te groot vindt. Bovendien wordt de technologie vaak niet door een industriële eindgebruiker zelf ontwikkeld, maar door een zogenaamde “technology-provider” (meestal op verzoek van de eindgebruikers).

Ook qua ondersteuning valt technologie-innovatie richting TRL 7 vaak tussen twee stoelen. De technologie komt niet in aanmerking voor klassieke O&O steun en komt te vroeg voor investeringssteun. De werkgroep innovatie onder de Klimaatsprong werkte een voorstel uit om via een combinatie van deze twee mechanismen (innovatie- en investeringssteun) een nieuw industrieel demonstratiefonds te creëren. Dit voorstel werd niet opgepikt.

De werkgroep zou een nieuwe noden-analyse kunnen uitvoeren ter staving van specifieke ondersteuning. Tijdens het interactiemoment met de stakeholders kwamen reeds volgende elementen naar voren wat dit betreft:

- steun voor Front End Engineering Design (“FEED”) omdat dit betere knowhow genereert wat betreft kosten voor doorontwikkeling¹³⁸;
- het invullen van een mogelijke financieringskloof (e.g. CAPEX en OPEX); en
- het voorzien van nodige infrastructuur om de technologie op grote schaal te testen.

¹³⁷ Zie ook de versterkte samenwerking met NCP Flanders die reeds vermeld werd.

¹³⁸ In navolging van bestaande gelijkaardige ondersteuning voor projecten die EU-financiering zoeken.

Om verdere inzichten te verwerven rond barrières voor TRL scale-up zou het nuttig zijn om de resultaten van de Vlaamse TRL-8 oproep¹³⁹ te analyseren. Ook kan overwogen worden om een nieuw specifiek programma onder EFRO¹⁴⁰ uit te werken omdat Vlaanderen in het verleden EFRO-projecten van TRL 7-8 ondersteund heeft.

Voorts kan de innovatievijver ook groter gemaakt worden door ook meer ruimte te maken voor buitenlandse innovaties die een plaats en/of industriepartner zoeken voor demonstratieprojecten. Hiervoor kan ook de samenwerking met Flanders Investment and Trade (FIT) versterkt worden.

Tenslotte kan er ook gekeken worden naar de versterking van het innovatie-ecosysteem via het inzetten op activiteiten van (voornamelijk buitenlandse) technology-providers in Vlaanderen of zelfs de ontwikkeling van home-grown technology providers (e.g. uit onderzoeksinstellingen).

Daarnaast kunnen de inzichten die reeds zijn bekomen tijdens de O&O&I-systeemanalyse onder de “Vlaamse Versnelling” meegenomen worden¹⁴¹. Onder de vorm van een “Centrale stuurgroep O&O&I” is een strategische dialoog opgestart met alle relevante belanghebbenden. Dit overleg moet resulteren in brede en/of sectorspecifieke agenda’s rond kennis, innovatie, valorisatie en vereenvoudiging, waarbij publieke en private actoren zich gezamenlijk engageren. Initiatieven binnen Klimaatsprong kunnen verder bouwen op de verworven inzichten uit dit traject.

Gezien het belang van dit thema in de industriële klimaattransitie, kan de (werkgroep innovatie onder de) Klimaatsprong voor dit thema een adviesnota opmaken of de actie verder uitwerken in de vorm van een project.

Ondersteuning onderzoeksinstellingen en bedrijven voor scale-up van innovatie

Voortbouwend op bovenstaande elementen kan er ook specifiek gekeken worden naar de mogelijkheden om vanuit onderzoeksinstellingen en bedrijven verdere scale-up te promoten en hoe dit te verbeteren. De financiering van onderzoek aan universiteiten en strategische onderzoekscentra zou bijvoorbeeld meer aandacht kunnen hebben voor infrastructuur die opschalen naar TRL 6 mogelijk maakt. De LSI-projecten van Moonshot zijn hier een goed voorbeeld van.

Voorts is er te weinig inzicht wat betreft de strategie van onderzoeksinstellingen om eigen onderzoek verder te valoriseren via technology transfer (e.g. via spin-offs, startups, etc.). Hier kan op gewerkt worden door onder meer gebruik te maken van gegevens in bestaande databanken (e.g. Horizon). Er kan ook gekeken worden naar het voorbeeld van het Vlaams Instituut voor Biotechnologie (VIB) dat een grote start-up cultuur kent. Dit instituut heeft hier een eigen fonds voor. Daarenboven kunnen de Baekeland mandaten eventueel uitgebreid worden om de eerste jaren van een start-up te faciliteren.

De (werkgroep innovatie onder de) Klimaatsprong zou dit verder kunnen bekijken of een onderzoeksvraag van VLAIO op dit vlak kunnen begeleiden.

Elimineren van regelgevende barrières voor innovatieve doorontwikkeling

Industriële demonstratieprojecten en first-of-a-kind (FOAK) installaties hebben net als de meeste andere (grote) investeringen op een site een omgevingsvergunning nodig. De gangbare praktijk om de administratieve last voor zulke innovatieve investeringen te beperken is het gebruiken van regelluwe zones. Dit proces is reeds lopende in het kader van de vereenvoudiging van vergunningsprocedures. Regelluwe zones hebben echter de beperking dat als deze zone volledig gebruikt is er geen nieuwe zaken kunnen bijkomen. Het kan overwogen worden om naast regelluwe zones ook specifieke vereenvoudigde vergunningsprocedures in te voeren, die beperkt zijn in tijd, voor demo’s en FOAK-installaties. Na het verlopen van zulke tijdelijke vergunning moet de installatie wel aan de normale geldende vergunningsvoorwaarden voldoen.

Gezien het belang van dit initiatief voor de klimaattransitie van de basisindustrie, is het van belang dat Klimaatsprong wordt geïnformeerd omtrent de ontwikkelingen.

¹³⁹ Uit 2023

¹⁴⁰ Het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Het Vlaamse EFRO programma subsidieert projecten in Vlaanderen die de doelstellingen voor een stim en duurzaam Vlaanderen naar de praktijk vertalen. <https://www.vlaio.be/nl/vlaio-netwerk/europees-fonds-voor-regionale-ontwikkeling>

¹⁴¹ [O&O&I-systeemanalyse onderbouwt Vlaams productiviteitsoffensief ‘Vlaamse Versnelling’ | Departement WEWIS](#)

Talent verder ontwikkelen en er volop op inzetten

Talent en vaardigheden voor de klimaattransitie in de industrie is een thema dat tot zover niet behandeld werd onder de Klimaatsprong. Het thema is een belangrijk knelpunt dat ook naar boven kwam in de competitiviteitsanalyse van deze studie. Tijdens de workshop beklemtoonden stakeholders dat het thema talent best niet gebundeld wordt onder innovatie. Hoewel er raakvlakken zijn betreft het hier andere beleidscompetenties (e.g. onderwijs, werkgelegenheid, etc.) en andere actoren in de samenleving.

Het thema talent valt ook buiten de scope van de Klimaatsprong en zal daarom binnen de Klimaatsprong niet worden bekeken. Tijdens de beleidsworkshop werden wel enkele initiatieven ter ondersteuning van talent besproken:

- het verhogen van de instroom in de industrie van bepaalde profielen;
- het gebruik maken van sectorconvenants; en
- een structurele voorbereiding van werknemers op de (technologische) transitie in de industrie.

Het verhogen van de instroom in de industrie van bepaalde profielen

Op dit moment kent de industrie reeds enkele knelpuntberoepen (e.g. onderhoudstechnici) waardoor de productiviteit en competitiviteit onder druk kan komen staan. Het verbeteren van de lokale samenwerking tussen industrie en VDAB zou hier mitigerend kunnen werken. Voorts kan er ook gedacht worden aan investeringen in meer specifieke opleidingen die samen door VDAB en bedrijven georganiseerd worden.

Sectorconvenants als hefboom voor transitienoden van de industrie

De Vlaamse Regering sluit sectorconvenants¹⁴² af met sectorale sociale partners van sectoren. De SERV ondersteunt de uitvoering van deze convenants. In deze overeenkomst engageren de sectorale sociale partners zich om in hun sector acties en projecten uit te voeren met betrekking tot:

- de afstemming tussen onderwijs en de arbeidsmarkt;
- instroom, zij-instroom, doorstroom en retentie;
- levenslang leren en competentiebeleid;
- werkbaar werk; en
- diversiteit en inclusie.

Op basis van bovenstaande lijst lijkt het mogelijk om ook de impact van de klimaattransitie in de industrie mee te nemen in de convenants.

Het implementeren van “Net-Zero” industrie academies om werknemers klaar te maken voor transitie

De transitie naar nieuwe technologie in de industrie kan een belangrijke impact hebben op werknemers. Om dit structureel aan te pakken kan er gebruik gemaakt worden van de “Net-Zero” academies die geïmplementeerd worden onder de Net-Zero Industry Act van de EU.¹⁴³

De “Net-Zero” academies zijn ontworpen om in te spelen op de vraag naar vaardigheden in “Net-Zero” technologieën. Het zijn geen fysieke instellingen (en als zodanig respecteren ze volledig de bevoegdheid van de lidstaten op het gebied van onderwijs en opleiding), maar nemen eerder de vorm aan van organisaties, consortia of projecten met drie hoofdfuncties:

1. ontwikkelen van leerprogramma's, inhoud en leer- en trainingsmateriaal voor opleiding en onderwijs. Deze inhoud wordt mede ontworpen met de industrie en andere relevante belanghebbenden, om ervoor te zorgen dat het actueel is en aansluit bij de daadwerkelijke behoeften aan vaardigheden;
2. de inhoud wordt verspreid via lokale onderwijs- en opleidingsaanbieders, die kunnen variëren van bedrijven tot centra voor beroepsonderwijs en -opleiding tot sociale partners zoals vakbonden, afhankelijk van de lokale behoeften; en
3. ontwikkelen van kwalificaties voor vrijwillig gebruik door lidstaten en hun onderwijs- en opleidingsaanbieders, om de overdraagbaarheid tussen banen en de grensoverschrijdende mobiliteit van de beroepsbevolking te vergemakkelijken.

¹⁴² <https://www.vlaanderen.be/werken/sectorconvenants>

¹⁴³ <https://ec.europa.eu/newsroom/growth/items/823315/en>

Er zijn reeds zulke academies voor batterij technologie en zonne-energie opgestart. De verwachting is dat ook andere waardeketens (e.g. raw materials) zulke academies krijgen. De Vlaamse overheid kan samen met gelijkgezinde lidstaten vragen aan de Europese Commissie om ook academies voor “Net-Zero” technologieën in bijvoorbeeld de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal te ontwikkelen. Los van de Europese implementatie kan de opstart van zulke academies ook autonoom overwogen worden in samenwerking met onderwijsinstellingen en sociale partners.

5.2. Uitwerking van de opdrachten toegewezen aan Klimaatsprong in het Vlaams Regeerakkoord

Het programma Klimaatsprong begeleidt de transitie om de energie-intensieve industrie in Vlaanderen tegen 2050 koolstofcirculair en CO₂-arm te maken zonder haar concurrentievermogen te verliezen. De opdracht van Klimaatsprong wordt geregeld via een programmanota, die steeds geldig is voor een periode van 5 jaar. Deze studie dient de opmaak van de nieuwe programmanota te ondersteunen door concrete acties te definiëren voor de komende 5 jaar.

Om invulling te geven aan deze aanpak voor de volgende vijf jaar moeten er noodgedwongen keuzes gemaakt worden. Klimaatsprong is niet in staat om het volledige overzicht van voorgestelde beleidsaanbevelingen uit te voeren. Dit betekent echter niet dat de niet-geselecteerde initiatieven daarom ongeschikt zijn of niet moeten uitgevoerd worden. Zoals eerder vermeld is het mogelijk dat acties al geïnitieerd zijn of simpelweg buiten de focus van Klimaatsprong vallen. Naast de selectie van beleidsaanbevelingen, kan de volledige lijst van acties periodiek worden geëvalueerd zodat de ontwikkeling van deze thema's nauwgezet en proactief opgevolgd worden.

In het Vlaams Regeerakkoord worden reeds opdrachten expliciet toegewezen aan Klimaatsprong. Ook de update van de roadmap “Naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme Vlaamse industrie” met daaraan gekoppelde lange termijn doelstellingen zijn onderdeel van de bepalingen uit het Vlaams Regeerakkoord.

In de bespreking die volgt worden de opdrachten uit het Vlaams Regeerakkoord toegewezen aan Klimaatsprong in meer detail besproken. Hiervoor werd inspiratie gehaald uit de bespreking voorafgaand, alsook de inzichten uit de roadmapstudie. De volgorde van de verschillende opdrachten is overeenkomstig met de volgorde uit het Vlaams Regeerakkoord.

Hieronder een overzicht van de relevante paragrafen uit het Vlaams Regeerakkoord in de volgorde van de bespreking:

- “We ontwikkelen een **kader voor de transitie naar klimaatneutraliteit** via de Vlaamse Klimaatsprong en evalueren in overleg met de sectoren algemene en sectorale doelstellingen. We **rapporteren jaarlijks over de voortgang van de nodige industriële transitie** en sturen instrumenten bij waar nodig.”
- “We onderzoeken in het kader van de Klimaatsprong of we een **programmatorische clusteraanpak** kunnen uitwerken, enerzijds aan de hand van de klimaatroadmaps die energie-intensieve bedrijven die togetreden zijn tot de energiebeleidsovereenkomst (EBO) tegen eind dit jaar moeten opmaken, anderzijds aan de hand van de reeds opgemaakte inventarissen van de specifieke warmtevraag en het restwarmteaanbod van alle EBO-ondernemingen.”
- “De Vlaamse Regering start daarnaast binnen de Klimaatsprong een **participatief traject** tussen infrastructuurbeheerders, grote industriële clusters, grote kmo-zones en overheid om de **infrastructuurbehoefte** te bepalen, en om te bekijken hoe die door collectieve infrastructuur kan worden gerealiseerd (elektriciteit, stroomnetten, waterstofnetten, warmtenetten, infrastructuur om CO₂ vloeibaar te maken en te transporteren...). De Vlaamse Regering prioriteert de grootste infrastructuurwerven voor de toekomst, op basis van het CO₂-reductiepotentieel.”

Monitoring voortgang van de industriële transitie

Zoals eerder vermeld in de bespreking van het volledige overzicht is het van belang dat Klimaatsprong waakt over de algemene vooruitgang van de industriële transitie. Het is dan ook aanbevolen dat een evaluatiekader wordt opgesteld binnen Klimaatsprong waarbij het de eigen initiatieven en de algemene vooruitgang van de industriële transitie kan opvolgen met een jaarlijkse periodiciteit. De basis hiervoor is de geactualiseerde roadmap “Naar een koolstofcirculaire en CO₂-arme Vlaamse industrie”.

De jaarlijkse rapportering over de vooruitgang binnen de transitie moet zich zoveel mogelijk beroepen op bestaande gegevens, rapporten en studies om bijkomende administratieve lasten te vermijden. Waar nodig kan in samenspraak met de relevante stakeholders een partnerschap aangegaan worden tussen bedrijven en de overheid voor het delen van gegevens. De inzichten op basis van de rapportering moeten voldoende actiegericht te zijn zodat het de mogelijkheid creëert voor gepaste bijsturing. Eerst worden voorstellen voor de inhoudelijke invulling besproken, waarna ingegaan wordt op het proces.

Een jaarlijkse rapportering vraagt een doordachte selectie van parameters. Het is belangrijk dat de selectie uitgaat van de parameters waarop Klimaatsprong zelf een directe impact op heeft. Bijkomend dient dubbelwerk of tegenstrijdigheden met bestaande rapporten vermeden te worden. Een mogelijke optie is de opmaak en jaarlijkse actualisatie van een inventaris strategische projecten die verbonden zijn aan de vooruitgang binnen de roadmap. Dit is een overzichtstabel met de status van decarbonisatieprojecten en hun reductiepotentieel. Praktisch kan deze inventaris beheerd worden in de schoot van Klimaatsprong (e.g. door VLAIO), aangevuld met de input van de betrokkenen en andere instanties (e.g. VEKA, WEWIS, FIT, etc.). Dit laat ook toe om na te gaan hoeveel aankondigingen effectief een doorstart maken en operationeel blijven in de vervolgrapporteringen. Zo kan er ook nauwgezet bijsturing gebeuren voor projecten met een groot belang voor de klimaattransitie van de basisindustrie.

Er kan ook een overzicht opgenomen worden van de geïnvesteerd overheidsmiddelen (Vlaams, Europees) via steun aan projecten (financieel, risicodekking, specifieke bedrijfsbegeleiding) en de investering in studies en kennisontwikkeling ten behoeve van de doelstellingen van Klimaatsprong.

Gezien de rol van innovatie en technologische ontwikkelingen binnen het geheel van de roadmap kan in samenspraak met Moonshot nagegaan worden welke indicatoren kunnen worden toegevoegd vanuit hun projecten en eigen monitoring.

In functie van de concurrentiekracht kan overwogen worden om indicatoren op te nemen zoals kostprijs voor gas en elektriciteit (incl. vergelijking buurlanden, EU, VS en China) of import en export. Hoewel dit parameters zijn die eerder aanvullend zijn in het geheel, gezien de beperkte impact vanuit Klimaatsprong op deze elementen.

Voor aanvullende elementen kan inspiratie gevonden worden in de sectie 3.2: “Evolutie van de Vlaamse industriële activiteit in de sectoren (petro)chemie, raffinage en staal”. Er zijn voor verschillende parameters reeds bestaande rapporteringen beschikbaar, waaronder emissies, energieverbruik, productievolume, energiemix, toegevoegde waarde, investeringen, import, export en aantal werknemers. Deze kunnen samengevoegd worden in een rapport specifiek geschikt voor Klimaatsprong. Hierbij is het belangrijk dat beroep wordt gedaan op publiek beschikbare bronnen met een gemakkelijk reproduceerbaar formaat. Dit kan op termijn complexe ingrepen en hoge werklust gebonden aan de voorbereiding vermijden.

De voorbereiding van zowel de uitwerking van het concreet rapporteringsformaat en de jaarlijkse rapportering zelf kan opgenomen worden door VLAIO is samenwerking en overleg met VEKA. Er moet een projectmatige governance opgesteld worden binnen Klimaatsprong waarbij vertegenwoordigers van de sectoren kunnen bijdragen aan de selectie en invulling van de concrete indicatoren. Deze kunnen gevalideerd worden door het Permanent Overlegorgaan. De effectieve rapportering kan jaarlijks geagendeerd worden op een overleg van het Permanent Overlegorgaan en Klankbordgroep. Nadat de leden kennisgenomen hebben van de resultaten kan een discussie georganiseerd worden gericht op de identificatie van acties of thema's waarvoor binnen Klimaatsprong een advies opgemaakt kan worden. De modaliteiten van dit proces zijn onderdeel van een bredere discussie over governance. Het is van belang dat deze jaarlijkse rapportering een volwaardige rol toegewezen krijgt binnen deze structuur.

Verkennen van de mogelijkheden voor het opzetten van een organisatorische clusteraanpak voor opvolging en coördinatie van bedrijfsoverstijgende projecten

Bij de verkenning en eventuele uitwerking van een clusteraanpak kan Klimaatsprong een actieve rol opnemen. Er kan een projectwerking opgestart worden binnen Klimaatsprong. In deze aanpak staat de samenwerking tussen Klimaatsprong, de Vlaamse zeehavens, en verschillende departementen binnen de Vlaamse Regering centraal. Inzichten en daaruit volgende acties worden zoveel mogelijk voorbereid in samenspraak met de relevante belanghebbenden. Het initiatief mag in geen geval leiden tot bijkomende administratieve lasten of het opzetten van een bijkomende complexe overlegstructuur.

Het startpunt voor dit initiatief is het in kaart brengen van de bestaande succesvolle samenwerkingen en projecten die cruciaal geacht worden voor de klimaatneutraliteit van de Vlaamse basisindustrie. Hierin is een data gedreven benadering belangrijk aangezien clusterwerking een dynamisch gegeven is. Het is belangrijk om een duidelijk begrip te hebben van de prevalentie en omvang inzake clusterwerking. Er zijn reeds uitwisselings- en

samenwerkingsprojecten. Interacties met deze belanghebbenden kunnen inzichten bieden met betrekking hoe de samenwerking tot stand is gekomen en wat nodig zou kunnen zijn om toekomstige samenwerkingen te realiseren. Het laat ook toe om eventuele barrières te identificeren en gericht voorstellen op te maken van maatregelen voor het verhelpen van deze hindernissen.

Het is ook mogelijk dat er al informatie of inzichten beschikbaar zijn vanuit bestaande studies of rapporteringen. Een potentiële bron van informatie die verkend kan worden zijn de klimaatroadmaps opgemaakt door individuele bedrijven binnen de Energiebeleidsovereenkomsten (EBO's). Naast inzichten met betrekking tot de bredere vraag naar infrastructuurbehoeften worden hierin ook randvoorwaarden en hindernissen opgenomen. Een geaggregeerd rapport van de eerste klimaatroadmaps wordt momenteel opgesteld. Het is op dit moment nog te vroeg om een duidelijk zicht te hebben op de mogelijkheden van deze gegevens in deze context. Deze optie dient verder uitgeklaard te worden naast de identificatie van andere potentiële bronnen. Zoals eerder vermeld is er een evaluatie van de EBO's in uitvoering en zijn vervolgacties afhankelijk van de uitkomsten van het lopende initiatief.

Het in kaart brengen van de huidige situatie is slechts een eerste stap in dit traject, hoewel cruciaal ter voorbereiding en identificatie van potentiële maatregelen. Op dit moment is er onvoldoende informatie voorhanden om concrete voorstellen of maatregelen te definiëren voor een collaboratieve aanpak ter ondersteuning van complexe projecten die cruciaal geacht worden voor de klimaatneutraliteit van de industrie. Het is belangrijk dat de juiste belanghebbenden worden betrokken en geconsulteerd bij de uitwerking hiervan. Het doel van deze aanpak is om in samenspraak met de betrokken stakeholders cruciale projecten te identificeren en hun realisatie gericht te ondersteunen zodat deze projecten zo snel mogelijk tot een "Final Investment Decision" komen.

Het project is afhankelijk van directe toegang tot beslissingsnemers, politieke keuzes over prioritaire projecten. Betrokken partijen zijn onder andere federaties, havens, kennisinstellingen, departementen binnen de Vlaamse overheid en de Vlaamse Regering. Het succes zal afhankelijk zijn van beschikbare financiering, het behalen van vergunningen, en het draagvlak en participatietrajecten bij de bevolking. Het initiatief is nauw verbonden met verschillende acties eerder besproken in de tekst, waaronder het participatief traject omtrent infrastructuurbehoeften en de accountmanagement werking die opgenomen is in het luik beleidsaansturing.

Participatief traject voor het bepalen van de infrastructuurbehoefte

Het einddoel van deze actie is om van collectieve infrastructuur een strategische werf te maken in functie van de klimaattransitie van de basisindustrie. Naast de effectieve locatie is het belangrijk om ook de behoeften in kaart te brengen en door te rekenen. Bijkomend zal een grondige analyse dienen te gebeuren om te verzekeren dat infrastructuurprojecten effectief verwezenlijkt worden. De uitkomsten van dit traject moeten uiteindelijk bijdragen aan de uitwerking van andere werven, zoals interregionale en internationale samenwerkingen. Uit de bovenstaande bespreking is het ook duidelijk dat er ook een periodieke opvolging dient te gebeuren met betrekking tot de vooruitgang van verschillende initiatieven. Binnen Klimaatsprong is het nuttig om een projectwerking te starten voor het in kaart brengen van de infrastructuurbehoefte. In de toelichting hieronder worden enkele inhoudelijke elementen voorgesteld die opgenomen kunnen worden in deze projectwerking.

Infrastructuur is bijzonder belangrijk voor zowel de competitiviteit van de regio, als de vooruitgang van de industriële klimaattransitie. De transitiepaden voor alle sectoren zijn steeds verbonden met infrastructuur- en energiebehoeften. Deze collectieve infrastructuur is divers, bestaande uit elektriciteit-, waterstof- en warmtenetten, en infrastructuur om CO₂ vloeibaar te maken en te transporteren. Dit betekent ook dat een participatief traject actieve betrokkenheid vraagt van de verschillende belanghebbenden, waaronder infrastructuurbeheerders, grote industriële clusters, grote kmo-zones en de overheid. Bij uitbreiding is er ook een rol voor de Vlaamse Nutsregulator, de andere regio's en zelfs internationale partners.

Binnen de governance van Klimaatsprong is het belangrijk dat deze verschillende actoren vrij kunnen bijdragen. In sommige gevallen is het niet mogelijk om bepaalde informatie te delen onderling. Er is nood aan een systeem waarbij cruciale informatie, die anders confidentieel is, gecentraliseerd en geanonimiseerd kan worden. Daarnaast zal er specifieke expertise vereist zijn naarmate de discussie evolueert naar een verfijnd detailniveau. Er is nood aan een mechanisme om deze expertise te vergoeden, voorbij louter consultancy. Het is mogelijk dat kennis beschikbaar is bij de participanten en hun tijd dient projectmatig ingezet te kunnen worden. Er moet in de governance onderscheid gemaakt worden tussen een beperkte groep die de effectieve voorbereidende documenten opmaakt en de brede groep belanghebbenden die geconsulteerd moeten worden voor de verdere verfijning. Er zal enigszins flexibel ingespeeld moeten worden op de exacte noden binnen iedere discussie. Praktisch moet de mogelijkheid bestaan om een beperkte groep experts te mobiliseren om voor deelaspecten de voorbereiding op te nemen, waarna deze inzichten in het geheel worden geïntegreerd.

De rol van elektriciteit-, waterstof- en warmtenetten, en infrastructuur voor het vloeibaar maken en transporteren van CO₂ kan inhoudelijk niet los van elkaar behandeld worden. Om structuur te bieden aan de discussie, kan een eerste stap zijn om in kaart te brengen waar potentiële afnemers gevestigd zijn. Dit kan in eerste instantie gebaseerd worden op waar bepaalde activiteiten uitgevoerd worden en het potentieel aan te geven voor elektriciteit, warmte, waterstof(derivaten) en CO₂. Opnieuw zal dit overzicht een dynamisch gegeven zijn en nooit exhaustief opgemaakt kunnen worden. Het vormt louter een basis om gericht gegevens in te zamelen die noodzakelijk is om de concrete behoeften in te schatten.

Naast locatie is het belangrijk om de effectieve behoeften in kaart te brengen. Dit omvat zowel ingeschatte hoeveelheden alsook de modaliteiten of specificaties voor de infrastructuur. Opnieuw wordt het belang benadrukt om deze analyse op te maken zodat deze cross-vector, cross-sector en ook cross-border kan bijdragen aan het bereiken van synergiën. Hiervoor zal gericht op zoek gegaan moeten worden ondersteunende gegevens. Een interessante bron van informatie zijn de klimaatroadmaps die deel uitmaken van de EBO's. Zoals eerder vermeld kunnen de mogelijkheden hiervan pas verkend worden in overleg met VEKA na afronding van de lopende evaluatie.

Infrastructuurbehoeften zijn geen statisch gegeven en zullen hoogstwaarschijnlijk verschuiven in de tijd, bijvoorbeeld onder impuls van marktdynamieken en technologische ontwikkelingen. Een concreet voorbeeld werd in de update van roadmap al vermeld, waarbij de doorbraak van technologische opties voor hoge temperatuurwarmte mogelijk de vraag naar elektriciteit kan verhogen. Dit soort evoluties illustreren dat er nood is aan een dynamisch instrument dat het mogelijk maakt om de gevolgen van zulke verschuivingen te kwantificeren. Deze uitkomsten zouden moeten toelaten om het gezamenlijk actieplan gepast bij te sturen wanneer basisassumpties wijzigen. Er zijn verschillende rekenmodellen beschikbaar ter ondersteuning voor deze voorspellingen, maar een concrete mogelijkheid is de verdere ontwikkeling van het model ontwikkeld als onderdeel van de Energiestudie 2050+.

De uitkomsten van dit traject moeten uiteindelijk bijdragen aan de uitwerking van andere werven, zoals interregionale en internationale samenwerkingen. Minimaal omvat het resultaat een duidelijk visueel overzicht van gebruikers (indien mogelijk aangevuld met productie en importmogelijkheden), ondersteund door een instrument dat de behoeften kwantitatief kan inschatten.

Idealiter wordt een duidelijke tijdslijn opgesteld voor de uitvoering van de belangrijkste infrastructuurwerven. De Vlaamse Regering heeft de wens uitgesproken om de grootste infrastructuurwerven voor de toekomst te prioriteren op basis van hun CO₂-reductiepotentieel. Dit betekent dat projecten die de grootste bijdrage leveren aan het verminderen van de CO₂-uitstoot voorrang krijgen. Het is aangewezen dat als onderdeel van dit initiatief voldoende aandacht wordt besteed aan de modaliteiten van deze prioritering.

Bijkomend zal een grondige analyse dienen te gebeuren om te verzekeren dat infrastructuurprojecten effectief verwezenlijkt worden. Deze analyse kan uitgevoerd worden vanuit verschillende perspectieven, zoals operationeel, regelgeving en financiering. Dit zal waarschijnlijk opgenomen worden in specifieke werkgroepen of projecten gericht op specifieke problematieken. Voorbeelden die reeds zijn besproken omvatten mechanismen om first-movers-malus te vermijden, efficiënt en effectief vergunningsbeleid, en een duidelijk regelgevend kader voor infrastructuur (e.g. waterstof en CO₂).

Uit de bovenstaande bespreking is het ook duidelijk dat er ook een periodieke opvolging dient te gebeuren met betrekking tot de vooruitgang van verschillende initiatieven. Deze governance moet apart gezien worden van de initiële opzet dat eerder projectmatig is. Deze opvolging kan ook geïntegreerd worden in de algemene werking van Klimaatsprong voor de brede opvolging van vooruitgang in de klimaattransitie.

6. Bijlagen

Bijlage 1: analyse verschillende technologie – en projectdatabanken

IEA Clean Energy Technology guide

Om de volledigheid van de technologielijst (die in de 2020 contextanalyse ontwikkeld werd) te controleren werd in eerste instantie beroep gedaan op de “Clean Energy Guide” databank van het International Energy Agency¹⁴⁴. De Clean Energy Technology Guide is een interactieve databank die informatie bevat over bijna 600 individuele technologieontwerpen en componenten in het gehele energiesysteem (inclusief de vraagzijde) die bijdragen aan het behalen van het doel van netto nul uitstoot. Voor elk van deze technologieën bevat deze databank informatie over het maturiteitsniveau en een compilatie van ontwikkelings- en implementatieplannen, evenals kosten- en prestatieverbeteringsdoelen en de toonaangevende spelers op dit gebied. De databank wordt op regelmatige basis actueel gehouden. Deze analyse maakte gebruik van de stand van zaken in oktober 2024.

Voor deze analyse werden enkel de technologieën voor de sectoren (petro)chemie, staal en raffinage bekeken alsook algemene technologie voor de industrie (voornamelijk voor warmte- en stoomproductie) en CC(U)S technologieën die niet in voorgaande sectoren vermeld werden maar met mogelijke toepassing in de industrie.

Voor de chemie bevat de IEA-databank 30 technologische opties:

- 6 opties voor ammoniak productie waaronder: biomassa gasificatie, koolstofopvang (via chemische absorptie, cryogene afvang en fysische absorptie en adsorptie), via elektrolytische waterstof en waterstof via methaan pyrolyse
- Voor de productie van aromaten (o.a. benzeen, toluen en xyleen): productie via lignine (uit biomassa) en via methanol
- De databank bevat 7 opties voor chemische recyclage van polymeren waaronder solvolyse en pyrolyse.
- Het gebruik van bio-ethanol via gasificatie van lignocellulose houdende biomassa naar ethyleen en de fermentatie van ethanol naar ethyleen
- Voor de productie van high value chemicals (via steam-cracking) stelt de databank 2 koolstofopvang opties voor (chemische en fysische absorptie), katalytisch kraken en elektrificatie van een steam cracker
- De productie van methanol met koolstofopvang (absorptie en adsorptie van CO₂), biomassa en afval gasificatie, via gebruik van CO₂ en elektrolytische waterstof en waterstof bekomen via methaan pyrolyse

Voor ijzer en staalproductie bevat de databank 23 technologische opties waaronder:

- CCUS in klassieke hoogovens, DRI (direct reduction of iron ore) reactoren en bij de reductie van (nieuwe) smelting technologie.
- De gedeeltelijke vervanging van steenkool door waterstof in hoogovens
- De gedeeltelijke vervanging van steenkool door biomassa in hoogovens
- Het gebruik van waterstof in DRI: volledig of gedeeltelijke vervanging van aardgas.
- Het gebruik van ammoniak als feedstock in een DRI
- Het gebruik van biogas in een DRI
- Hoge en lage temperatuur elektrolyse voor ijzerproductie
- Het hergebruik van CO₂ (via thermochemische koppeling naar CO) in een hoogoven
- De reductie van ijzererts via het gebruik van alkalimetalen

Voor de raffinagesector benoemt de IEA-databank 3 opties bestaande uit koolstofopvang bij het katalytisch kraken (via oxy-fuel of post-combustion) en koolstofopvang voor productie van proceswarmte (e.g. boilers) en bij de productie van waterstof in een raffinaderij.

Voor de productie van industriële warmte bevat de databank 25 (overlappende opties):

- Gebruik van biomassa (voor lage, midden en hoge temperatuur): bio-kool (via pyrolyse of torrefactie), fluidised bed boiler en bio-methaan

¹⁴⁴ <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>

- Verbranding van ammoniak of waterstof voor lage, midden en hoge temperatuur
- Elektrificatie (hoge temperatuur): concentrated solar, elektroboog en plasma ovens, inductie, microgolf, radiogolven en ultraviolet warmte.
- Hoge temp. warmte via Rotor-compressie (RotoDynamic heater tot 1700 °C)
- Lage en midden-temp warmte: zelfde als hierboven m.u.v. concentrated solar en elektroboog- en plasma ovens. Industriële warmtepompen.
- Thermochemische opslag die gebruik maakt van elektriciteit om omkeerbare endo- en exotherme reacties (temp. 1000-1500 °C) aan te drijven.

Voorts bevat deze databank nog enkele voorbeelden van warmte-opslag op hoge temperatuur (met mogelijk industriële toepassingen) zoals opslag via gesmolten zouten en via vaste materialen met hoge thermische capaciteit.

Tenslotte geeft de IEA een 30-tal opties voor de productie van waterstof waaronder een belangrijk aantal met koolstofopvang (via gas, steenkool of biomassa), elektrolyse en via methaanpyrolyse.

De productie van synthetische brandstoffen en biobrandstoffen wordt in deze analyse (net als in de 2020 contextanalyse) grotendeels buiten beschouwing gelaten.

Global IEA Clean Energy Demonstrations Database

De IEA Demonstration Projects Database heeft als doel om wereldwijd belangrijke demonstratieprojecten van schone energietechnologieën in kaart te brengen. Voor elk project biedt de databank, wanneer beschikbaar, informatie over locatie, sector- en technologiegroepering, status, capaciteit, planning en financiering.

Uit de IEA “clean energy demonstrations” databank werden de projecten geselecteerd die plaatsvinden in de chemische, staal en olieraffinage sectoren. Dit resulteerde in 200 piloot en demo-projecten van toepassing op deze sectoren. Deze demonstraties bevinden zich in verschillende fases van ontwikkeling met een belangrijk aantal in de fase van haalbaarheidsstudie en in de constructiefase. Het aantal operationele projecten in de databank is kleiner.

De huidige industriële demonstratie- en pilootprojecten richten zich sterk op technologieën zoals elektrolytische waterstof (H₂), koolstof afvang en -opslag (CCUS), en innovatieve recyclingmethoden.

Binnen de staalsector ligt de nadruk voornamelijk op de vervanging van steenkool in hoogovens door elektrolytisch waterstof. Dit type technologie wordt toegepast in projecten zoals H2Stahl in Duitsland, Baowu Steel in China en H2Future in Oostenrijk. Tegelijkertijd worden CCUS-toepassingen ontwikkeld, bijvoorbeeld bij Carbon2Chem in Duitsland en Steelanol in België, waar staalgassen worden omgezet in nuttige chemicaliën of brandstoffen.

In de (petro)chemische sector ligt de nadruk op de productie van groene ammoniak en methanol met behulp van elektrolytische waterstof of CCUS. Voorbeelden zijn het ‘songyuan Hydrogen Industrial Park’ in China, dat gericht is op grootschalige ammoniakproductie, en methanolprojecten zoals “Haru Oni” in Chili met een capaciteit van 750 kiloton per jaar. Daarnaast worden innovatieve recyclingtechnieken geïntroduceerd, zoals chemische depolymerisatie bij het Carbios-project in Frankrijk en hydrolyse in het Verenigd Koninkrijk. De databank bevat slechts één demoproject in olieraffinage (CCS op een katalytische cracker).

Uit de dataset blijkt een duidelijke verdeling van industriële klimaatneutraliteitsprojecten over verschillende technologieën en sectoren:

- Ammoniakproductie: Er zijn ongeveer 50 projecten die zich richten op groene ammoniakproductie, voornamelijk op basis van elektrolytische waterstof (H₂-ammonia). Enkele grote projecten, zoals het Songyuan Hydrogen Industrial Park in China, hebben een productiecapaciteit van meer dan 600.000 ton ammoniak per jaar.
- Methanolproductie: Ongeveer 40 projecten richten zich op duurzame methanolproductie, waaronder CO₂-gebaseerde en elektrolytische waterstoftechnologieën (H₂-MeOH). Grote voorbeelden zijn het Haru Oni-project in Chili (750 kiloton/jaar) en diverse projecten in Europa, zoals het “Green CCU Hub Aalborg” in Denemarken.
- CCUS-toepassingen: Er zijn meer dan 30 projecten gericht op koolstof afvang en -gebruik (CCUS), zowel in de sector staal als (petro)chemie. Voorbeelden zijn het Steelanol-project in België en het Kairos@C-project in de (petro)chemische sector, dat 1,4 miljoen ton CO₂ per jaar plant op te vangen.

- Waterstofgebruik in staal: Meer dan 20 projecten richten zich specifiek op het gebruik van elektrolytisch waterstof in staalproductie (H₂-staal), zoals H2Stahl in Duitsland en Baowu Steel in China.
- Recycling en circulaire economie: Ongeveer 10 projecten richten zich op innovatieve recyclingtechnieken, zoals chemische depolymerisatie en hydrolyse, bijvoorbeeld Carbios in Frankrijk en Licella in Australië.



Figuur 35: Overzicht van projecten in de IEA global demo databank

Voor de projecten rond waterstof werd gekeken naar de specifiek databank van het IEA¹⁴⁵ die alle investeringsprojecten rond waterstofproductie opvolgt. Dit omvat alle bestaande en geplande investeringen voor zover bekend door het IEA.

Wereldwijd geeft dit iets meer dan 2000 projecten met betrekking tot elektrolytische waterstof (van conceptfase tot operationeel). Hiervan zijn er ongeveer 630 operationeel maar de meeste met heel beperkte productiecapaciteit (< 1 Kt H₂ per jaar). Als de projecten met “final investment decision” (“FID”) of in aanbouw meegerekend worden dan geeft dit ongeveer 930 projecten wereldwijd. Hier liggen ook enkele grotere projecten op de plank zoals waterstofproductie in Zweden voor een DRI staal project (+100 Kt H₂/y). Het NEOM green hydrogen project in Saudi-Arabië (370 kt H₂/y) samen met enkele projecten in Indië en China. In totaal zouden al deze projecten indien gerealiseerd volgens plan tot 23 GW geïnstalleerde elektrolyse capaciteit wereldwijd moeten leiden tegen 2030 of ongeveer 3 Mton H₂ (aan 20 kg H₂ per MWh en 80% vollast gebruik per jaar).

Voor wat betreft waterstofproductie die gebruik maakt van CCS telt de databank 114 projecten (van concept tot operationeel). Operationele projecten (incl. demo) liggen lager met 22 projecten waarvan sommigen de volledige CCS-waardeketen nog moeten invullen. Het aantal projecten, als projecten met FID en in opbouw worden meegenomen, ligt op 38. Deze zouden tegen 2030 (wereldwijd) ongeveer 4 Mton H₂ per jaar moeten produceren.

EU ETS innovatiefonds projecten

Het EU ETS innovatiefonds opgericht via wijziging aan het EU ETS in 2018 is een geavanceerd financieringsmechanisme dat is opgericht onder het emissiehandelssysteem (EU ETS) van de Europese Unie om de ontwikkeling en demonstratie van innovatieve technologieën met een lage CO₂-uitstoot te versnellen. Gefinancierd door een deel van de inkomsten die worden gegenereerd uit de veiling van emissierechten binnen het EU ETS, heeft het innovatiefonds als doel projecten te ondersteunen die de uitstoot van broeikasgassen aanzienlijk kunnen verminderen in energie-intensieve sectoren, evenals in sectoren zoals afvalbeheer, industriële processen en energie. De verwachting is dat er rond 40 miljard EUR beschikbaar zal zijn in de periode 2020-2030 voor projecten gefinancierd door ETS middelen. Door prioriteit te geven aan grootschalige, transformerende projecten draagt het fonds niet alleen bij aan de industriële decarbonisatie, maar ook aan de creatie van nieuwe marktkansen in opkomende schone technologieën.

¹⁴⁵ <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/hydrogen-production-projects-interactive-map>

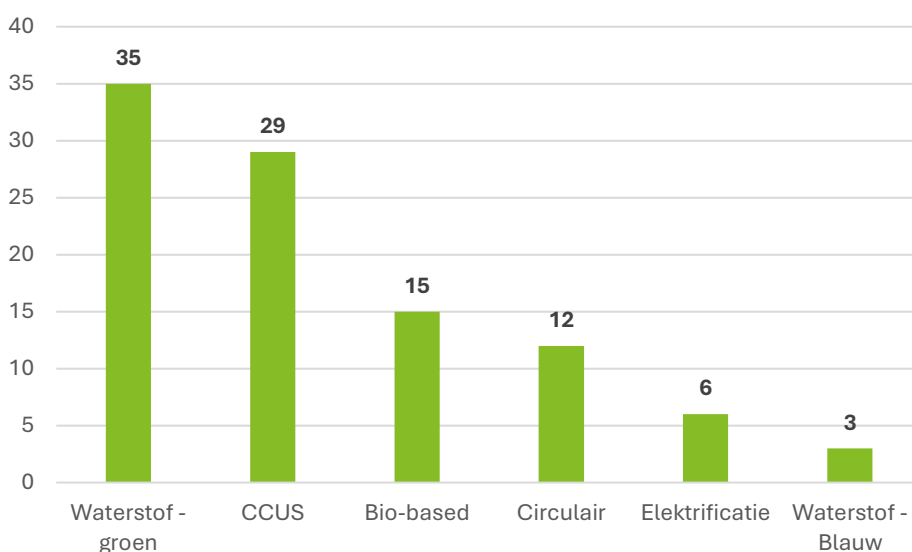
Een van de belangrijke elementen in het innovatiefonds is de focus op het overbruggen van de kloof tussen onderzoek, ontwikkeling en commercialisering. Het fonds ondersteunt projecten die zich in een gevorderd ontwikkelingsstadium bevinden en die al aantoonbare technische en economische levensvatbaarheid hebben gedemonstreerd in pilot- of pre-commerciële fasen. Deze aanpak zorgt ervoor dat succesvolle projecten dichter bij grootschalige implementatie en marktintegratie kunnen komen, waarmee ze een sleutelrol spelen in het bereiken van de klimaatdoelstellingen van Europa. Bovendien fungeert het innovatiefonds, door samenwerking tussen industrie, academische wereld en onderzoeksinstituten te bevorderen, als een katalysator voor kennisuitwisseling en technologische innovatie, waarmee het, het leiderschap van Europa in de wereldwijde transitie naar een koolstofarme economie versterkt¹⁴⁶.

Sinds de opstart zijn er vier oproepen geweest voor projecten onder het fonds zowel voor groot- als kleinschalige projecten. In 2023 is ook een deel van de middelen onder het fonds beschikbaar via veiling voor waterstof en RFNBO gerelateerde projecten. Deze veiling biedt via een premium bijkomende financiële steun om meer marktrijpe projecten met hogere OPEX economisch rendabeler te maken¹⁴⁷.

Voor de analyse in deze studie is gebruik gemaakt van het innovatiefonds dashboard ontwikkeld door de Europese Commissie¹⁴⁸. De analyse focust zich op projecten in sectoren chemie, staal en raffinage.

Uit de 207 tot dusver goedgekeurde innovatiefonds projecten zijn er 30 voor waterstoftoepassingen (productie, gebruik, transport en opslag), 21 projecten in de chemiesector, 9 in raffinage, 8 voor staalproductie en 3 gerelateerd aan CCS (carbon capture and Storage) met focus op transport en opslag.

Belgische projectvoorstellen zijn vrij succesvol binnen het fonds met 13 goedgekeurde initiatieven (waarvan 8 in Vlaanderen) met totale EU-financieringsbijdrage van bijna 1,3 miljard EUR. Dit omvat 2 projecten in de (petro)chemische sector, 2 waterstof projecten en telkens 1 staal, raffinage en CCS-project.



Figuur 36: Overzicht van type-projecten onder het EU ETS innovatiefonds (focus op chemie, staal en raffinage).
Data bekomen via het EU ETS innovatiefonds dashboard¹⁴⁹

Op basis van de projecten onder het EU ETS innovatiefonds (in implementatie of uitgenodigd voor ondertekening) die gelinkt zijn aan industriële sectoren kan het volgende afgeleid worden (een 90-tal projecten in totaal).

De projecten gefinancierd door het innovatiefond kennen een grote focus op CCUS (29 projecten) waaronder:

¹⁴⁶ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/legal-framework_en

¹⁴⁷ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/competitive-bidding_en#:~:text=In%202023%2C%20the%20Innovation%20Fund,receive%20support%20on%20their%20production.

¹⁴⁸ https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/6e4815c8-1f4c-4664-b9ca-8454f77d758d/sheet/bac47ac8-b5c7-4cd1-87ad-9f8d6d238eae/state/analysis

¹⁴⁹ https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/6e4815c8-1f4c-4664-b9ca-8454f77d758d/sheet/bac47ac8-b5c7-4cd1-87ad-9f8d6d238eae/state/analysis

- 2 projecten voor offshore CO₂-opslag
- 8 projecten voor de productie van methanol
- 5 projecten voor productie van e-methaan
- 2 blauwe waterstofprojecten
- 2 CO₂-opslag via mineralisatie
- 4 projecten voor CO₂ opvang (en gebruik) in de cementindustrie
- 2 CCUS projecten in de staalsector

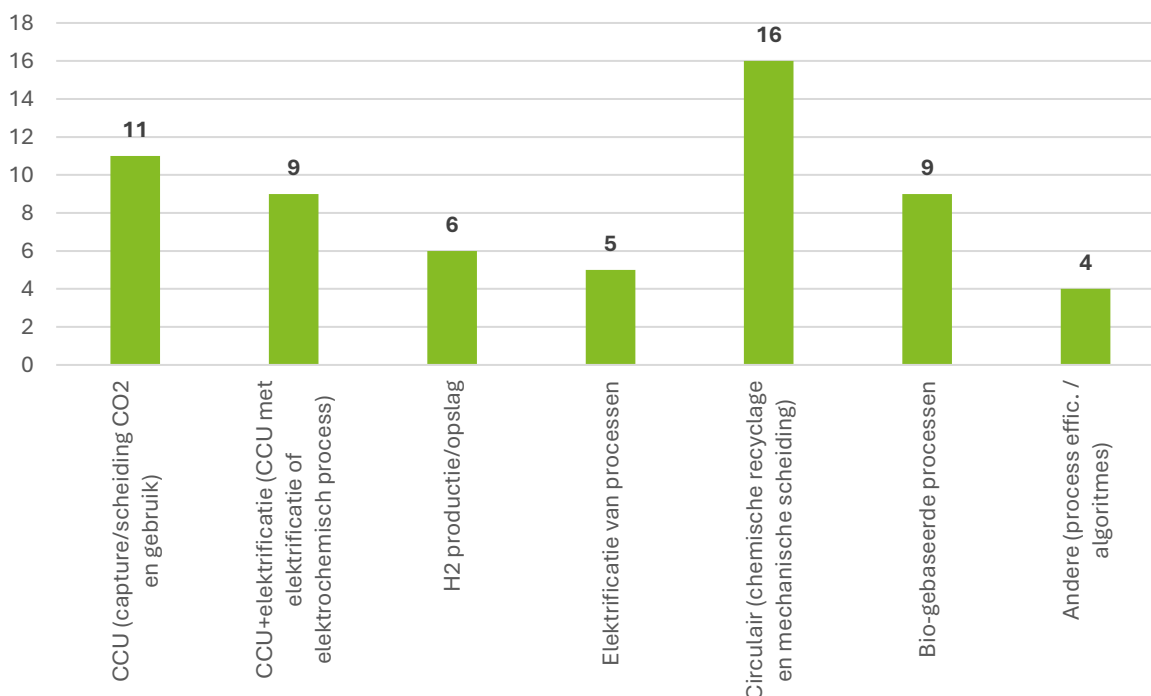
35 waterstof gerelateerde projecten (incl. blauwe waterstof excl. andere CCUS) waaronder:

- 7 met gebruik van waterstof in transport (incl. RFNBO)
- 4 met als doel ammoniakproductie
- 12 gerelateerd aan elektrolytische waterstofproductie
- 3 projecten met betrekking tot gebruik van waterstof in staalproductie
- 1 project voor waterstofproductie via gasificatie van afval

Wat betreft circulariteit werden er 12 projecten geïdentificeerd, waaronder 8 projecten gelinkt aan chemische recyclage en 1 project rond methanol productie uit afval (en het hierboven vermelde afval gasificatie waterstofproject). Er werden 15 projecten rond gebruik van biomassa geïdentificeerd waarvan de meerderheid richting biobrandstoffen en 1 lignine project richting biopolymeren. Voorts zijn er voorlopig 6 projecten met betrekking tot elektrificatie in de industrie (2 voor ijzer en staalproductie, 2 in glas en keramische sector, 1 in non-ferro en 1 in chemie).

Moonshot projecten

Het Vlaamse Moonshot innovatieprogramma ging van start in 2019. Vlaamse onderzoeksinstituten die baanbrekende technologieën ontwikkelen voor klimaatvriendelijke processen en producten worden ondersteund door het Moonshot-programma. Deze technologische innovaties dienen het bredere doel van een systemische transformatie van onze industrieën. Gedurfde innovaties helpen Vlaamse basisindustrieën koolstofcirculair en CO₂-neutraal te worden.



Figuur 37: Moonshot projecten, aantal per thema (CCU, CCU met elektrificatie, Waterstof, elektrificatie, circulaire economie, biogebaseerde toepassingen en andere projecten). Status maart 2025.

Er zijn een 60 Moonshot projecten geanalyseerd. Er zijn 52 “early stage innovation” (“ESI”) projecten waarvan de meesten als doel hebben of hadden een technologie naar TRL 4 te brengen. Er is ook een groeiend aantal “later stage innovation” (“LSI”) projecten, waaronder verschillende die uit een ESI gradueerden. De meeste van deze projecten hebben als doel TRL 5-6 (grotere piloot installatie) te bereiken. Voor de recente ESI-projecten zal het uitdagend zijn om TRL 9 (marktrijpe technologie) te bereiken tegen 2040, zelfs al verloopt het vervolgtraject heel vlot. Het probleem zit vooral bij de opschaling na TRL 6 (pilotproject) omdat de stap naar en de uitvoering van demonstraties op industriële productieschaal veel tijd vergen¹⁵⁰. Voor de huidige LSI-projecten (als vervolgtraject op een ESI-project) is dit in theorie wel mogelijk, onder de voorwaarde dat opschaling vlot verloopt.

Onderzoek rond CCUS in de brede zin kent de meeste (20) projecten binnen het Moonshot programma. De projecten zijn divers van innovatieve en energie-efficiënte scheiding van CO₂ uit rookgassen tot gebruik van CO₂ richting nieuwe platform moleculen en co-elektrolyse van waterstof. Ook de koppeling met elektrificatie van processen wordt binnen een deel van deze projecten gemaakt zowel via de elektrochemische CCU-route als door de elektrificatie van warmte.

Projecten rond circulariteit van polymeren zijn het tweede meest onderzochte domein in het Moonshot programma (16). Met een grote focus op het oplossen van technologische barrières voor chemische recyclage van verschillende types polymeren naast de klassieke PE, PP en PET.

Het gebruik van biomassa in chemische processen is het onderwerp van 9 Moonshot projecten. De focus ligt vooral op toepassingen op basis van lignine maar ook de bredere inkadering van biomassa toepassingen in bio-raffinage richting chemische basisproducten en de link met elektrificatie van processen.

Er zijn een beperkt aantal waterstof projecten (5-6) waarvan 4 gerelateerd aan productie en 2 aan opslag van waterstof. Elektrificatie kent slechts 4 projecten maar wel met mogelijk grote impact omwille van het hoog innovatief karakter of mogelijke grote impact van enkele technologieën zoals de elektrificatie van steam cracking of inzet van warmtepompen op hogere temperatuur.

¹⁵⁰ Belangrijke innovatieve processen zoals Steealanol hebben meer dan 10 jaar nodig gehad om op te schalen richting TRL 8-9.

Bijlage 2: uitgebreide samenvatting van het MIX-scenario in de 2020 roadmapstudie

De 2020 roadmap¹⁵¹ werd onderbouwd door een kwantitatief model waarmee de industriële toekomstige productie in Vlaanderen werden gesimuleerd. Ter onderbouwing werd een kwantitatief model ontwikkeld dat toelaat om de potentiële ontwikkelingen inzake de industriële productie in Vlaanderen te simuleren. Concreet laat het model toe om verschillende evoluties te veronderstellen m.b.t.:

- Het productieniveau per type industrieel product.
- De technologiemix waarmee de verschillende producten worden gemaakt.
- De efficiëntieverbeteringen die worden verwacht per technologie.
- Mogelijke brandstof switches binnen elke technologie.
- De toepassing van CO₂-afvang voor elke technologie.

Vervolgens bracht het model de impact van deze assumpties op de broeikasgasemissies, energie- en feedstockverbruik en de Kosten (CAPEX/OPEX) voor implementatie van nieuwe innovatieve technologieën in kaart. In lijn met de scope van dat onderzoek ging het model niet in op het gehele energiesysteem (productie en distributie van elektriciteit of andere energiedragers), noch op evoluties in andere sectoren buiten de Vlaamse basisindustrie, noch werden economische parameters in rekening gebracht. Het is belangrijk om te benadrukken dat het gehanteerde model geen optimalisatiemodel is en dat het dus niet automatisch de meest kostenefficiënte route berekent om tot een gewenst resultaat (b.v. emissiereducties tegen 2050) te komen (backcasting). Het is daarentegen een simulatiemodel, waarbij het eindresultaat en de route daarnaartoe het resultaat zijn van de assumpties en keuzes die de gebruiker invoert (forecasting). Zo laat het toe de impact van variërende assumpties transparant in kaart te brengen. Op basis van vooraf geïdentificeerde scenario's hebben we aan de hand van het model simulaties uitgevoerd.

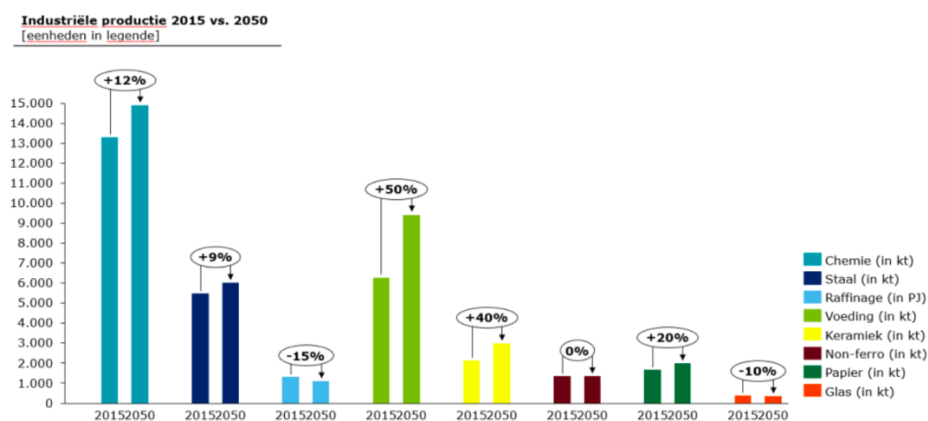
Met dit model werden een aantal verkenningsscenario's uitgewerkt ter onderbouwing van de roadmap. Op basis van het hierboven beschreven model werden een aantal scenario's voor de roadmap:

- In eerste instantie werd er een referentiescenario BAU (zonder interventies) doorgerekend om de verwachte evoluties tot 2050 in kaart te brengen.
- Vervolgens werd het potentieel van elk transitiepad apart in kaart gebracht. Daartoe werden vier “maximale scenario's” uitgewerkt waarin telkens maximaal werd ingezet op één van de vier thematische transitiepaden: BIO max (biomassa-route), CIRC max (circulariteit-route), ELEC-max (elektrificatie-route incl. waterstof) en CCUS-max (carbon capture-route en inzet van synthetische brandstoffen).
- Op basis van deze analyse, werden dan drie gecombineerde scenario's ontwikkeld die inzetten op een combinatie van de vier transitiepaden, zijnde een centraal verkenningsscenario (MIX) en twee variaties van dit centraal verkenningsscenario (“Var1” en “Var2”). De variaties houden - voor wat betreft de belangrijkste productieprocessen - rekening met alternatieve energieprijzen en daaruit volgend alternatieve technologiekeuzes om het effect hiervan te kunnen onderzoeken. Deze beperkte, bijkomende analyse geeft een eerste indicatie van het effect van energieprijzen op de technologiekeuze. Een grondige analyse van het effect van energie- en technologiemarktprijzen op de verwachte technologiemix (e.g. Via optimalisatie) ligt buiten de scope van deze studie en vereist verder onderzoek. Deze scenario's zijn opgebouwd o.b.v. wetenschappelijk onderzoek, overleg met verscheidene experts en gevalideerd volgens de governance van het project. Tijdens verschillende werksessies zijn de onderliggende assumpties, technologie-keuzes, datapunten, etc. besproken. Daarnaast zijn deze verder doorgesproken met experts en sectorfederaties. Vervolgens zijn deze ook finaal besproken tijdens de stuurgroepen van het project. Voor de opbouw van het centraal verkenningsscenario is er rekening gehouden met een aantal principes zoals:
- Het nastreven van belangrijke emissiereducties tegen 2050.
- Het maximale behoud van de bestaande waardeketen (e.g. Geconcentreerde focus op die stappen in de waardeketen die de meeste emissies veroorzaken, vermijden van vroegtijdige vervanging van installaties) en bestaande roadmaps van bedrijven uit de industrie.
- Technologieneutraliteit (geen enkel thematisch transitiepad bij voorbaat uitsluiten).
- Het inbouwen van innovatieve technologieën die verder onder een innovatieprogramma onderzocht kunnen worden.

¹⁵¹ <https://www.vlaio.be/nl/media/1502>

- Circulariteit en het hanteren van een koolstof slimme benadering (maximale valorisatie van koolstof door deze terug te brengen in de waardeketen en zo emissies in de atmosfeer te vermijden).
- De inzet op industriële symbiose.
- Het vermijden van grote afhankelijkheid van bepaalde energiebronnen en feedstocks.
- Er werd echter niet expliciet rekening gehouden met de kostenefficiëntie/business case van de gehanteerde energie- en technologiemix

De ontwikkelde scenario's waren bedoeld als verkenningen om het potentieel van de verschillende transitiepaden in kaart te brengen, gemeenschappelijke elementen te identificeren, mogelijke synergiën en symbiose te verkennen, een idee van ordegrrootte te krijgen over de potentiële emissiereducties, het energie- en feedstockverbruik en de verwachte OPEX/CAPEX gerelateerd aan de implementatie van nieuwe innovatieve technologieën en de belangrijkste randvoorwaarden, uitdagingen en opportuniteiten te identificeren. De scenario's moeten dus niet beschouwd worden als toekomstvoorspellingen noch als een te volgen ontwikkelingspad.



Figuur 38: Evolutie productie zoals aangenomen in 2020 roadmap

In de roadmap werd uitgegaan van beperkte generieke groei in de industrie (volgend de groei in BBP). Voor chemie werd rekening gehouden met geplande uitbreiding van olefine productiecapaciteit in de Antwerpse haven. Voor raffinage werd de sluiting van een kleine raffinaderij meegenomen.

Chemie

In het centraal verkenningsscenario (MIX) wordt een reductie van 90% bewerkstelligd voor de (petro)chemische sector, ervan uitgaand dat de momenteel beschikbare technologieën met lage TRL's implementeerbaar zijn op deze termijn en economisch rendabel worden. In dit scenario is de afhankelijkheid van CO₂-afvang beperkter. Door een combinatie te gebruiken van efficiëntieverbeteringen, een overschakeling op klimaatvriendelijke brandstoffen, en een overschakeling naar innovatieve technologieën inzake elektrificatie en H₂, circulariteit en biomassa verminderen de broeikasgasemissies met 51% tegen 2050. Daardoor wordt de nood aan CO₂-afvang met 65% vermindert (4,9 Mton i.p.v. 13,6 Mton per jaar) t.o.v. van het CCUS-max scenario.

Ammoniak en H₂ zullen reeds tegen 2030 sterke reducties in broeikasgasemissies behalen. Deze sectoren genereren immers zeer pure CO₂ stromen, die het meest geschikt zijn voor de toepassing van CO₂-afvang. Voor deze sectoren wordt er dan ook vanuit gegaan dat CO₂-afvang reeds start in 2025 en dat tegen 2030 89% van alle emissies worden afgevangen. Bij de andere productgroepen worden de nieuwe technologieën en CO₂-afvang toegepast vanaf 2035. Deze inschattingen zijn gebaseerd op literair onderzoek, stakeholderbevraging maar ook input van het Antwerp@C-project.

High Value Chemicals (HVC)

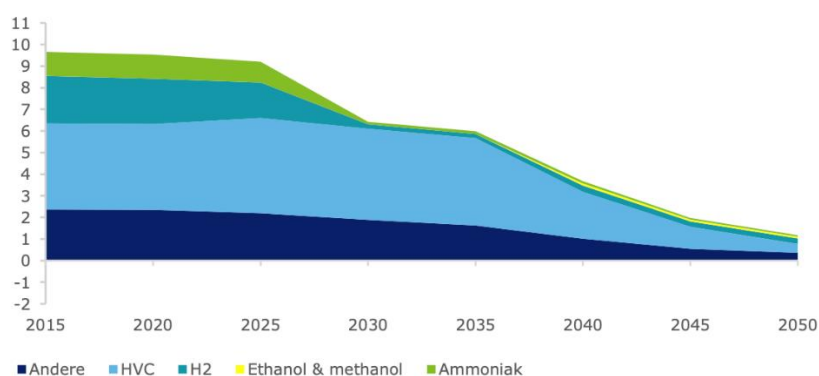
In het voorgestelde verkenningsscenario wordt vanaf 2035 overgeschakeld naar een combinatie van technologieën om HVC's te produceren. Daarmee zal in 2050, voor het centraal verkenningsscenario (**MIX**):

- 24% van HVC's via propaandehydrogenatie (PDH) komen.
- 22% van HVC's via chemische recyclage van plastic komen.
- 20% van HVC's via elektrificatie worden geproduceerd.
- 15% van HVC's via ethaan stoomkraken.

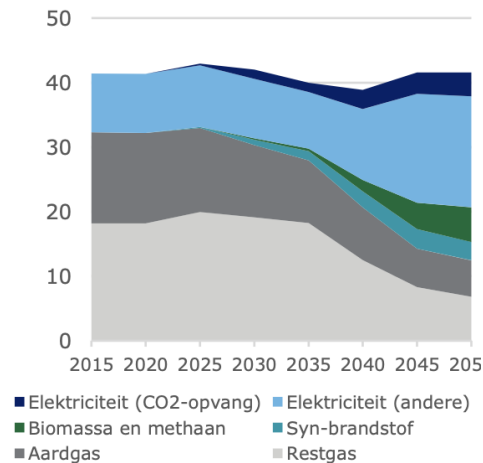
- 15% van HVC's via de MTO/MTA en/of ethanol dehydrogenatie route komen (waarbij de ethanol/methanol voornamelijk via CCU-routes worden geproduceerd, en in beperktere mate via bio gebaseerde routes).
- 5% van HVC's uit biomassa worden vervaardigd.

Deze technologiemix heeft ook een belangrijke impact op de feedstockmix naar 2050 voor HVC-productie:

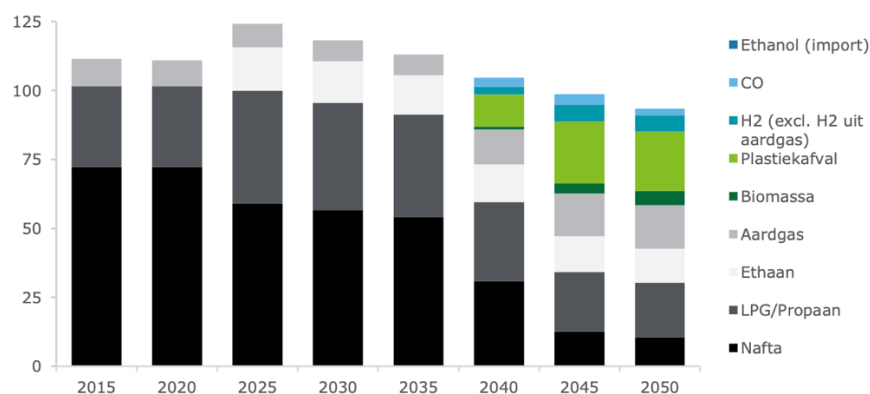
- 1,8 Mton (21,4TWh – 26%) kunststofafval per jaar.
- 0,275 Mton (1,3 TWh – 2%) rechtstreeks biomassaverbruik per jaar.
- 2,2 Mton (11,2 TWh – 14%) methanol per jaar.
- 0,5 Mton (3,3 TWh – 4%) ethanol per jaar.
- Daarnaast zal jaarlijks via het PDH-proces nog 20,0 TWh aan LPG/propaan nodig zijn en via het ethanol stoomkraken 12,3 TWh aan ethaan.
- Het gebruik van nafta (via elektrificatie-route) zakt tot 10,4 TWh in 2050.



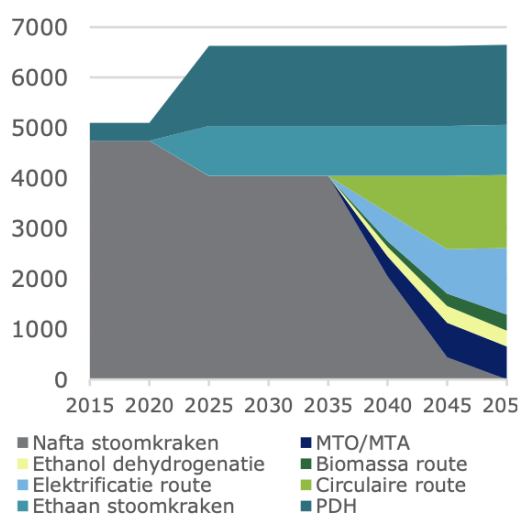
Figuur 39: Evolutie broeikasgasemissies voor Vlaamse (petro)chemische sector in 2020 roadmap (MIX-scenario)



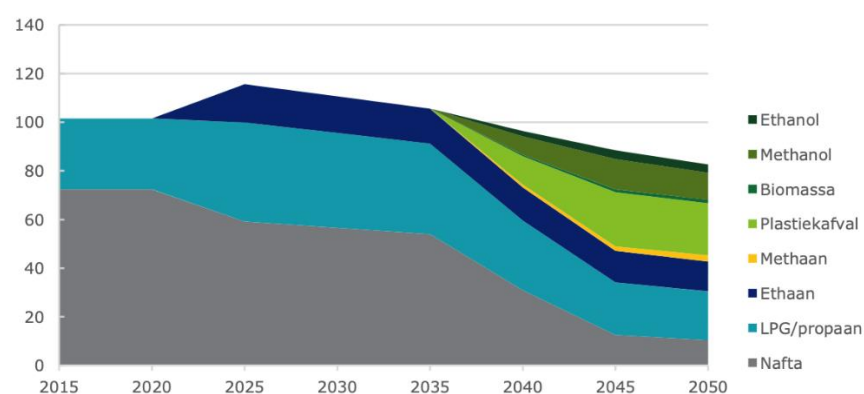
Figuur 40: Evolutie energievraag voor de (petro)chemische sector in 2020 roadmap (MIX-scenario)



Figuur 41: evolutie feedstock vraag (petro)chemische sector in 2020 roadmap (MIX-scenario)



Figuur 42: Evolutie technologie voor productie high value chemicals in 2020 roadmap (MIX-scenario)



Figuur 43: Evolutie vraag feedstock voor HVC-productie in 2020 roadmap (MIX-scenario)

Ammoniak

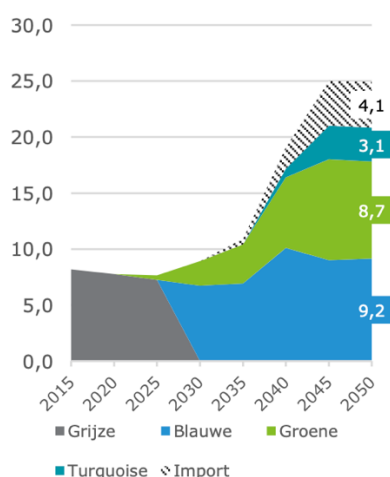
De ammoniakproductie is momenteel gebaseerd op de Haber-Bosch-technologieroute. Deze wordt tegen 2030 voorzien van koolstof afvang met het oog op opslag van CO₂-emissies. Vanaf 2035 wordt de Haber-Bosch route geleidelijk vervangen via een koolstofarme route (met gebruik van H₂-elektrolyse). Uiteindelijk zal tegen 2050 40% van de ammoniakproductie verlopen via de koolstofarme route (o.b.v. elektrolyse H₂), en 60% via de Haber-Bosch-techniek met CO₂-afvang. Daarnaast zal 20% van het energieverbruik onder de Haber-Bosch-technologieroute worden geëlektrificeerd tegen 2050 (i.e. minder aardgas) en zal daarbovenop nog eens 25% van het resterende aardgasverbruik voor energiedoeleinden worden vervangen door het gebruik van syn-brandstoffen (niet van toepassing op het aardgasverbruik voor feedstockdoeleinden).

Verder wordt het theoretisch haalbaar geacht dat de toepassing van CO₂-afvang voor ammoniak kan starten vanaf 2025. Om een rol te spelen in reductie van emissies zal ook CO₂ transport en opslag infrastructuur klaar moeten zijn in periode 2025-2030.

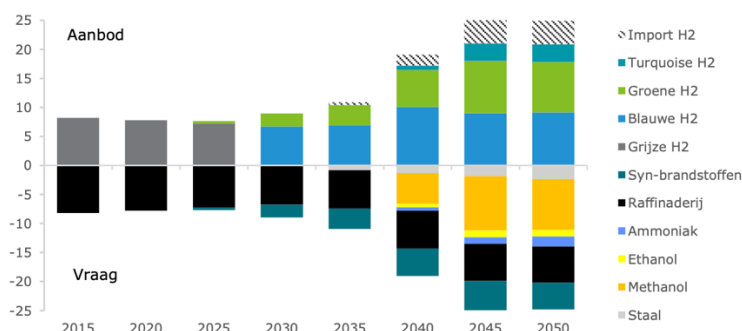
Waterstof

Onder het verkenningsscenario verdrievoudigt de vraag naar waterstof, van 8,2 TWh in 2015 naar 24,9 TWh in 2050 (waarvan 4,7 TWh als feedstock voor de productie van syn-brandstoffen, en 20,2 TWh als feedstock in de verschillende sectoren). De huidige productiecapaciteit voor H₂ (via Methaan Stoom Reforming) wordt behouden en tussen 2025 en 2030 uitgerust met CO₂-afvang technologie. De stijgende vraag na 2030 wordt verder opgevangen door een combinatie van bijkomende productie via uitstootvrije technologieën (voornamelijk elektrolyse maar ook methaanpyrolyse) en H₂-import. In het centraal verkenningsscenario (MIX) is de binnenlandse productie als volgt:

- 44% zal blauwe H₂ zijn op basis van SMR in combinatie met CO₂-afvang. Deze zal de grijze H₂ tegen 2030 vervangen. Vanaf 2025 zal er CO₂-afvang toegepast worden. Deze zal lineair toenemen om zo uiteindelijk 89% van de broeikasgasemissies end-of-pipe van SMR-installaties in 2030 op te vangen.
- 41% zal groene H₂ zijn (via elektrolyse uit kleine pilots tussen 2020-2030 (zoals power-to-methanol), en vanaf 2030 zullen grotere industriële toepassingen (wegens de grotere vraag naar syn-brandstoffen en synthetische methanolproductie) gerealiseerd worden.
- 15% zal turquoise H₂ zijn (via methaanpyrolyse, die vanaf 2035 begint, met voornamelijk als uiteindelijke toepassing in de staalsector).



Figuur 44: Waterstofproductie evolutie volgens 2020 roadmap (MIX-scenario)



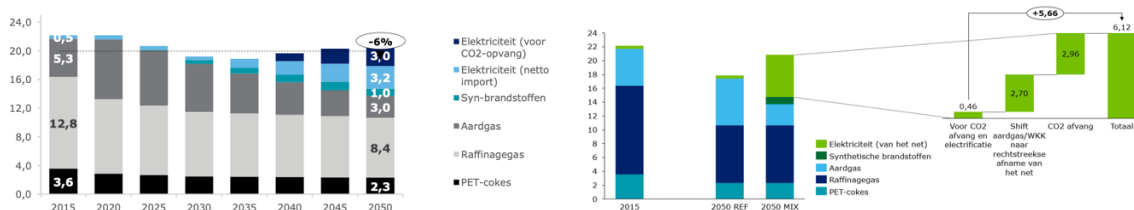
Figuur 45: Evolutie van waterstof vraag en aanbod in 2020 roadmap (MIX-scenario)

Raffinage

Het centraal verkenningsscenario (MIX) voor raffinage schatte dat er een reductiepotentieel is van circa 88% van de emissies t.o.v. 2005 van 5,4 Mton CO₂-eq Broeikasgasemissies naar 0,66 Mton CO₂-eq in 2050. Dit komt neer op een daling van 4,7 Mton CO₂-eq.

De emissiereducties tussen 2005 en 2050 worden dus gerealiseerd op drie manieren:

1. Ten gevolge van een dalende vraag naar geraffineerde brandstoffen verwachten we een beperkte reductie in de productiecapaciteit van raffinage met 15% tussen nu en 2030.
2. Het potentieel op verdere efficiëntieverbeteringen wordt beperkt ingeschat, met 10% verbetering tussen nu en 2050. Samen met een “fuel switch” van fossiele brandstoffen naar syn-brandstoffen en elektrificatie, verantwoordelijk voor 21% reductie van de emissies.
3. Een sterke nood aan CO₂-afvang als belangrijkste mitigatie-instrument om restemissies af te vangen, leidt dit tot een verdere 52% reductie van de emissies.



Figuur 46: Inzet energie in raffinage richting 2050 volgens 2020 roadmap (MIX-scenario)

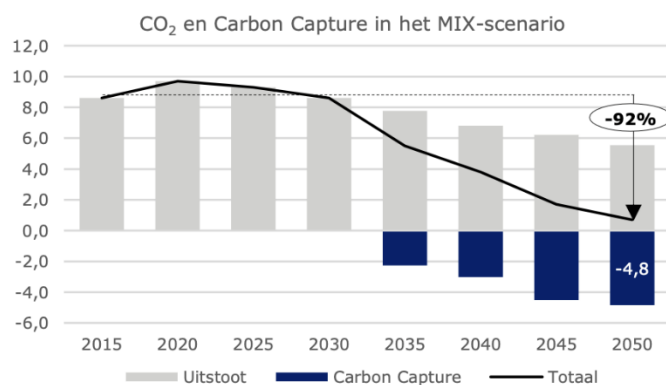
IJzer en Staal

Het centraal verkenningsscenario voor staal ging uit van de inzet van verschillende routes om significante CO₂-reducties te kunnen realiseren. Het potentieel is aanwezig om, ondanks een licht stijgend productievolume van 9%, de emissies met circa 92% t.o.v. 2005 te doen reduceren. Daarmee is er een daling van 9,7 Mton broeikasgasemissies in 2005 naar 0,7 Mton in 2050. Dit komt neer op een daling van 9 Mton. Er is geopteerd om, in lijn met de plannen van ArcelorMittal, in te zetten op het behoud van de BF-BOF-technologie om staal te produceren. Daardoor kunnen emissiereducties worden gerealiseerd op twee manieren. Enerzijds is er een potentieel voor gedeeltelijke omschakeling van steenkool naar alternatieve input in de hoogovens:

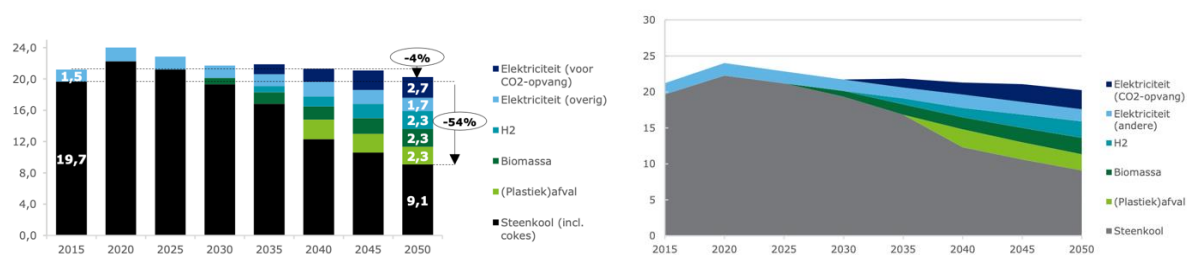
- Inzet van kunststofafval en CO₂ die via plasma gasificatie (via IGAR-technologie) kan worden omgezet in H₂ en CO dat in de hoogovens kan worden ingezet als alternatief voor steenkool (circulair).
- Inzet van houtafval, of ander bio gebaseerd restafval, dat na torrefactie (i.e. houtafval verwerken tot bio koolstof) in de hoogovens kan worden ingezet als alternatief voor steenkool (biomassa).
- Bijkomende injectie van H₂ in de hoogovens ter gedeeltelijk vervanging van steenkool (elektrificatie en H₂).

Hiermee kunnen 3 Mton broeikasgasemissies worden vermeden. De alternatieve H₂-DRI-route, waarbij de staalproductie grotendeels gebaseerd is op H₂, is niet gesimuleerd in het centraal verkenningsscenario. Deze optie is op dit moment niet ingeschreven in de roadmap van het geïntegreerd staalbedrijf, ArcelorMittal, in Vlaanderen. Vooral omdat op dit moment de kosten voor H₂ nog zeer hoog zijn en de nodige H₂-netwerken nog niet aanwezig zijn en anderzijds vanwege de zeer hoge investerings- en exploitatiekosten om BOF-routes volledig om te bouwen in een bestaand en sterk geïntegreerd staalbedrijf. Echter, de BF-BOF route is ook compatibel met het gebruik maken van H₂ en indien H₂ goedkoper wordt en de nodige H₂-netwerken worden gerealiseerd, kan er beslist worden om meer H₂ in de hoogovens in te zetten of zelfs om te schakelen naar H₂-DRI-processen. *De keuze om staal te blijven produceren via BF-BOF houdt echter wel een potentieel risico in als de H₂-productie zeer goedkoop wordt na 2035 door bijvoorbeeld innovaties in electrolyzers en beschikbaarheid van voldoende hernieuwbare energie.*

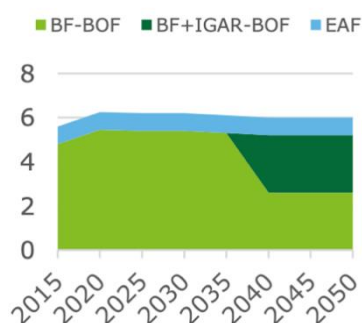
Van de overblijvende emissies kan er anderzijds nog 4,8 Mton CO₂ gecapteerd worden via CO₂-afvang. Er is een sterk potentieel om deze CO en CO₂ verder te valoriseren via de koppeling met een chemische waardeketen. De gecapteerde CO₂ kan worden gebruikt om methanol te produceren en de gecapteerde CO kan worden ingezet om ofwel methanol (via syngas route) ofwel ethanol (via Steelanol route) te produceren. Beide producten zijn basisproducten voor de productie van HVC's en zijn nieuwe platformmoleculen die in Vlaanderen mogelijk een sterk potentieel kennen. Hierdoor wordt de koolstof van staal nuttig gevaloriseerd en emissies vermeden bij de inzet van nafta uit de raffinagesector.



Figuur 47: verwacht gebruik van carbon capture in de staalsector richting 2050 volgens 2020 roadmap (MIX-scenario)



Figuur 48: Inzet energie en feedstock in staalproductie richting 2050 volgens 2020 roadmap (MIX-scenario)



Figuur 49: Evolutie productietechnologie in staal richting 2050 volgens 2020 roadmap (MIX-scenario)

Algemeen overzicht inzet technologie uit 2020 roadmap

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de toepassing van (nieuwe) klimaatvriendelijke technologieën voor chemie, staal en raffinage in de 2020 roadmap voor de periodes 2020-2030 en 2030-2050. Een groot aandeel van de nieuwe technologie wordt pas verwacht na 2030.

Tabel 17: Overzicht technologische keuzes en evolutie in 2020 roadmap (MIX-scenario) voor periode 2020-2030 en 2030-2050

Aannames Roadmap context analyse 2020

Product	2020-2030	2030-2050
Chemie: HVC's	Toevoeging nieuwe installaties: 15% ethaan stoomkraken (start in 2020-2025, blijft dan constant tot 2050); 24% propaan dehydrogenatie (stijgt tot 24% in 2025, blijft dan constant tot 2050).	Tussen 2035-2050 volledige vervanging van nafta stoomkrakers door: Schokgolf reactor (15%); MTO (6%) & MTA (4%); Ethanol dehydratie (5%); Biogebaseerde, gecombineerde route (5%); Katalytisch kraken van afval (11%); Chemolyse afval (11%). 80% opvang van CO ₂ ; CO ₂ -afvang vangt aan in 2035 en neemt toe tot 80% in 2050
Chemie: Ammoniak	Veronderstelling dat via Kairos@C de CO ₂ emissies uit ammoniak opgevangen worden. Dit start in 2025 en bereikt maximum in 2030 van 89% opvang.	40% vervanging van Haber-Bosch door CO ₂ -arme technologieën (gebruik van H ₂ en N ₂) tegen 2050. Vervanging start in 2035. 20% van aardgas voor energie schakelt over op elektriciteit voor Haber-Bosch; 25% van resterend aardgas naar syn-brandstoffen (niet als feedstock maar voor energie)
Chemie: H ₂	Veronderstelling dat via Kairos@C de emissies uit SMR (H ₂ en syngas) opgevangen worden. Dit start in 2025 en bereikt maximum van 89% opvang in 2030. Beperkte investeringen in electrolyse vanaf 2025.	Tegen 2050 16% import H ₂ ; Overige binnenlandse productie als volgt: 44% SMR (met CO ₂ -afvang); 41% electrolyse; 15% methaan pyrolyse. methaan pyrolyse start in 2035
Chemie: Ethanol	85% opvang van de resterende Steelanol productie; CO ₂ -afvang vangt aan in 2035, en neemt lineair toe tot 85% in 2045	12,5% import; 75% via de Steelanol route; 12.5% via de tweede generatie bio-ethanol route
Chemie: Methanol	Geen investeringen tot 2030	De standaard technologie voor productie is gebaseerd op syngas (CO + H ₂). Dit begint op 100% in 2035; Tegen 2050 wordt 25% van alle methanol via biomassa geproduceerd. Begint in 2035 en groeit tot 25% in 2050; Tegen 2050 wordt 50% van alle methanol via CCU-route (CO ₂ + H ₂) geproduceerd. Begint in 2035 en groeit tot 50% in 2050
Raffinage: Geraffineerde brandstoffen		80% opvang; CO ₂ -afvang vangt aan in 2035, en neemt lineair toe tot 80% in 2050
Raffinage: Nafta		Netto-vraag naar nafta wordt geïmporteerd; Geen bijkomende eigen productie bovenop (bij)productie door raffinaderijen
Raffinage: Biobrandstoffen		Slechts één technologie per type brandstof; Bio-methaan via integratie van stoomdrogen, stoom electrolyse en gassificatie; Bio-ethanol via tweede generatie bio-ethanol technologie (lignocellulose biomassa tot bio-ethanol)
Raffinage: Syn-brandstoffen		75% binnenlandse productie; 50% van alle syn-brandstoffen zijn gebaseerd op koolstof (synthetisch methaan als gasvormige, synthetisch methanol als vloeibare vorm); 50% van alle syn-brandstoffen zijn niet gebaseerd op koolstof (H ₂ als gasvormige, ammoniak als vloeibare vorm); Synthetische methanol en ammoniak worden geproduceerd via de CCU-route (CO ₂ +H ₂ en N ₂ +H ₂); Benodigde H ₂ als feedstock voor syn-brandstoffen worden via electrolyse gemaakt. Geen verbeteringen voor de productie van synthetisch methanol, methaan en ammoniak; Efficiëntieverbetering van 38% tegen 2040 voor productie van H ₂ via electrolyse (van 60 MWh in 2020 tot 37 MWh in 2040 per ton H ₂)
Staal	geleidelijke implementatie (zie rechts)	13% via EAF-route (elektrische boogoven) (blijft onveranderd t.o.v. vandaag); 87% via BOF-route (Blast Oxygen Furnace). 15% van steenkool wordt vervangen door kunststofafval en CO ₂ (via IGAR technologie); 15% van steenkool wordt vervangen door H ₂ ; 15% van steenkool wordt vervangen door biomassa (na overgang tot IGAR); Uiteindelijk leidt dit tot: 55% steenkolen, 15% (kunststof)afval, 15% H ₂ en 15% vaste biomassa. 87,5% opvang van resterende CO ₂ uit hoogovens
Warmte: Lage T (<200 °C)	geen elektrificatie	Vanaf 2035 vervangen elektrische boilers de brandstof boilers (lineair, tot 40% van de totale warmte in 2050). Rest via syn- en biobrandstof. Geen CO ₂ -afvang toegepast
Warmte: Middelhoge T (200-400 °C)	geen elektrificatie	Vanaf 2035 vervangen elektrische boilers de brandstof boilers (lineair, tot 20% van de totale warmte in 2050). Rest via bio- en synbrandstof. Geen CO ₂ -afvang toegepast
Warmte: Hoge T (>400 °C)	geen wijziging	60% opvang van de brandstof gasboilers; CO ₂ -afvang vangt aan in 2035 en neemt lineair toe tot 60% in 2050. Rest via syn- en biobrandstof.

Created with Datawrapper

Bijlage 3: Samengevatte beschrijvingen van de verschillende roadmapstudies die geanalyseerd zijn ter evaluatie van de 2020 roadmapstudie

ELIA “Powering industry towards Net Zero” (2024)

De ELIA studie, "Powering industry towards Net Zero", presenteert een visie voor het versterken van de Europese industrie door middel van elektrificatie en het gebruik van koolstofarme elektronen. De studie benadrukt de belangrijke rol die elektriciteit zal spelen in deze transitie, en voorspelt een aanzienlijke stijging van het industriële elektriciteitsverbruik in de komende jaren.

Deze studie is uitgevoerd in nauwe samenwerking met meer dan 50 grote industriële afnemers en federaties uit België en Duitsland (in het bijzonder het 50Hertz-gebied, dat het noorden en oosten van Duitsland bestrijkt). Het onderzoeksteam heeft in detail de meest energie- en emissie-intensieve industriële sectoren gemodelleerd, die samen ongeveer 70% van het totale industriële energieverbruik in de bestreken regio's vertegenwoordigen. Naast de zware industrie zijn ook andere sectoren, zoals datacenters en delen van de voedsel- en drankenindustrie, gemodelleerd, waarbij voor de overige sectoren op hoog niveau analyses zijn uitgevoerd.

De studie maakt gebruik van een bottom-up model voor deze energie-intensieve sectoren. Dit model richt zich op de productieprocessen per industrie en houdt rekening met verschillende varianten op basis van input vanuit de industrie over hun trajecten naar netto nul en relevante literatuur. Voor elk product en elke scenario-variant (inclusief business-as-usual en klimaatneutrale opties) heeft het model de vereiste grondstoffen (fossiele brandstoffen, moleculen zoals waterstof, biobrandstoffen) en energiedragers (elektriciteit, fossiele brandstoffen, moleculen) bepaald op basis van productievolumes.

Drie verschillende scenario's zijn onderzocht om de transitie naar netto nul te verkennen over drie tijdshorizonten: 2030, 2040 en 2045/2050 (klimaatneutraliteitsdoelstellingen voor Duitsland en België).

- Voor 2030 is een centraal scenario opgesteld op basis van de korte- tot middellange termijnplannen van industrieel spelers.
- Voor 2040 en 2045/2050 zijn drie verschillende scenario's ontwikkeld (FOS+CCUS, ELEC en MOL) om rekening te houden met onzekerheden in de lange termijntrajecten voor decarbonisatie. Deze scenario's verschillen in hun aannames omtrent de adoptie van fossiele brandstoffen met koolstof afvang, -gebruik en -opslag (FOS+CCUS), elektrificatie (ELEC) en koolstofarme moleculen (MOL).

Tegen 2050 wordt verwacht dat de Belgische industrie een ingrijpende transitie doormaakt richting netto nul-uitstoot. Deze transitie omvat een verscheidenheid aan technologieën in verschillende sectoren, waarbij elektrificatie en het gebruik van koolstofarme moleculen (voornamelijk geïmporteerde groene waterstof en afgeleiden daarvan) een centrale rol spelen, aangevuld met Carbon Capture, Utilisation and Storage (CCUS) voor onvermijdbare procesemissies.

Chemie en raffinaderijen

- Elektrificatie van stoomproductie bij lage tot medium temperaturen, via industriële warmtepompen en elektrische boilerinstallaties, zal wijdverspreid worden in alle scenario's.
- Koolstofarme moleculen, in het bijzonder geïmporteerde groene waterstof en afgeleide producten, zullen cruciaal zijn als zowel grondstof als energiedrager, vooral in het MOL-scenario. Daarbij wordt verwacht dat de raffinage van ruwe olie sterk zal afnemen.
- CCUS zal essentieel zijn voor het compenseren van procesemissies afkomstig van destillatie- en cracking processen, met name in het FOS+CCUS-scenario.
- De vraag naar koolstofarme moleculen in deze sector zal naar verwachting fors toenemen tegen 2045/2050.

Staal

- Er wordt een significante verschuiving verwacht weg van het traditionele BF-BOF-proces.
- DRI-EAF (Direct Reduceren van ijzererts in combinatie met een elektroboogoven) op basis van groene waterstof zal naar verwachting dominant worden in alle scenario's.
- BF-BOF met CCUS zal waarschijnlijk relevant blijven in het FOS+CCUS-scenario.

- Gesmolten oxide-elektrolyse wordt beschouwd als een potentieel, maar op langere termijn lopende route, die zeer elektriciteitsintensief is.
- De transitie zal bijdragen aan een substantiële stijging van het elektriciteitsverbruik in deze sector.

Geschatte impact voor België tegen 2045/2050:

- Elektrificatie: Het industriële elektriciteitsverbruik zal naar verwachting met een factor van 2,4 tot 2,8 toenemen, wat neerkomt op ongeveer 72 TWh tot 84 TWh ten opzichte van circa 30 TWh in 2019.
- Waterstofgebruik en Import: De industriële vraag naar waterstof (en afgeleide producten) wordt geschat tussen de 33 en 62 TWh tegen 2050. Door het beperkte binnenlandse hernieuwbare potentieel zal het overgrote deel van de groene waterstof moeten worden geïmporteerd. Als men voor alle behoeften binnenlandse elektrolyse zou toepassen, zou dit een extra elektriciteitsvraag van 55 TWh tot 82 TWh vereisen, waarmee de afhankelijkheid van import heel groot wordt.
- CCUS: Het potentieel voor koolstof afvang wordt geschat tussen de 8 en 17 megaton CO₂. Het elektriciteitsverbruik voor CCUS-processen wordt geraamd op 4 tot 9 TWh (afgeleid van informatie over de energie-intensiteit van afvangtechnologieën, hoewel dit niet expliciet als totaal voor België is vermeld).

Samenvatting

De transitie van de Belgische industrie naar netto nul tegen 2050 zal worden gekenmerkt door een aanzienlijke toename in elektriciteitsvraag, een kritische afhankelijkheid van geïmporteerde groene waterstof en andere koolstofarme moleculen en de inzet van CCUS voor grote volumes CO₂-emissies. Deze verschuivingen vereisen aanzienlijke investeringen in de infrastructuur van het elektriciteitsnet, import- en transportfaciliteiten voor groene moleculen en CO₂, alsmede ondersteunende regelgevende kaders.

FLUXYS “North-sea integration model” (2024)

De FLUXYS-studie (en model), "Towards an optimal energy system for Belgium and neighbouring countries – Insights from the North Sea Integration Model," maakt gebruik van een simulatietool genaamd het North Sea Integration Model om de interacties tussen elektriciteit-, waterstof-, methaan- en CO₂-infrastructuur voor België en andere landen aan de Noordzeekust te analyseren, met als doel het behalen van netto-nul uitstoot tegen 2050. Het voornaamste doel van het model is om de totale systeemkosten te minimaliseren terwijl er wordt voldaan aan de voorwaarde van koolstofneutraliteit.

Methodologie

Het model hanteert een geïntegreerd overzicht van het gehele energiesysteem. Het betreft een moderne simulator die helpt de drijfveren bij de ontwikkeling van een geïntegreerd energiesysteem te begrijpen. Het is geen voorspellingsinstrument, maar een hulpmiddel om verschillende scenario's te verkennen en inzichten te verkrijgen. Het model benadert het systeem vanuit een perspectief van centrale planning en bediening, waarbij een enkele ‘systeemoperator’ investerings- en operationele beslissingen neemt met perfecte vooruitziendheid en kennis om de totale systeemkosten te minimaliseren. De geografische scope omvat België en negen buurlanden, gegroepeerd in zeven clusters, en een Noordzee-cluster voor offshore activiteiten. Input voor het model omvatten scenario's voor de eindenergievraag (uur reeksen), hernieuwbare productiepotentieel (uur reeksen van productie), importaannames (beschikbaarheid en kosten), technische parameters voor alle technologieën, kostenveronderstellingen voor alle technologieën en een CO₂-reductiedoelstelling. De studie maakt voornamelijk gebruik van de Global Ambition- en Distributed Energy-scenario's voor de eindvraag, ontwikkeld door Europese transmissiesysteembeheerders (“TSO's”). De optimalisatie binnen het model bepaalt de optimale capaciteiten voor elke technologie die tegen 2050 geïnstalleerd moeten worden en hoe zij elk uur ingezet dienen te worden. Output van het model omvatten optimale capaciteiten en inzet van technologieën, energie die niet kan worden bediend en curtailments van hernieuwbare energie, de totale systeemkosten en marginale kosten van energiedragers en CO₂-afvang.

Belangrijkste inzichten en resultaten (Global Ambition-scenario):

- Het behalen van een netto-nul energiesysteem in de Noordzeelanden tegen 2050 wordt als realistisch beschouwd en vereist een combinatie van zowel elektronen (elektriciteit) als moleculen (methaan en waterstof).
- Massale inzet van hernieuwbare elektriciteitsopwekking is noodzakelijk, voornamelijk uit wind (zowel onshore als offshore) en zonne-PV.

- Electrolyzers spelen een cruciale rol doordat zij overtollige hernieuwbare elektriciteit omzetten in waterstof, fungeren als vraagsturing en de prijschommeling van elektriciteit verminderen, terwijl ze hernieuwbare waterstof produceren.
- Energieopslag (batterijen voor dagelijkse balans, waterstofopslag voor wekelijkse/seizoensgebonden balans, en methaanopslag voor seizoensgebonden balans) is essentieel om de energievoorziening op het juiste moment te garanderen.
- Interconnectiecapaciteiten tussen landen optimaliseren het energiesysteem en vergroten de leveringszekerheid door hernieuwbare bronnen te bundelen.
- Koolstof afvang, transport en opslag (CCS) zijn noodzakelijk om netto-nul CO₂-uitstoot te bereiken, door emissies af te vangen van biomassa & afval, koolstofarme waterstofproductie en de industrie, met opslag in de Noordzee.
- In België, door een lager potentieel voor hernieuwbare elektriciteit, is er een grotere afhankelijkheid van elektriciteitsimporten en waterstofimporten (inclusief koolstofarme waterstof die lokaal met SMR wordt geproduceerd en import per schip). Ook zijn aanzienlijke gasimporten (inclusief LNG) nodig om het methaansysteem in balans te brengen.
- Gasgestookte centrales blijven noodzakelijk, vooral tijdens de winter, om de elektriciteitsvoorziening te waarborgen ondanks de dominantie van hernieuwbare energie.

Belangrijkste inzichten en resultaten (Distributed Energy-scenario):

- Dit scenario kenmerkt zich door een meer elektrificerende eindenergievraag, met een hogere elektriciteitsvraag en een lagere methaan- en waterstofvraag vergeleken met het Global Ambition-scenario.
- Er is een sterkere focus op gedecentraliseerde technologieën zoals PV en batterijen.
- De algehele trends in technologische inzet lijken op die van het Global Ambition-scenario, maar met aanpassingen die de verschuiving in vraag weerspiegelen.
- De totale CO₂-uitstoot daalt licht door de lagere vraag naar methaan, wat leidt tot een verminderde noodzaak voor koolstof afvang vanuit sommige bronnen en de invoering van enige Direct Air Capture (DAC)-capaciteit.
- De totale kostprijs van de energievoorziening is iets lager, maar de gemiddelde energieprijs is iets hoger door de meer elektrificerende mix.

De studie benadrukt de complexe interactie tussen diverse technologieën en infrastructuren die nodig zijn om een koolstofneutraal energiesysteem in de Noordzeeregio te realiseren. Het onderstreept de noodzaak van een geïntegreerde benadering en houdt rekening met verschillende mogelijke toekomstige scenario's.

Cefic Carbon managers (2024)

De Carbon Managers studie van Cefic (2024) geeft aan hoe de Europese chemische industrie tegen 2050 klimaatneutraal kan worden. Hiervoor maakt de studie gebruik van een nieuw (iC-2050) model dat de chemische waardeketen in detail in kaart brengt.

In het "Base Case"-scenario voor 2050 projecteert het iC2050-model significante verschuivingen in energieverbruik, de mix van grondstoffen, de inzet van koolstof afvang en de typen technologieën die door de Europese (petro)chemische sector worden gebruikt.

Het "Base Case"-scenario voor 2050 schetst een chemische industrie die aanzienlijk minder afhankelijk wordt van fossiele brandstoffen voor zowel energie als grondstoffen. Dit wordt bereikt door:

- Verhoogde elektrificatie, wat leidt tot een aanzienlijke stijging in direct elektriciteitsverbruik, vooral voor warmteopwekking.
- Een omslag in de grondstoffenmix: een daling van fossiele grondstoffen en een sterke toename in bio gebaseerd én gerecyclede grondstoffen.
- Een uitbreiding van de inzet van koolstof afvang en -opslag (CCS), waarbij het merendeel van de afgevangen CO₂ geologisch wordt opgeslagen en een deel wordt benut als alternatieve grondstof in combinatie met waterstof. Ook een groot deel van de CO₂ afkomstig uit biomassa-gebruik wordt opgevangen en compenseert zo de resterende emissies in 2050.

- De adoptie van diverse innovatieve productietechnologieën zoals gedeeltelijke elektrificatie van stoomkraken, alternatieve productieroutes voor methanol en olefinen, en opschaling van chemical recycling.

Energie in 2050:

- Eindenergieverbruik: Het eindenergieverbruik in 2050 wordt geraamd op ongeveer 2250 PJ. De uitsplitsing naar energievector laat een significante toename in direct elektriciteitsverbruik zien ten opzichte van 2019, waarbij elektriciteit de grootste energievector wordt. Ook elektriciteit voor warmte kent een substantiële groei, terwijl het verbruik van andere warmte en stoom afneemt.
- Brandstofverbruik: Het brandstofverbruik per bron in 2050 verschuift weg van traditionele fossiele brandstoffen. Het verbruik van aardgas en stookolie neemt aanzienlijk af vergeleken met 2019. Bio-methaan komt op als een belangrijke brandstofbron, terwijl het verbruik van houtachtig biomassa eveneens toeneemt.
- Elektriciteitsverbruik: De uitsplitsing van het elektriciteitsverbruik in 2050 wijst erop dat de belangrijkste groeifactoren productie van olefinen (cracker-elektrificatie) en waterstofproductie zijn. Warmteopwekking door elektrische boilers zal naar verwachting 20% van het totale elektriciteitsverbruik bedragen.
- Geïnstalleerde warmtecapaciteit: De totale geïnstalleerde capaciteit van warmteopwekkingstechnologieën daalt als gevolg van energie-efficiëntieverbeteringen en directe elektrificatie. Bio-methaan- en elektrische boilers worden de belangrijkste warmtebronnen en vervangen aardgas- en olieketels, waarbij biomassa-ketels eveneens een rol spelen.

Feedstock en grondstoffen in 2050:

- Grondstoffenmix: De totale massa van grondstoffen die door de (petro)chemische sector wordt verbruikt, wordt door de vraaggroei ongeveer 15% hoger geschat dan in 2019. De samenstelling verandert echter drastisch:
- Het aandeel fossiele feedstock daalt tot ongeveer 35% van het totale verbruik, met een afname in nafta- en LPG-verbruik voor stoomkraken, en een overgang naar grondstoffen met lagere emissies zoals ethaan en py-nafta.
- Het aandeel bio-gebaseerde feedstock stijgt tot meer dan 40% van het totale verbruik, waaronder bronnen als bio-nafta, bio-reformate, en bio-methaan.
- Grondstoffen uit chemisch recyclen van polymeren worden een belangrijke bron, goed voor 14,6% van het totale feedstockverbruik. Dit omvat py-nafta afkomstig uit pyrolyse van kunststofafval.
- Grondstoffen zoals bio-nafta en bio-reformate worden volledig benut vanwege hun lage-emissiekenmerken voor de productie van olefinen en aromaten. De beschikbaarheid van houtachtig biomassa neemt af, wat een verschuiving naar bio-methaan voor brandstof tot gevolg heeft. Ligno-cellulose biomassa en suikerrijke gewassen worden slechts gedeeltelijk benut, omdat alternatieve productieroutes voor olefinen en methanol meer kosteneffectief zijn.

Koolstof afvang en -opslag (CCS) in 2050:

- De totale hoeveelheid afgevangen CO₂ stijgt tot bijna 35 miljoen ton.
- Het merendeel van deze afgevangen CO₂ wordt opgeslagen middels geologische opslag (CCS).
- Een kleiner deel wordt gebruikt als alternatieve grondstof in combinatie met waterstof (Carbon Capture and Utilisation - CCU).

Gebruikte technologieën in 2050:

- (Gedeeltelijke) elektrificatie van stoomkraken wordt een kerntechnologie om directe emissies van traditionele stoomkrakers terug te dringen.
- Alternatieve productieroutes krijgen aan belang, zoals methanolproductie via biomassa en CO₂-waterstof (CCU) en dehydratatie van bio-ethanol voor de productie van ethyleen.
- Chemical recycling-technologieën, met name pyrolyse van kunststofafval, worden ingezet en opgeschaald, goed voor 45,7% van het totale volume van polymeren in 2050. Ook gasificatie van gemengd plasticafval naar methanol komt aan bod.
- Methaanpyrolyse wordt toegepast voor waterstofproductie.

- **Stoomkraken:** Traditionele stoomkrakers stappen steeds meer over op grondstoffen met lagere emissies zoals ethaan, py-nafta en bio-nafta. Er wordt eveneens koolstof afvang toegepast, waardoor het aandeel uitgestoten broeikasgassen wordt verlaagd.
- **Productie van olefinen:** Hoewel stoomkraken een belangrijke route blijft, winnen alternatieve technologieën zoals dehydratatie van bio-ethanol en methanol-naar-olefinen aanzienlijk aan belang.
- **Warmteopwekking:** De dominante technologieën voor warmteopwekking in 2050 zijn bio-methaan- en elektrische boilers die ketel gebaseerd op fossiele brandstof vervangen. Ook biomassa-boilers dragen hieraan bij.
- **Waterstofproductie:** Waterstof wordt in 2050 geproduceerd via diverse technologieën, waaronder stoommethaan reforming (SMR), methaanpyrolyse en in mindere mate autotherme reforming (ATR).

Plastics Europe (2023)

De "Plastics Transition roadmap" bouwt voort op een eerder rapport, "ReShaping Plastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral Plastics System in Europe", dat een kijk bood op het realiseren van de doelstellingen van Europa voor 2050. Deze nieuwe roadmap vervangt de eerdere "Voluntary Commitment, Plastics 2030" van Plastics Europe door een meer uitgebreide set ambities die alle aspecten van de kunststof-levenscyclus bestrijken.

De studie is gebaseerd op strategische pijlers om kunststoffen circulair te maken, de levenscyclusemissies naar netto nul te drijven en het duurzaam gebruik van kunststoffen te bevorderen.

Hierbij worden prognoses gebruikt op basis van geaggregeerde resultaten van een enquête onder de leden van Plastics Europe, die een aanzienlijk deel van de Europese markt vertegenwoordigen. Tevens wordt er gebruik gemaakt van een analytisch model dat put uit diverse bronnen, waaronder literatuurstudies, individuele interviews en marktonderzoeken, om prognoses te maken over de toekomst van kunststoffen. Hierbij worden indicatoren opgesteld om de vooruitgang op het gebied van circulariteit en de uitstoot van broeikasgassen te monitoren, welke elke twee jaar geëvalueerd en gerapporteerd zullen worden.

Tegen 2050 projecteert de roadmap verschillende kerncijfers voor technologieën en bevat het aannames over diverse aspecten van het kunststoffen-systeem. Hieronder volgen enkele van de belangrijkste cijfers en aannames:

Circulariteit:

Het totale volume aan kunststoffen geproduceerd in 2050 in Europa bedraagt 64,5 Mton in een scenario waarin hergebruik de groei temperen. Zonder deze tempering door hergebruik zou de productie 76,2 Mton kunnen bereiken. Het model gaat uit van een constante verhouding tussen productie en verbruik (momenteel 1,01), wat leidt tot een geprojecteerd kunststoffenverbruik van 64 Mton in 2050.

33% van de kunststoffen die in Europa worden geproduceerd, zou circulair kunnen zijn tegen 2050. Het model gaat uit van een recyclingpercentage (inzameling voor recycling min sorteerverliezen) van 70% tegen 2050. De circulaire kunststoffen bestaan uit:

- Mechanisch gerecycleerde kunststoffen: 15,3 Mton (24%)
- Chemisch gerecyclede kunststoffen: 12,4 Mton (19%)

Biomassa:

Kunststoffen uit biomassa, 11,4 Mton of 18% van totale productie. Dit wordt gemodelleerd als een gelijke verdeling tussen bio-gebaseerde en bio-toegewezen kunststoffen, met 50% afkomstig van eerste generatie- en 50% van tweede generatie biomassa.

Carbon Capture and Storage (CCUS):

CCS, samen met energie-efficiëntie, koolstofarme brandstoffen en elektrificatie, wordt geprojecteerd om de resterende scope 1- en 2-CO₂-emissies met 55 Mton te reduceren. Kunststoffen vervaardigd uit afgevangen koolstof zullen naar verwachting tegen 2050 3,2 Mton bereiken, wat afhankelijk is van de opschaling van CCS om de afgevangen koolstof te leveren.

Waterstof:

De productie van methanol met behulp van afgevangen CO₂ en koolstofarme waterstof is een belangrijk pad voor CCU-gebaseerde kunststoffen. De behoefte aan methanol in 2050 hiervoor wordt geschat op 8,7 Mt. De roadmap

onderstreept dat er een aanzienlijke opschaling nodig is van de productie en infrastructuur voor koolstofarme waterstof.

35% van de kunststof productie zou nog steeds via fossiele grondstoffen gebeuren, gebruik makend van o.a. elektrische crackers en CCS.

PATHS 2050 Coalition VITO-Energyville (April 2025)

De PATHS2050 Coalition brengt VITO bij EnergyVille en vijf belangrijke Belgische industriële partners samen: Arcelor-Mittal, BASF, Elia, Fluxys en Luminus. De samenwerking is gericht op het uitwisselen en uitdagen van inzichten over het toekomstige Belgische energiesysteem. Het centrale doel is om de basis te leggen voor robuuste routes naar netto-nul broeikasgas (BKG) emissies tegen 2050 in België. Het project omvat het creëren van meerdere mogelijke routes richting 2050. Deze routes en inzichten zijn gebaseerd op België's meest gedetailleerde techno-economisch energiesysteemmodel (TIMES-Be) en grondige, data-gestuurde analyses. Het model berekent verschillende netto-nulscenario's en zoekt naar de meest kosteneffectieve oplossing. Het model is zo opgezet dat het netto-nul CO₂-emissies tegen 2050 aanneemt en bereikt; andere broeikasgassen zoals N₂O, CH₄ en F-gassen zijn niet opgenomen in de scope van het model.

Belangrijkste Bevindingen:

- Alle drie gemodelleerde scenario's verminderen CO₂-emissies succesvol tot bijna nul tegen 2050.
- Hoge CO₂-prijzen, aangenomen op 480 euro per ton tegen 2050, zijn effectief in het verminderen van emissies maar zijn niet voldoende op zichzelf om netto-nul in België te bereiken, waardoor aanvullende beleidsmaatregelen nodig zijn.
- Eindenergievraag (exclusief grondstoffen) in België wordt verwacht met een derde te verminderen tegen 2050, voornamelijk door efficiëntieverbeteringen en elektrificatie van eindgebruikersbehoeften zoals gebouwen (warmtepompen) en wegvervoer.
- Elektriciteitsgebruik wordt verwacht meer dan te verdubbelen in alle scenario's, van 80 TWh in 2025 naar 155-170 TWh in 2050. Elektrificatie wordt geïdentificeerd als een no-regret maatregel, met name voor gebouwverwarming en wegvervoer.
- Om aan de stijgende elektriciteitsvraag te voldoen is een significante toename van stroomproductie en capaciteit noodzakelijk, wat versnelde investeringen vereist.
- Uitbreiding van offshore windenergie (binnen en buiten Belgische territoriale wateren) is een no-regret optie en essentieel, wat netverbindingen en -versterkingen vereist.
- Het uitbouwen van PV-capaciteit is ook cruciaal, met als doel minstens 40 GW tegen 2050.
- Nieuwe gasturbines (CCGT's, WKK's) zijn nodig om sluitende nucleaire capaciteit te vervangen en kunnen draaien op synthetisch gas, biomethaan of waterstof in een netto-nul toekomst. Ten minste 7,5 GW brandstofgebaseerde thermische capaciteit is nodig tegen 2050, mogelijk oplopend tot 9,3 GW afhankelijk van het scenario.
- België blijft netto-importeur van elektriciteit in alle scenario's, met import variërend van 7 TWh/jaar (ROTORS, REACTORS) tot meer dan 30 TWh/jaar (IMPORTS).
- Koolstof afvang en -opslag (CCS) zal een cruciale rol spelen bij het verminderen van moeilijk te decarboniseren CO₂-procesemissies, hoewel het economisch niet haalbaar is voor stroomopwekking. Het model gaat ervan uit dat het opschaaft naar 20 miljoen ton per jaar vanaf 2030. Een toekomst zonder CCS is haalbaar maar duurder en vereist aanzienlijk hogere import van groene moleculen.
- Methaan blijft belangrijk in het energiesysteem, hoewel het gebruik ervan aanzienlijk afneemt tegen 2050. Het wordt uitgefaseerd in lage-temperatuurverwarming maar blijft bestaan voor hoge-temperatuur industriële processen. Gasturbines worden richting 2050 meer gebruikt als piekcentrales.
- Biomethaan en biomassa (29-43 TWh samen tegen 2050) worden gebruikt in maritiem transport, industrie en voor elektriciteits-/warmteproductie. Door biomassa te combineren met CCS in de industrie kunnen negatieve emissies worden bereikt.

- Groene moleculen (waterstof, e-methaan, ammoniak, enz.) krijgen meer belang, vooral gedreven door EU-wetgeving voor internationaal transport (luchtvaart, maritiem). Hun rol in de totale eindenergievraag is beperkt door kosten vergeleken met elektrificatie. Internationaal transport alleen zal verantwoordelijk zijn voor minstens 57 TWh in alle scenario's.
- De levering van groene moleculen hangt sterk af van import, aanzienlijk gedreven door de vraag naar internationale transportbrandstoffen, oplopend tot minstens 69 TWh tegen 2050 en mogelijk meer dan 100 TWh in het IMPORTS-scenario.
- Binnenlandse productie van groene waterstof via elektrolyzers gekoppeld aan hernieuwbare energiebronnen wordt verwacht verwaarloosbaar te zijn, met enkele uitzonderingen zoals productie mogelijk gemaakt door nucleaire Small Modular Reactors (SMR's) of als industriële bijproducten.
- Grootschalige binnenlandse lage-koolstof elektriciteitsproductie helpt de lange termijn systeemkosten te verlagen, ondanks dat er aanzienlijke initiële investeringen nodig zijn.
- De ROTORS en REACTORS scenario's hebben vergelijkbare totale systeemkosten, vereisen jaarlijkse investeringen van ongeveer 12,5 miljard euro in de elektriciteitssector tussen 2040 en 2050.
- Het IMPORTS-scenario heeft ook vergelijkbare totale systeemkosten, mogelijk ongeveer 3 miljard euro lager tegen 2050 als de kosten van geïmporteerde moleculen laag zijn. Dit scenario is echter meer vatbaar voor prijsschommelingen; als molecuulprijzen hoger zijn, zou het het duurste scenario kunnen worden, met een stijging van de jaarlijkse kosten met 8,6 miljard euro tegen 2050.

Industrie specifiek:

De analyse van de industriële sector binnen het PATHS2050-project is aanzienlijk verbeterd en beoordeeld in samenwerking met industriële partners en federaties, gebruikmakend van het gedetailleerde techno-economische energiesysteemmodel TIMES-Be. Het model maakt het mogelijk om meerdere routes voor de industriële sector te analyseren om tegen 2050 netto-nul broeikasgasemissies te bereiken. Belangrijke strategieën voor decarbonisatie die worden verkend, zijn onder meer elektrificatie van processen, de adoptie van koolstofarme brandstoffen en schone moleculen, en de implementatie van koolstofafvangtechnologieën. Het modelleren gaat uit van stabiele niveaus van industriële activiteit, waarbij energieverbruik wordt behandeld als een endogene variabele om interacties met de rest van het energiesysteem vast te leggen.

Wat betreft de uiteindelijke energievraag, in tegenstelling tot de transport- en residentiële sectoren waar de vraag aanzienlijk daalt door elektrificatie (zoals elektrische voertuigen en warmtepompen), leidt industriële elektrificatie doorgaans niet tot aanzienlijke vraagreducties. In feite kan meer energie nodig zijn om bestaande productieprocessen te decarboniseren. De energie-mix in de industrie ondergaat een diepgaande transformatie, maar de totale finale energievraag in de industrie wordt verwacht slechts ongeveer 3% lager te zijn dan de huidige niveaus (ongeveer 124 TWh) tegen 2050.

De energie-mix van de industrie zal tegen 2050 drastisch veranderen:

- Fossiele brandstoffen maken nog steeds 66% van de mix uit tegen 2030. Dit aandeel daalt tot 50% tegen 2040 en verder tot 25–40% (33–50 TWh) tegen 2050. Dit is een significante vermindering ten opzichte van het huidige aandeel van 66% (83 TWh). De vraag naar fossiele energie wordt verwacht 30% lager te zijn tegen 2040 vergeleken met 2025 (een gemiddelde vermindering van ongeveer 23 TWh).
- Elektriciteit komt naar voren als de dominante energiedrager. De industriële vraag naar elektriciteit wordt verwacht met 50–80% te stijgen, wat neerkomt op een extra 20–30 TWh tegen 2050. Tegen 2030 stijgt de vraag naar elektriciteit in de industrie met +6 TWh, mogelijk meer als Carbon Capture and Storage (CCS) beperkt is, en met +14 TWh tegen 2050. De industrie zal verantwoordelijk zijn voor 25–40% van de totale elektriciteitsconsumptiegroei in België tegen 2050.
- De overstap naar industriële elektrificatie vindt plaats in twee golven: een vroege fase (2025–2030) voor lage-temperatuurwarmte (industriële warmtepompen) en primair staal (elektrische boogovens gebaseerd

op Direct Reduction of Iron - DRI), gevolgd door een tweede golf (2045–2050) inclusief elektrische naftakrakersovens, volledig elektrische CCS, en geëlektrificeerde giet-/walsovens, vooral in het ROTORS-scenario. De thermische capaciteit van industriële warmtepompen bereikt 1,2 GWth (bijna 0,6 GWe) tegen 2050.

- De vraag naar waterstof ondergaat een significante verschuiving. Het daalt van 6 TWh tot 3 TWh tegen 2030 door geïmporteerde ammoniak die lokale productie vervangt. Tegen 2050 divergeert zijn rol per scenario: het verdwijnt bijna in het IMPORTS-scenario, volledig afhankelijk van geïmporteerde ammoniak zonder nieuwe industriële toepassingen. In de ROTORS- en REACTORS-scenario's verschuift het gebruik van waterstof van chemicaliën naar staal, non-ferrometalen en niet-metalen mineralen, oplopend tot 7 TWh. REACTORS vereist een extra 3 TWh voor voortgezette lokale ammoniakproductie.
- Het gebruik van biomethaan en biomassa gecombineerd bereikt 29-43 TWh tegen 2050 (binnenlands en import). Het verbruik van vaste biomassa in de industrie bereikt 9-15 TWh tegen 2050 (40% van het totaal beschikbare). Vaste biomassa wordt voornamelijk gebruikt in de industrie voor energie en voor elektriciteits-/warmteproductie (WKK's). Door biomassa te combineren met CCS in de industrie kunnen negatieve emissies worden bereikt.
- Schone moleculen (e.g. waterstof, e-methaan, ammoniak, synthetische brandstoffen) worden belangrijker, vooral gestimuleerd door EU-wetgeving voor internationaal transport. Hoewel hun rol in de totale finale energievraag beperkt is vergeleken met elektrificatie vanwege kosten, zijn ze nodig voor overblijvende raffinaderijactiviteiten, industriële grondstoffen en mogelijk stroomopwekking (4 TWh in ROTORS/REACTORS, tot 20 TWh in IMPORTS). Hun levering is sterk afhankelijk van import, gedreven door de vraag naar internationale transportbrandstoffen.

Het gebruik van grondstoffen wordt verwacht grotendeels ongewijzigd te blijven, ervan uitgaande dat industriële activiteiten stabiel blijven. Zonder gerichte beleidsmaatregelen zal fossiele grondstof waarschijnlijk dominant blijven (90 TWh tegen 2050), aangezien alternatieven duurder zijn. Gedeeltelijke import van ammoniak en methanolsynthese (9 TWh e-methanol grondstof in ROTORS, reductie van fossiele grondstof met 14 TWh) kan fossiel grondstofgebruik bescheiden verminderen.

In termen van emissiereductie:

- Industriële CO₂-emissies zijn momenteel ongeveer 27 MtCO₂, een vermindering van 35% ten opzichte van 1990.
- Tegen 2030 voorspellen alle scenario's een verdere vermindering van ongeveer 4 MtCO₂, wat neerkomt op een reductie van 46% ten opzichte van de niveaus van 1990. Significante reducties zijn haalbaar in sectoren zoals papier, voedsel en ammoniak tegen 2030.
- Van 2030 tot 2040 divergeert het reductietempo: ROTORS daalt gestaag (4% jaarlijkse reductie) tot 14 MtCO₂ (beperkte CCS). REACTORS en IMPORTS versnellen (14% jaarlijkse reductie) tot 5 MtCO₂ (snellere grootschalige CCS, sterkere stimulans). Tegen 2040 zal de industrie emissies met 45-80% hebben verminderd ten opzichte van de huidige niveaus.
- Tegen 2050 bereiken alle scenario's een reductie van 95% in industriële emissies ten opzichte van vandaag, en 97% ten opzichte van 1990.
- De CO₂-intensiteit van het finale energieverbruik in de industrie wordt verwacht te dalen van bijna 215 gCO₂/kWh vandaag tot 8-13 gCO₂/kWh tegen 2050.

Carbon Capture and Storage (CCS) speelt een cruciale en dominante rol bij het decarboniseren van de industrie in alle scenario's, bijdragend aan 50–70% van de totale emissiereducties (13–18 MtCO₂) tegen 2050. De resterende reducties (7–14 MtCO₂) komen voort uit elektrificatie, biomassa en schone moleculen. Gevangen volumes variëren van 14 tot 20 MtCO₂ per jaar tegen 2050. Het model gaat ervan uit dat CCS opschaalt naar 20 miljoen ton per jaar vanaf 2030 en constant blijft tot 2050, behalve in ROTORS waar opslag beperkt is. CCS wordt eerst ingezet in sectoren met sterk geconcentreerde emissies zoals ammoniak en ethyleenoxide (Kairos@C-project rond 2030).

Naarmate de CO₂-prijs stijgt (tot €295/t tussen 2035-2040), schaaft de niet-metalen minerale sector CCS op. Na 2040 breidt de adoptie zich uit naar staal, hoogwaardige chemicaliën en raffinaderijen. Brede CCS-inzet in chemicaliën, staal en niet-metalen mineralen versnelt de transitie in REACTORS en IMPORTS. Een toekomst zonder CCS is haalbaar maar duurder en vereist hogere import van groene moleculen. Koolstofopslagkosten buiten België worden verwacht te dalen tot €37/t tegen 2050. Het ROTORS-scenario, met beperkte opslagcapaciteit (10 MtCO₂/jaar), hergebruikt gevangen fossiele koolstof voor methanolsynthese (CCU), hoewel huidige EU-wetgeving beperkte beloningen biedt voor CCU tenzij permanent. CCUS kan tussen de 7–10 TWh aan energie vereisen tegen 2050.

Bijlage 4: Overzicht van stakeholders die geconsulteerd werden in de interviews

Organisaties
VLAIO
VEKA
OVAM
Departement WEWIS
Departement Omgeving
Essenscia
Steelbel
Energia
Febeg
VOKA
ACV
ABVV
ACLVB
BBL
Fluxys
Elia
Port of Antwerp-Bruges
North-Sea Port
BASF
Arcelor Mittal
Borealis
Ineos
Total Energies
Air Liquide
Catalisti
VITO
Worley
Cefic

Bijlage 5: Samengevatte technologie inzichten uit interviews

Chemie

Elektrificatie

Alle bedrijven bekijken elektrificatie maar grote investeringen blijven voorlopig uit. De hogere kostprijs van elektriciteit is hierbij een belangrijke factor. Voorlopig vinden enkel kleinere investeringen in e-boilers plaats die kunnen ingezet worden om bijvoorbeeld extra warmtevraag op te vangen. Tot dusver geen indicaties van grote e-boiler investeringen voor 2030. Een interessante mogelijkheid is de collectieve voorziening van stoom via e-boilers. Dit kan de kosten-efficiëntie van e-boilers zowel op vlak van OPEX en CAPEX verbeteren.

Elektrificatie van grote procesinstallaties zoals steam-crackers vordert technologisch gezien en zou tegen 2035 zeker op grote schaal beschikbaar moeten zijn. Naast de kostprijs van elektriciteit speelt hier ook de beschikbaarheid van CO₂vrije elektriciteit een grote rol.

Naast het verminderen van de directe emissies focussen bedrijven ook op de reductie van zogenaamde scope 2 indirecte emissies. In dat kader hebben enkele grote bedrijven reeds power purchase agreements afgesloten voor groene stroom en/of zelf geïnvesteerd in hernieuwbare energie. Deze investeringen blijken vooral vraag gedreven vanuit de verdere waardeketen (e.g. klanten die producten wensen te vergroenen).

Wat betreft elektrificatie is de conclusie dat de 2020 contextanalyse het potentieel waarschijnlijk onderschat heeft maar dat de grote transitie van fossiele stoom naar e-boilers pas vanaf 2030 zal plaatsvinden en voornamelijk zal afhangen van de kostprijs van elektriciteit.

CC(U)S

CC(U)S blijft een heel belangrijke component in de plannen van de Vlaamse chemie (en staal). Indien aanstaande final investment decisions (“FID’s”) dit jaar doorgaan dan is de kans reëel dat reeds tegen 2030 de belangrijkste emissiereducties voortvloeien uit CCS. In eerste instantie zal de focus liggen op processen met hoge CO₂ concentratie (e.g. SMR/ATR, ethyleen oxide). Technologisch staat dit min of meer op punt. Met de toevoeging van cryogene opvang en zuivering van CO₂ zal ook gemakkelijker voldaan worden aan de normen voor transport en opslag van CO₂.

Belangrijke barrières op dit moment zijn de CAPEX die omwille van inflatie de afgelopen jaren heel erg gestegen is en onzekerheid rond implementatie van de REDIII directieve (die de focus legt op doelstellingen voor gebruik van groene waterstof in de industrie maar rond blauwe waterstof ambigu is).

Na 2030 en mits de doorontwikkeling en efficiëntieverbetering van opvang van lage CO₂ concentratie restgassen zal het gebruik van CCS verder kunnen groeien. Dit zal dan moeten afgewogen worden ten opzichte van de investerings- en vooral operationele kost van elektrificatie.

In dit opzicht blijven de veronderstellingen in de context-analyse uit 2020 geldig met voorbehoud voor hogere elektrificatie na 2030.

Waterstof

Uit de interviews met stakeholders en enkele onderzochte roadmaps blijkt dat de rol van waterstofproductie via elektrolyse in Vlaanderen (heel) beperkt zal zijn. Hoogstwaarschijnlijk met uitzondering van elektrolyse voor productie van RFNBO's waarvoor (langs de raffinage zijde) bindende doelstellingen bestaan.

De inzet van waterstof zal zich hoogstwaarschijnlijk beperken tot feedstock voor processen en productie van RFNBO's. Deze laatste kunnen afhankelijk van Europese doelstellingen wel tot grotere vraag naar groene waterstof leiden. De kans is klein dat waterstofboilers ooit economisch rendabel worden.

Blauwe waterstof zal op korte termijn de norm zijn in Vlaanderen, als de geplande investeringen met betrekking tot CCS plaatsvinden.

Over de schaal en type van waterstof-import bestaat nog grote onzekerheid. Groene methanol en ammoniak lijken hiervoor (ook op basis van investeringen die in het buitenland plaatsvinden) mogelijke frontrunners te zijn.

De 2020 contextanalyse en roadmap trok reeds de kaart van blauwe waterstof maar voorzag ook grote investeringen in lokale elektrolyse-capaciteit. Dit laatste moet bijgesteld worden.

Circulariteit

Met betrekking tot circulariteit van kunststoffen (op materiaalniveau) en in het bijzonder chemische recyclage is er de vaststelling dat de vooruitgang met betrekking tot grote projecten en nieuwe investeringen wat uitblijven. Zo blijven er (beperkte) technische en economische uitdagingen bij solvolyse van onder andere PET. De andere technologie die nu vaak gekozen wordt is pyrolyse van kunststofafval met producten die als drop-in in klassieke krakers kunnen gebruikt worden. Het potentieel voor drop-in kan vrij hoog zijn (ten opzichte van 10% die in het verleden gehanteerd werd). Belangrijkste bottlenecks hier zijn de beschikbaarheid van een zuivere/gelijkmatige stroom van kunststofafval. Om deze technologie op te schalen zal er vooral moeten geïnvesteerd worden in de upstream waardeketen en logistiek. De andere uitdaging heeft te maken met de hogere kosten voor dit type recyclage, zeker in een competitieve markt voor polymeren. Het ontbreken van meer bindende doelstellingen voor recyclage van kunststoffen samen met bescherming van de competitiviteit van deze productie (e.g. ten opzichte van goedkope import) staat verdere groei en investeringen in de weg.

Staal

Op basis van interviews met experts, berichtgeving en projecten gefinancierd door het ETS innovatiefonds lijkt het traject voor Vlaanderen nog steeds een combinatie te zijn van de hierboven genoemde opties. Hieruit lijkt de meest waarschijnlijke optie:

- Het vervangen van een hoogoven door DRI samen met 1 of 2 elektroboogovens die naast het verwerken van ‘sponge iron’ uit de DRI ook een grotere hoeveelheid gebruikt staal kunnen recycleren.
- De DRI zal in eerste instantie aardgas als feedstock gebruiken maar kan zonder problemen (nadien) op waterstof overschakelen. De waterstof zelf zal hoogstwaarschijnlijk geproduceerd worden via een ATR (autothermal reformer) met CCS via een gelinkt project in de Gentse zeehaven. Het grootschalig gebruik van elektrolytische waterstof voor staalproductie in Vlaanderen lijkt onwaarschijnlijk wegens de hoge kost en het ontbreken van kosten-efficiënte opties om waterstof op grote schaal te importeren op korte (voor 2030) of middellange termijn (voor 2040).
- Een andere hoogoven kan gebruik maken van een combinatie van de hierboven vermelde technologieën: injectie van waterstof, biomassa-afval, gasificatie van (kunststof)afval en CCU via het steelanol proces.

De contextanalyse uit 2020 en roadmap hield geen rekening met de mogelijke uitbouw van een DRI en EAF-installatie. De praktische verschillen met bovenstaande plannen zullen onder andere een grotere inzet van gerecycleerd staal in Vlaanderen zijn, samen met een beperktere (maar nog steeds grote) inzet van CCS, voor blauwe waterstof die in DRI ingezet wordt en voor reductie van emissies van bestaande hoogoven. Er blijft omwille van de huidige penibele context voor staalproductie in Europa een groot vraagteken wanneer en of de investeringen in nieuwe productie-installaties en de DRI in het bijzonder genomen zullen worden. Het lijkt in elk geval op korte en middellange termijn onwaarschijnlijk dat de DRI gebruik zal maken van elektrolytische waterstof.

Raffinage

Voor raffinage verandert er niet veel ten opzichte van de 2020 roadmap volgens de feedback gekregen in de interviews. Het toepassen van koolstofopvang is nog altijd een belangrijke mitigatie-optie. In eerste instantie voor de lokale waterstofproductie en nadien eventueel voor katalytische krakers en boilers. Ook elektrificatie van lagere temperatuurwarmte is een mogelijkheid.

De raffinagesector zal zich ook meer richten op Sustainable Aviation Fuels (voornamelijk via biomassa) en RFNBO's (renewable fuels of non-biological origin) gestuurd door Europese normen die een vraag naar deze producten genereren. Dit betekent ook dat deze industrie hoogstwaarschijnlijk op grotere schaal in electrolyzers voor waterstofproductie zal investeren omdat de hogere kosten kunnen doorgerekend worden.

Er blijft grote onzekerheid over de toekomstige nood aan raffinage in Europa door de verwachte reductie aan de vraagzijde voor fossiele brandstoffen. Net als in de 2020 roadmap blijft de veronderstelling dat de Vlaamse raffinaderijen door locatie, efficiëntie en integratie met de (petro)chemische sector zich eerder aan de staart van mogelijke sluitingen bevinden. Maar dit blijft een punt om met aandacht op te volgen.



About Deloitte

A leading audit and consulting practice in Belgium, Deloitte offers value added services in audit, accounting, tax and legal, consulting, financial advisory services, and risk advisory services.

In Belgium, Deloitte has more than 6,000 employees in 11 locations across the country, serving national and international companies, from small and middle-sized enterprises to public sector and non-profit organisations.

Deloitte Belgium BV is the Belgian affiliate of Deloitte NSE LLP, a member firm of Deloitte Touche Tohmatsu Limited. Deloitte is focused on client service through a global strategy executed locally in more than 150 countries. With access to the deep intellectual capital in the region of 415,000 people worldwide, our member firms (including their affiliates) deliver services in various professional areas covering audit, tax, consulting, and financial advisory services. Our member firms serve over one-half of the world's largest companies, as well as large national enterprises, public institutions, and successful, fast-growing global companies.

Deloitte refers to a Deloitte member firm, one or more of its related entities, or Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee ("DTTL"). DTTL and each 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 for a detailed description of DTTL and its member firms.