



Rijksoverheid

A photograph of an industrial facility, likely a chemical plant, with several tall smokestacks emitting thick white plumes of smoke. The facility is situated behind a grassy field in the foreground. The sky is blue with some clouds.

Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie

Samenvatting

Koolstof is een fundamentele bouwsteen voor de chemische industrie om producten te maken zoals kunststoffen, coatings, wasmiddelen en medische producten. Nu komt deze koolstof voornamelijk uit fossiele grondstoffen, zoals aardolie en aardgas. Om toekomstig verdienvermogen veilig te stellen en strategische afhankelijkheden te verminderen, moet het fossiele grondstoffengebruik zoveel mogelijk worden uitgefaseerd. Door koolstof uit duurzame bronnen te gebruiken kan een klimaatneutrale en circulaire economie worden bereikt en de strategische autonomie van Nederland worden vergroot. Duurzame koolstof kan uit secundaire grondstoffen, duurzame biograndstoffen en CO₂ worden gewonnen. Hoe een klimaatneutrale en circulaire koolstofchemie eruitziet, alsook de weg daarnaartoe, is nog onduidelijk. Daarom zijn deze visie en transitiepad voor het verduurzamen van het koolstofgebruik in de chemische industrie opgesteld.

In de toekomst blijft de chemische industrie van economisch belang voor Nederland door de positie van de Nederlandse chemie in Europa. Dit betekent dat de Nederlandse sector een sleutelrol heeft in het sluiten van de koolstofketen en in circulariteit. Door toenemende circulariteit, mondiale concurrentie en opbouw van nieuwe productieketens speelt de basischemie in Nederland in de toekomst een potentieel kleinere, maar zeker belangrijke rol.

De grondstoffentransitie is uitdagend, omdat de opschaling van het gebruik van duurzame technologieën voor de sector veel tijd en middelen vergen. Daarbij komen structureel hogere operationele kosten. Dit terwijl de concurrentiepositie van de sector onder hoge druk staat door hoge energieprijzen gecombineerd met mondiale overproductiecapaciteit. Tegelijkertijd biedt de transitie naar duurzame koolstof kansen voor strategische autonomie en het verdienvermogen van Nederland. Op korte termijn zijn interventies daarom noodzakelijk om de transitie in gang te zetten en toekomstperspectief te bieden aan de industrie.

De grondstoffentransitie in de chemie is in 2050 een heel eind op weg en de sector ziet er anders uit. Er komen nieuwe technologieën op in drie hoofdroutes: **1) directe vervanging**; het ombouwen van de bestaande petrochemie voor gebruik van duurzame feedstock; **2) alternatieve routes**; het opbouwen van nieuwe routes met een bestaande, breed inzetbare output; en **3) nieuwe chemie**; het opbouwen van de productie van nieuwe chemicaliën- en kunststoffen voor verbeterd koolstofrendement, energiegebruik en functionaliteit. Dit betekent dat er een verschuiving plaatsvindt naar een complexer systeem met vele routes en grondstoffen. Schaarste in grondstoffen, energie en (milieu)ruimte vraagt om hoogwaardige inzet van duurzame koolstof in de meest efficiënte processen.

Het transitiepad kent onzekerheden. Met deze visie geeft het kabinet richting en inzicht in wat er op welk moment moet gebeuren om dit eindbeeld te bereiken. In de periode richting 2030 bevinden chemische bedrijven en recyclers zich in een lastige marktpositie. Tegelijkertijd worden de eerste *first-of-a-kind* fabrieken gebouwd. Na 2030 vinden grotere veranderingen plaats dankzij Europese productregelgeving voor recycling en de aanleg van de benodigde infrastructuur. Hernieuwbare brandstofproductie wordt verder opgebouwd. Duidelijkheid over Europese beleidsinterventies voor duurzame koolstof als grondstof voor chemicaliën en materialen is in deze periode noodzakelijk voor het slagen van de transitie. Door geleidelijke afbouw van fossiel grondstofgebruik wordt fysieke en milieuruimte gecreëerd voor duurzame productie. In de verdere periode richting en na 2040 worden nieuwe technieken opgeschaald en geoptimaliseerd, mede dankzij een steeds meer gestandaardiseerde markt en beschikbare hernieuwbare energie.

Om de transitie te laten slagen zet het kabinet in op het creëren van een Europese vraag naar en markt voor (producten gemaakt van) duurzame koolstof, waarbij reststromen en grondstoffen zijn geharmoniseerd en gestandaardiseerd voor de handel. Tegelijkertijd wordt geïnvesteerd in kennis en innovatie zodat de opbouw van een duurzame koolstofchemie in Nederland plaats kan vinden. Ook is gericht overheidsbeleid noodzakelijk om de energiekosten in Nederland niet significant uit de pas te laten lopen met buurlanden, zodat Nederlandse bedrijven kunnen concurreren met het buitenland en de transitie ook in Nederland kan plaatsvinden. Daarvoor is voldoende betaalbare energie en energie-infrastructuur nodig, en sturing op effectief gebruik van schaarse (fysieke en milieu)ruimte en duurzame grondstoffen.

De visie en het transitiepad zijn opgesteld op basis van sessies met belanghebbenden, verschillende onderzoeken naar de haalbaarheid, betaalbaarheid en mogelijkheden om fossiel grondstofgebruik te minimaliseren in 2050 en een onafhankelijk expertadvies over de toekomst van duurzame koolstofchemie.

Voor de implementatie van deze visie wordt in 2026 een beleids- en uitvoeringsagenda met acties voor de overheid en private spelers voor de komende vijf jaar uitgewerkt. Er wordt een jaarlijkse voortgangsdialoog met de gehele sector en keten georganiseerd, zodat de behoefte aan bijsturing kan worden bepaald. Ook wordt de voortgang jaarlijks gemonitord en geëvalueerd via de Monitor Energiesysteem, de Energienota en de Routekaart Nationaal Plan Verduurzaming Industrie (NPVI). Elke vijf jaar dient er een evaluatie en actualisatie van de visie plaats te vinden.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Leeswijzer	5
1 Afbakening en doelstelling	6
1.1 Aanleiding en doelstelling	6
1.2 Definitie van duurzame koolstof	7
1.3 Duurzaam koolstofgebruik noodzakelijk	8
2 Visie op koolstofchemie	10
3 Transitiepad naar 2050	13
4 Beleidsstrategie	15
4.1 Inzet kabinet	15
4.2 Uitgangspunten	16
5 Context van koolstofchemie	19
5.1 Huidige situatie	19
5.2 Internationale en Europese context	21
5.3 Grondstoffentransitie en overige transitie's	24
6 Duurzame koolstofbronnen	27
6.1 Drie grondstofbronnen	27
6.2 Aanbod van grondstoffen	39
7 Financiering	42
7.1 Publieke financiering	42
7.2 Private financiering	43
8 Implementatie	45
8.1 Beleid- en uitvoeringsagenda	45
8.2 Jaarlijks voortgangsdialoog	45
8.3 Periodieke actualisatie	45
Bijlagen	46
Bijlage 1: Toelichting publieke belangen NPE	46
Bijlage 2: Kansen en risico's in de transitie naar duurzame koolstof	48

Leeswijzer

Om een klimaatneutrale en circulaire economie te bereiken in 2050 heeft het kabinet het streven geuit om het gebruik van fossiele grondstoffen te minimaliseren. Hoe dit eruit ziet voor de chemie, die hoofdzakelijk gebruik maakt van fossiele grondstoffen, is onduidelijk. Deze visie schetst een eerste beeld van de toekomstige koolstofchemie in Nederland, gebaseerd op duurzame koolstof (secundaire grondstoffen, duurzame biograndstoffen en CO₂) en de weg daarnaartoe.

Deze visie dient inzicht te geven in welke stappen partijen – zowel overheid als industrie – op korte termijn kunnen en moeten nemen om de transitie naar een duurzame koolstofchemie te realiseren. Deze visie is vormgegeven binnen de bredere kaders van circulaire, klimaat-, energie- en milieubeleid zoals deze zijn uitgezet in het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE), het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie (NPVI) en het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE).

De visie tracht inzicht te geven in de opgave voor de chemie en de randvoorwaarden, risico's, maar vooral ook de kansen te identificeren voor het creëren van een toekomstige duurzame Nederlandse chemische industrie. Tegelijkertijd dient te worden opgemerkt dat deze visie is opgesteld in een economisch moeilijke tijd voor de (chemische) industrie in Nederland en de rest van Europa. Deze omstandigheden benadrukken het belang om nu na te denken over hoe een duurzame koolstofchemie te realiseren is in Nederland.

Hoofdstuk 1 beschrijft de afbakening van deze visie en begint met de aanleiding en doelstelling van deze visie. Er wordt een definitie gegeven voor duurzame koolstof en beschreven waarom de transitie naar duurzaam koolstofgebruik noodzakelijk is.

Hoofdstuk 2 schetst een visie van de gewenste chemie in 2050 en **hoofdstuk 3** beschrijft het gewenste pad dat deze transitie kan volgen om daar te komen. Vervolgens wordt in **hoofdstuk 4** de benodigde beleidsstrategie voor het bewerkstelligen van de transitie uiteengezet met de inzet van het kabinet en uitgangspunten waar het beleid op gestoeld moet zijn.

In **hoofdstuk 5** staat de context van de koolstofchemie beschreven. Eerst wordt de huidige situatie van de chemische industrie beschreven. Daarna wordt de internationale context waarin de chemie momenteel verkeert beschreven. Als laatste wordt beschreven hoe de transitie naar duurzame koolstof kan bijdragen aan de transitie naar een klimaat neutrale, circulaire en gezonde en veilige leefomgeving in 2050.

Vervolgens beschrijft **hoofdstuk 6** hoe de vraag naar chemicaliën en materialen naar verwachting zal ontwikkelen. Ook wordt aan de hand van de drie verschillende duurzame koolstofbronnen beschreven welke technische opschalingsmogelijkheden er zijn, welke rol de verschillende duurzame koolstofbronnen in Nederland kunnen spelen en wat daarvoor nodig is. Kort wordt ingegaan op het aanbod van deze koolstofbronnen.

Hoofdstuk 7 gaat nader in op financiering; een belangrijke randvoorwaarde voor het mogelijk maken van de transitie.

Hoofdstuk 8 besteedt tot slot aandacht aan hoe deze visie geïmplementeerd en verankerd wordt in beleid.

1 Afbakening en doelstelling

1.1 Aanleiding en doelstelling

Fossiele grondstoffen, zoals aardolie en aardgas, worden voor energie- en brandstofproductie gebruikt, maar ook als grondstof in de chemische industrie. Met deze grondstoffen worden producten gemaakt die wij elke dag gebruiken, zoals kunststoffen, coatings, wasmiddel en medische producten. Het gebruik van fossiele grondstoffen voor chemie is grofweg evenveel als het gebruik in de binnenlandse mobiliteit¹. Daarmee is de chemie een grootverbruiker van fossiele grondstoffen. In het licht van de dalende productie van de chemische industrie in Nederland en Europa wordt het belangrijker om een beeld te schetsen van een toekomstbestendige en duurzame chemie. Toenemende concurrentie van buiten Europa en stijgende energie- en grondstofprijzen in Europa betekenen dat de huidige fossiele koolstofchemie onder druk staat en naar verwachting zal blijven staan. Het overschakelen naar duurzame productiemethoden is daarom noodzakelijk voor meer strategische autonomie en toekomstig verdienvermogen.

Door het zoveel mogelijk uitfaseren van fossiel grondstoffengebruik en het opbouwen van gebruik van duurzame grondstoffen in de productie van de chemische industrie, kan een klimaatneutrale en circulaire economie worden bereikt. De bouwstenen waterstof en koolstof die nu uit fossiele bronnen worden gewonnen, moeten in de toekomst uit duurzame bronnen komen². Voor waterstof bestaat het Nationaal Waterstof Programma³, maar een visie op duurzaam koolstofgebruik in de chemie ontbrak nog.

In het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) 2023 - 2030⁴ is het doel opgenomen om in 2050 volledig circulair te zijn. Het NPCE omschrijft een volledig circulaire economie als een economie waarin de milieueffecten van het grondstoffen gebruik van alle Nederlandse productie en consumptie binnen de planetaire grenzen blijven⁵. In het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie⁶ wordt dit onderschreven en wordt benadrukt dat het fossiele grondstofgebruik omlaag moet. In het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) is dit vastgelegd in het streven om het gebruik van fossiele grondstoffen zo veel mogelijk te minimaliseren in 2050. Een klimaatneutraal energiesysteem laat gebruik van fossiele grondstoffen nog wel toe, mits dit wordt gecompenseerd met het afvangen van CO₂. Hoe een klimaatneutrale en circulaire koolstofchemie eruitziet, alsook de weg daarnaartoe, is nog onduidelijk. Het kabinet heeft daarom met inbreng van een grote groep belanghebbenden een visie en transitiepad voor het verduurzamen van het koolstofgebruik in de chemische industrie opgesteld.

Deze visie bouwt voort op het ontwikkelpad voor de koolstofketen in het NPE en gaat nader in op de effecten en consequenties van de grondstoffentransitie in de chemische industrie. Deze visie schetst een beeld van het toekomstige koolstofgebruik van de chemie en geeft inzicht in de opgave en de stappen die partijen – zowel overheid als industrie – op korte termijn kunnen en moeten nemen om deze transitie te realiseren.

1 [Energiebalans: aanbod, omzetting en verbruik | CBS](#).

2 Deze visie richt zich op de organische chemie, waarin koolwaterstofverbindingen centraal staan, met als doel de-fossilisering van de koolstofbronnen. De anorganische chemie, zoals de productie van staal, is weliswaar niet gebaseerd op koolstof, maar is wel nauw verweven met de organische chemie. In de opvolging van deze visie dient de interactie met de anorganische chemie en andere sectoren te worden meegenomen.

3 [Home | Nationaal Waterstof Programma](#).

4 [Nationaal Programma Circulaire Economie 2023 - 2030 | Beleidsnota | Rijksoverheid.nl](#).

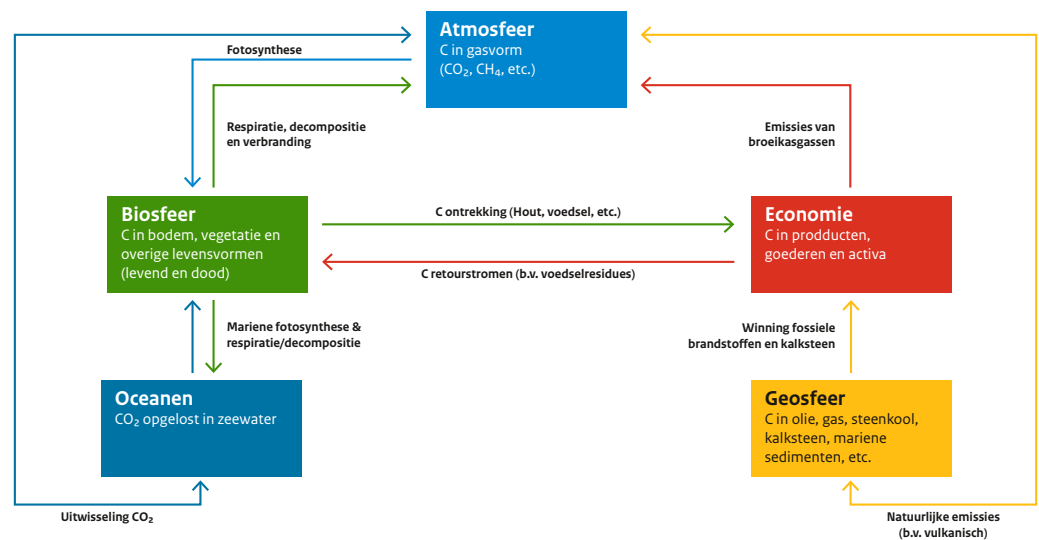
5 Het kabinet werkt aan een actualisatie van het NPCE en de doelen voor een circulaire economie. Het streven is om het vernieuwde NPCE in het najaar met de Tweede Kamer te delen.

6 [Routekaart NPVI: Van grijs naar groen](#).

1.2 Definitie van duurzame koolstof

Waar de koolstof in de huidige situatie grotendeels van fossiele oorsprong is, zal de koolstof in de toekomst van duurzame bronnen moeten komen. Duurzame koolstof omvat alle koolstofbronnen die het gebruik van extra fossiele koolstof uit de geosfeer vermijden of vervangen. Dit betekent dat duurzame koolstof afkomstig kan zijn uit de biosfeer, atmosfeer of economie. Duurzame koolstof circuleert tussen de biosfeer, atmosfeer of economie en creëert daarmee een circulaire koolstofkringloop, zie figuur 1.⁷

Figuur 1: Koolstofboekhouding van een land en de interacties tussen de reservoirs



Door het gebruik van secundaire grondstoffen (recycling) blijven grondstoffen in de economie, waarmee het gebruik van extra koolstof wordt vermeden. Deze secundaire grondstoffen kunnen oorspronkelijk van fossiele oorsprong (uit de geosfeer) zijn of van niet-fossiele oorsprong (uit de bio- of atmosfeer). Wanneer het in deze visie gaat over secundaire grondstoffen gaat het over koolstofhoudende materialen, bijvoorbeeld recycleert afkomstig van kunststofafval. Zowel postindustriële- als postconsumentrecycleert vormen belangrijke bronnen van secundaire grondstoffen.

Naast secundaire grondstoffen zijn duurzame biograndstoffen en CO₂ de twee andere duurzame koolstofbronnen die het gebruik van fossiele koolstof kunnen vervangen. Biograndstoffen omvatten al het materiaal dat afkomstig is van plantaardige of dierlijke bronnen. Biograndstoffen kunnen afkomstig zijn uit gewassen, bomen en planten, algen en dierlijke producten. Biogene primaire, rest- en afvalstromen spelen allen een rol in de transitie. De productie van biograndstoffen kan nadelige milieueffecten hebben en het is daarom van belang om alleen het gebruik van duurzame biograndstoffen te stimuleren (zie ook [hoofdstuk 5.3](#)).

CO₂ kan worden afgevangen bij industriële processen, uit de atmosfeer of uit oppervlaktewater en vervangt daarmee de behoefte aan extra fossiele koolstof. Naast CO₂ kan ook CO worden afgevangen bij industriële processen. CO en CO₂ uit industriële processen kan van fossiele of biogene oorsprong zijn. Ook CO₂ uit fossiele bronnen kan aan het begin van de transitie een rol spelen, omdat fossiele CO₂ beter beschikbaar en betaalbaar is ten opzichte van biogene of atmosferische CO₂ en zo de benodigde techniekopschaling kan plaatsvinden. Naar mate de transitie vordert, zal het gebruik van CO₂ uit fossiele bronnen steeds meer worden vervangen door CO₂ van atmosferische of biogene oorsprong.

⁷ [De koolstofboekhouding van Nederland | CBS](#).

1.3 Duurzaam koolstofgebruik noodzakelijk

15% van de mondiale olievraag en 5% van de mondiale gasvraag wordt voor toepassingen in materialen gebruikt.⁸ In de hele waardeketen komen broeikasgasemissies vrij: de winning van olie gaat gepaard met emissies; bij de raffinaderij, kraker en in de verwerking wordt CO₂ uitgestoten; tijdens het ver- of gebruik van de producten kunnen emissies vrijkomen en ten slotte bij afvalverbranding komt de in producten opgeslagen koolstof vrij als CO₂. Sommige van deze emissies kunnen worden gereduceerd met het reeds ingezette pad van de energietransitie, maar dat geldt niet voor de (fossiele) emissies die tijdens het gebruik van de producten of in de afvalfase vrijkomen. Daarnaast bestaan er ook andere nadelige milieueffecten van fossiel koolstofgebruik, zoals milieuvervuiling bij de winning van aardolie. Duurzaam koolstofgebruik lost niet noodzakelijkerwijs alle nadelige milieueffecten op (zoals plasticsoep, zwerfafval, microplastics, etc.), maar de transitie biedt ook de kans om producten slimmer en anders te ontwerpen, zodat producten herbruikbaar, recyclebaar en veilig voor mens en milieu zijn (zie [hoofdstuk 5.3](#)).

Ook de economische situatie benadrukt het belang om in te zetten op duurzaam koolstofgebruik in de chemische industrie. De huidige Europese fossiele koolstofchemie verliest haar concurrentievermogen (zie [hoofdstuk 5.2](#)) en zal naar verwachting onder druk blijven staan. Het overschakelen naar duurzame productiemethoden is het toekomstperspectief voor de Europese chemie. Daarnaast is de beschikbaarheid van fossiele grondstoffen in de chemie, zoals nafta, sterk gekoppeld aan het gebruik van fossiele grondstoffen voor de productie van brandstoffen. Dit betekent dat het afbouwen van fossiele brandstoffen ook effecten heeft op de toekomstige (betaalbare) beschikbaarheid van nafta. Ook zullen er nieuwe platformmoleculen ontstaan, die zowel als brandstof of als grondstof in de chemie kunnen worden ingezet, zoals bijvoorbeeld methanol. Dit resulteert in een verdere integratie van brandstoffenproductie en chemie.⁹ Het investeren in duurzame productie bereidt de industrie voor op een toekomst waarin duurzame producten de standaard zijn. Op dit moment is er echter nog nauwelijks een markt voor groene producten doordat afnemers en consumenten de meerprijs voor duurzame producten nog onvoldoende willen betalen, waardoor investeringen achterblijven (zie [hoofdstuk 7.2](#)). Investeren in duurzame koolstof draagt bij aan ons toekomstige verdienvermogen: het beslaat verschillende groeimarkten voor Nederland, zoals de innovatieve en hoogwaardige materialen in de procesindustrie, *Carbon Capture & Utilisation* (CCU) en circulaire materialen.¹⁰ Daarnaast kan circulair gebruik van meer diverse grondstoffen leiden tot minder risicovolle geopolitieke afhankelijkheden en verbeterde strategische autonomie.

In het najaar van 2024 hebben de ministeries van Klimaat en Groene Groei en Infrastructuur en Waterstaat gevraagd aan het consortium van onderzoeksbureaus Tauw, Rebel en Drift om een verkenning uit te voeren naar de transitiepaden naar een duurzame koolstofchemie. Het rapport, uitgevoerd samen met TAUW en Rebel, beschrijft vier mogelijke transitiepaden en de lessen die daaruit zijn te trekken. De vier transitiepaden omschrijven een toekomst waarin;

- Europees beleid sterker stuurt op de vergroening van de industrie,
- Europees beleid wegens geopolitieke spanningen sterker stuurt op strategische autonomie,
- De maatschappij zich afkeert van plastics,
- Een technologische doorbraak leidt tot een versnelling van de transitie.

⁸ [Use of natural gas and oil as a source of feedstocks \(Energy Economics 2020\)](#).

⁹ [kranenburg-2025-circulaire.pdf](#).

¹⁰ [Dialogic Groeimarkten voor Nederland](#).

Deze transitiepaden lijken in de snel veranderende realiteit niet meer ondenkbaar en moeten daarom als serieuze scenario's worden meegenomen in toekomstig beleid.

Kader 1: Benodigde investeringen voor de transitie naar een fossielvrij versus klimaatneutraal energiesysteem, bron Publieke Zaken, Energy Research Strategy en QuoMare¹¹, PBL¹², TNO¹³

Het kabinet streeft naar het minimaliseren van fossiel grondstofgebruik in 2050, zoals geformuleerd in het Nationaal Plan Energiesysteem.

In de Trajectverkenning Klimaatneutraal komt het PBL tot de conclusie dat volledige uitfasering van fossiele brand- en grondstoffen in 2050 leidt tot forse meerkosten en alleen mogelijk is bij voldoende beschikbaarheid van biograndstoffen en waterstof. Aannames met betrekking tot de prijs en beschikbaarheid van CCS-capaciteit is hierbij ook een belangrijke factor. Een rapport van Publieke Zaken komt tot een vergelijkbare conclusie. TNO concludeert in recent onderzoek (Fossil-free energy system and the chemical industry in the Netherlands – TNO 2025) dat in een klimaatneutraal scenario het gebruik van fossiele grondstoffen aanzienlijk zal zijn verminderd, maar nog wel significant zal zijn. Een fossielvrij energiesysteem vraagt snelle en grote opschaling van schone elektriciteit en waterstof en significante hoeveelheden beschikbare biomassa. Dit leidt ook tot €7.7 tot €12.8 miljard per jaar additionele systeemkosten in en na 2050.

Uit deze onderzoeken blijkt dat volledige uitfasering van fossiele bronnen een aanvullende opgave is en meer beslag legt op schaars beschikbare bronnen dan enkel klimaatneutraliteit. Bovendien is de haalbaarheid sterk afhankelijk van de internationale markt- en beleidscontext. Tegelijkertijd heeft het minimaliseren van het fossiele grondstoffengebruik ook belangrijke voordelen (zie ook het NPE). Bij beleidskeuzes is het van belang om alle klimaat-, milieu-, energie-, economische en maatschappelijke effecten van een fossielvrije versus een klimaatneutrale industrie zorgvuldig mee te wegen. Om te bepalen tot op welk niveau uitfasering van fossiele grondstoffen wenselijk, is meer onderzoek nodig.

11 070824-Grote-kostenverschillen-in-keuzes-klimaatbeleid-PZ-ERS-Quo-Mare-1.pdf.

12 Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050.

13 Fossil-free energy system and the chemical industry in the Netherlands – TNO 2025.

2 Visie op koolstofchemie

In 2050 zijn we hard op weg naar een fossielvrije chemie, een transitie waar de hele samenleving aan bijdraagt. Burgers gaan zuinig om met hun producten en hechten er belang aan dat hun afval zoveel mogelijk gerecycled wordt. Er is een volwassen duurzame grondstoffenmarkt ontstaan, waarin nauw wordt samengewerkt tussen de leveranciers van grondstoffen en de chemie. De chemie levert duurzame bouwstenen voor strategische sectoren zoals energie en defensie én voor producten die burgers dagelijks gebruiken, van kunststoffen tot medische producten. Bedrijven ontwerpen kwalitatief hoogwaardige producten die lang meegaan en goed recyclebaar zijn. Binnen Europa profiteert Nederland van haar koploperspositie en voorziet zij andere lidstaten van veilige en duurzame chemische producten. Nederland kent door haar havenpositie, infrastructuur en innovatiecultuur een florerende chemische sector, die wordt gekenmerkt door een hoog niveau van bedrijvigheid in de industriële clusters. De omwonenden profiteren van een gezonde leefomgeving en goede werkgelegenheid.

De chemie kan en moet een sleutelrol spelen in de transitie naar circulariteit. Hoogwaardige recycling, hergebruik van grondstoffen en substitutie door nieuwe, minder milieubelastende materialen zijn zonder innovatieve chemische processen immers onmogelijk. Nederland heeft de kennis en technologie om te verduurzamen. Bovendien heeft Nederland door de aanwezige logistieke positie, de toegang tot wind-energie en de grootte van de Nederlandse chemie en het ARRRRA-cluster (*Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr-Area*) een essentiële rol in het sluiten van de koolstofketen binnen Europa. Bij het oppakken van deze rol verzekeren we onszelf van toekomstig verdienvermogen en maken we gebruik van minder én meer verschillende soorten grondstoffen. Dit is ten slotte ook in de toekomst van belang voor onze strategische autonomie, omdat vitale sectoren als defensie en farmacie onderdeel zijn van de chemische waardeketen.

Door een sterke chemische sector te behouden, heeft Nederland de mogelijkheid om invulling te geven aan haar verantwoordelijkheid voor de verduurzaming van haar consumptie. Dit betekent dat we in Nederland een duurzame chemie moeten opbouwen met nieuwe en bestaande bedrijven. Het recyclen van producten alleen zal niet voldoende zijn om aan de gehele toekomstige vraag naar chemicaliën en materialen te voldoen. Daarom zijn daarnaast duurzame biograndstoffen en CO₂ nodig om aan de koolstofvraag te voldoen. Deze inzet van duurzame biograndstoffen in de chemie levert nieuwe verdienmodellen op voor boeren, zonder ten koste te gaan van voedselzekerheid. Veel is nog onzeker, maar er moet rekening gehouden worden met een omschakeling naar gedeeltelijke import, voor de meest energie-intensieve processtappen aan het begin van de keten¹⁴. Duurzame grondstoffen of platformmoleculen, in de vorm van bijvoorbeeld pyrolyseolie, en bio- of synthetische methanol, worden deels hier geproduceerd en deels geïmporteerd uit landen om ons heen en hier worden verwerkt. De technieken om deze grondstoffen te verwerken, moeten veelal nog verder ontwikkeld en opgeschaald worden. Dit is een enorme uitdaging, vooral in een periode waarin diezelfde industrie onder grote economische druk staat. De transitie biedt echter ook veel kansen aan de Nederlandse chemie om te verdienen binnen nieuwe groeiemarkten¹⁵, haar internationale concurrentiepositie te versterken en afhankelijkheden te verminderen.

Het fossiele grondstoffengebruik is in 2050 zoveel mogelijk vervangen met duurzaam grondstoffengebruik. De mate waarin het lukt om fossiele grondstoffen uit te faseren zal afhankelijk zijn van de internationale markt en -beleidscontext. De duurzame technieken zijn in 2050 in behoorlijke mate opgeschaald. Er zijn nieuwe waardeketens tussen partijen gevormd die zich ook na 2050 nog verder doorontwikkelen. CCS is voor de chemische industrie een belangrijke route om klimaatneutraal te opereren. De hiervoor opgebouwde infrastructuur komt ook ten goede aan CCU. De chemie kan zelfs klimaatnegatief worden door het toenemende gebruik van duurzame biograndstoffen en het bijkomende potentieel voor de realisatie van koolstofverwijdering.

¹⁴ Zie Kamerbrief: Eerste Kamer, 2024-2025, 36169.

¹⁵ [The-Carbon-Managers-ic2050.pdf](#).

De markt voor producten ziet er in 2050 anders uit. Er wordt verwacht dat de totale koolstofvraag in Europa afneemt, doordat de vraag naar (vloeibare) brandstoffen afneemt met de opkomst van elektrificatie en de inzet van waterstof.¹⁶ De Europese vraag naar producten blijft naar verwachting stabiel¹⁷, maar de vraag naar chemicaliën zal op termijn afnemen door toenemende circulariteit. Toenemende mondiale concurrentie leidt mogelijk tot import van (duurzame) producten verderop in de keten. Naast deze ontwikkelingen wordt verwacht dat buiten Europa de grondstoffentransitie minder ver gevorderd is. Een Europese interne markt voor duurzame producten en grondstoffen creëert vraag en maakt de industrie weerbaarder tegen import van niet-duurzame producten van buiten Europa. Ten opzichte van installaties in andere Europese landen zijn Nederlandse chemische installaties historisch gezien efficiënt, al staat het investeringsklimaat sterk onder druk, zie [hoofdstuk 5.2](#). Door gebruik te maken van deze assets kan Nederland voor de Europese markt blijven produceren. Daarnaast kan Nederland, als voorloper op dit vakgebied, ook kennis en technologie exporteren, waarbij het vanuit het oogpunt van strategische autonomie het van belang is dat productie ook in Europa plaatsvindt.

Niet alleen de markt, maar ook de chemie zelf zal er in 2050 anders uit zien dan nu.¹⁸ Ten eerste betekent een circulaire economie minder vraag naar nieuwe producten en meer recycling verderop in de keten, waardoor de vraag naar (fossiele) basischemicaliën afneemt. Daarnaast kunnen bij het opbouwen van nieuwe productieketens verschuivingen optreden van de meest energie-intensieve productiestappen van makkelijk te transporteren tussenproducten, naar andere regio's binnen en buiten Europa. Dit alles betekent een kleinere en meer diverse basischemie. Er wordt een gedeeltelijke verschuiving verwacht van het klassieke raffinaderij-kraker complex met geïntegreerde verwerking, naar productielocaties die opereren op kleinere schaal en verspreid zijn binnen (en buiten) de industriële clusters. Hierbij is het van belang om balans te waarborgen in opbouw en afbouw in deze clusters, om te voorkomen dat waardevolle kennis en infrastructuur verloren gaan.

Er zijn drie hoofdroutes voor opbouw van een duurzame koolstofchemie geïdentificeerd, zie figuur 2.15. Hierin wordt verwacht dat bestaande petrochemie zal worden aangepast voor verwerking van duurzame koolstof, bijvoorbeeld door de inzet van lignine- of pyrolyseolie in plaats van fossiele olie, in de productie van bestaande platformmoleculen (**directe vervanging**). Voor het sluiten van de circulaire kringloop en voor autonomie in de productie van de bouwstenen voor vitale ketens is het essentieel dat de verduurzaamde bulkchemie (in afgeslankte vorm) in Nederland wordt behouden. Daarnaast ontstaan **alternatieve routes** met brede inzetbaarheid, zowel qua in- als output. Via onder andere vergassing kunnen conventionele producten via een nieuwe routes uit duurzame grondstoffen worden geproduceerd. Hierbij krijgen hernieuwbare platformmoleculen zoals methanol en ethanol een grotere rol als brandstoffen en chemiegrondstoffen. Deze kunnen in Nederland worden geproduceerd, maar ook worden geïmporteerd. Deze nieuwe platformmoleculen kunnen worden ingezet voor verdere verwerking binnen de bestaande ketens. Ook zullen relatief nieuwe technieken die nieuwe producten produceren een rol spelen (**nieuwe chemie**), wat potentiële voordelen biedt in termen van koolstofrendement, energiegebruik en functionaliteit. Hoewel veel van deze technieken nog ontwikkeling vragen, zijn er ook al voorbeelden van succesvol opgeschaalde producten binnen deze route, zoals PLA en PHA. Deze nieuwe technieken maken niet (noodzakelijk) gebruik van de raffinaderij-kraker route. Nauwe samenwerking tussen (bio)raffinaderijen en krakers blijft nog wel van belang door de synergie met de routes die hier wel gebruik van maken. Door deze twee ontwikkelingen verschuift de chemie van een geoptimaliseerd systeem gebaseerd op homogene fossiele grondstoffen (aardgas en aardolie), naar een complex systeem waarin verschillende duurzame grondstoffen worden omgezet door verschillende technieken in deels bestaande, maar ook in nieuwe producten, zie [tabel 1](#).

¹⁶ Nationaal Plan Energiesysteem | Rapport | Rijksoverheid.nl.

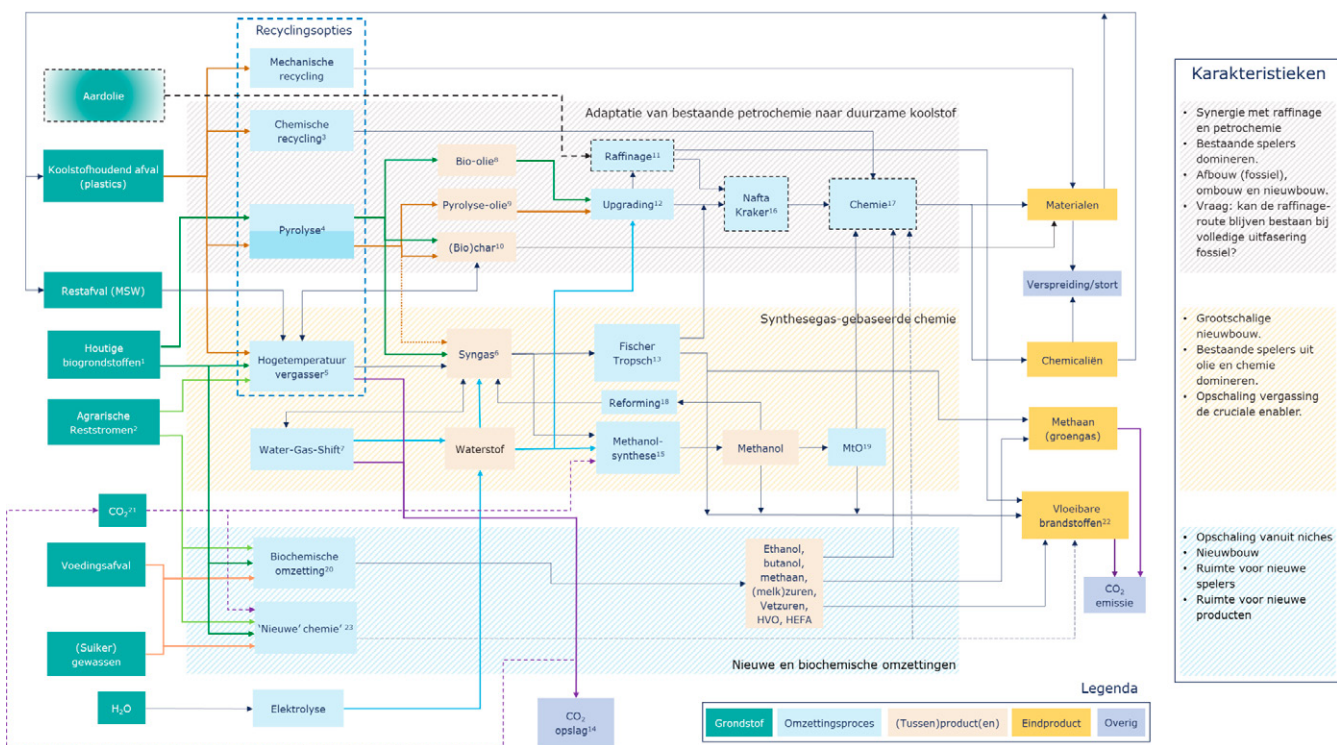
¹⁷ The-Carbon-Managers-iC2050.pdf.

¹⁸ De toekomst van duurzame koolstofchemie in Nederland – Expertadvies.

Tabel 1: De drie hoofdroutes en inzet van duurzame koolstofbronnen

Hoofdroute & eigenschappen	Directe vervanging	Alternatieve routes	Nieuwe chemie
Nieuwe duurzame grondstof	Secundaire- en Biograndstoffen	Secundaire-, Biograndstoffen en CO ₂	Biograndstoffen en CO ₂
Nieuwe routes en assets	✗	✓	✓
Nieuwe producten	✗	✗	✓

Figuur 2: Hoofdroutes van duurzame koolstof voor brandstoffen en chemie (De toekomst van duurzame koolstofchemie in Nederland - Expertadvies)



3 Transitiepad naar 2050

Het kabinet schetst met deze visie een ontwikkelrichting naar een duurzame chemie, waarvan het eindbeeld in [hoofdstuk2](#) beschreven is. Stap voor stap wordt het gebruik van fossiele koolstof afgebouwd en worden nieuwe routes naar een duurzame koolstofchemie opgebouwd.

Er zijn vijf belangrijke onzekerheden in de transitie die met elkaar samenhangen en waarvan het belang van de onzekerheid ook per fase verschilt. Ten eerste zorgt de internationale *economische situatie* nu en in de toekomst voor grote onzekerheid over de concurrentiepositie van de chemische industrie in Nederland en Europa. Dit remt investeringen in duurder circulaire producten, terwijl de concurrentie met fossiele producten uit andere delen van de wereld toeneemt. Een andere belangrijke onzekerheid is de *volume-ontwikkeling*. Er wordt verwacht dat de vraag naar nieuwe producten afneemt door levensduurverlenging en recycling, maar met hoeveel is onzeker. Daarnaast kan gedeeltelijke verschuiving naar import van halffabricaten en eindproducten van buiten Europa optreden, waardoor de vraag naar productie in Europa afneemt. Ten derde is het onduidelijk hoe snel en in welke mate duurzame koolstofbronnen beschikbaar zijn om de huidige vraag naar fossiele koolstof te kunnen vervangen. *Technologische ontwikkeling* speelt in het laatste ook een belangrijke rol. Hierbij gaat het om technologische ontwikkeling op het gebied van zowel nieuwe productieprocessen als diversiteit van productgroepen die met duurzame koolstof kunnen worden vervaardigd. De *tijdshorizon* is eveneens onzeker. Het is lastig te voorspellen wanneer nieuwe technologieën technisch en met name economisch schaalbaar zullen worden, maar ook hoe ze zich economisch gezien tot elkaar ontwikkelen. Dit is sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van financiering voor de opschaling van deze technologieën, marktvraag en overige randvoorwaarden, zoals de beschikbaarheid van infrastructuur en ruimte. Als laatste is het nu nog onduidelijk hoe (Europese) *beleidsinterventies* zich zullen ontwikkelen.

Binnen deze onzekerheden schetst het kabinet hieronder het beoogde transitiepad naar het gewenste eindbeeld voor de Nederlandse chemie. Dit geeft inzicht in wat er op welk moment moet gebeuren om dit eindbeeld te bereiken. De ontwikkelingen in dit beoogde transitiepad zijn geen autonome ontwikkelingen; er zal tijdige sturing nodig zijn om de gewenste ontwikkelingen daadwerkelijk te laten plaatsvinden. Hierbij moet ervoor worden gezorgd dat de afbouw van fossiele processen niet sneller plaatsvindt dan de opbouw van nieuwe chemie, die daar (deels) op gestoeld zal zijn.

Heden – 2030

Tijdens deze fase worden de eerste ontwikkelingen van de grondstoffentransitie zichtbaar, zo worden de eerste investeringsbeslissingen genomen door bedrijven voor *first-of-a-kind plants* voor **nieuwe chemie** en **alternatieve routes**, starten de eerste *pyrolyse plants* (**directe vervanging**) op en wordt er geëxperimenteerd met *Carbon Capture & Utilisation* (CCU) voor de productie van chemicaliën (**nieuwe chemie**). De overheid spoort deze innovaties aan. Mechanische recyclingtechnieken worden in deze periode verder ontwikkeld en er wordt door bedrijven verder geïnvesteerd in opschaling van bioraffinage voor biobrandstofproductie.

In deze periode is ook zichtbaar dat de grondstoffentransitie niet zonder horten of stoten zal gaan. Chemische bedrijven en recyclers in Europa bevinden zich in een lastige marktpositie door mondiale overcapaciteit en concurrentie met goedkope fossiele energie- en grondstofprijzen. Dit leidt tot het uitstel van onderhoud van fabrieken, sluitingen en faillissementen.^{19,20} Om de transitie naar een duurzame chemie ondanks de economische context in deze fase op gang te brengen, ongecontroleerde afbouw te beperken en strategische autonomie voor vitale sectoren te behouden, is beleid gericht op verbetering van het investeringsklimaat en creëren van marktvraag noodzakelijk.

Duurzame koolstof wordt in deze fase nog voornamelijk door andere sectoren gebruikt. Zo zal vergassing van biogrondstoffen voor productie worden opgeschaald in aanloop naar de bijmengverplichting voor groen gas in de gebouwde omgeving en zullen biogrondstoffen worden ingezet voor mobiliteit.

¹⁹ [The competitiveness of the European Chemical Industry - a Cefic & Advancy report - cefic.](#)

²⁰ [Change Inc.](#)

De chemie verandert in deze fase slechts beperkt: de koolstofchemie zal voornamelijk gebaseerd zijn op fossiele nafta uit de raffinage. De eerste CCS-projecten gaan van start, waarvoor de CO₂-infrastructuur verder ontwikkeld wordt. Beleid vormt hiervoor de belangrijkste drijfveer.

2030 – 2035

In de periode vanaf 2030 stijgt de vraag naar recycelaat door Europese productregelgeving. Hierdoor neemt de capaciteit van zowel mechanische als chemische recycling tot secundaire grondstoffen toe. Ook de bioraffinagecapaciteit in Nederland neemt toe, gedreven door de vraag naar biobrandstoffen. De CO₂-infrastructuur wordt in Nederland verder ontwikkeld, net als de waterstofinfrastructuur. Vraaggestuurd beleid leidt tot opschaling van het gebruik van biograndstoffen in de **directe vervanging** en in de **nieuwe chemie**. Biograndstoffen worden in deze periode voornamelijk ingezet in de sector mobiliteit, in toenemende mate in de lucht- en scheepvaart. In deze periode worden **alternatieve routes** verder opgeschaald voor de productie van duurzame brandstoffen, welke zich ook lenen voor de productie van duurzame grondstoffen voor de chemie (bijvoorbeeld vergassing). Daarnaast zal in deze periode de productie van synthetische brandstoffen opschalen voor de luchtvaart. De chemie kan profiteren van de technologische ontwikkeling die hiervoor plaatsvindt. Of de productie van synthetische brandstoffen in Nederland plaats zal vinden, is afhankelijk van beschikbare en betaalbare elektriciteit en waterstof. Krakers spelen in deze fase nog een belangrijke rol, alhoewel de vraag naar krakercapaciteit afneemt door hergebruik en recycling²¹. Energie-intensieve installaties zetten belangrijke stappen naar klimaatneutraliteit, doormiddel van elektrificatie en enkele CCS-projecten. In de industriële clusters ontstaat concurrentie om ruimte, omdat nieuwe technieken tot een steeds grotere schaal worden ontwikkeld en ruimte nodig is voor de verwerking en opslag van grondstoffen.

2035 – 2040

In deze fase van de transitie is het belangrijk de balans te bewaren tussen ombouw, opbouw van nieuwe en gedeeltelijke afbouw van fossiele processen, aangezien de sector minder robuust zal zijn wanneer deze niet met elkaar gelijk op lopen. De vraag naar fossiele producten neemt in deze fase van de transitie af, doordat beleid stuurt op het gebruik van duurzame koolstof in de chemie. De capaciteit voor vergassing van afval en biograndstoffen als **alternatieve route** neemt daarentegen verder toe en wordt ook steeds meer ingezet als grondstof in de chemie naast brandstoffen. **Nieuwe (bio)chemische** conversies en CCU voor nichemarkten worden in deze periode verder opgeschaald voor commercieel gebruik. De standaardisering in de markt voor secundaire grondstoffen neemt toe door oplopende targets in productregelgeving en de markt ontwikkelt zich tot een *commodity market*. Afbouw van fossiele processen creëert ruimte voor nieuwe duurzame productie.

2040 – 2050

Deze fase van de transitie kenmerkt zich door verdere afbouw van het gebruik van fossiele koolstof in de chemie en een toenemend gebruik van duurzame koolstof. In deze periode vestigt het gebruik van duurzame koolstof ten opzichte van fossiele koolstof zich steeds steviger in de economie. Dit betekent dat voor het gros van producten het gebruik van duurzame koolstof het 'nieuwe normaal' is. Terwijl voor enkele producten de overstap uitdagender is: zo vraagt bijvoorbeeld het toepassen van nieuwe grondstoffen in medicijnen om een nieuwe beoordeling of een product op de markt gebracht mag worden. Om koolstofverliezen te voorkomen en de klimaatimpact te minimaliseren, gaan de laatste installaties over op elektriciteit of waterstof als energiebron.

De opschaling van **nieuwe chemie** van biograndstoffen zet door. Ook worden CCU-technieken voor nichemarkten ontwikkeld. **Alternatieve routes** worden verder uitgebreid en geoptimaliseerd. Dit betekent dat de verschuiving binnen industriële clusters van fossiele productie naar duurzame productie doorzet.

²¹ Fysieke- en depolymerisatie-recyclingtechnieken breken producten af naar polymeren of monomeren, waardoor de kraker niet meer nodig is in de volgende ketenstappen.

4 Beleidsstrategie

Het uitgangspunt voor deze visie is het verduurzamen van het grondstoffengebruik van de Nederlandse chemische industrie, waarbij binnen de klimaatwet het doel is om klimaatneutraal te zijn in 2050. Om een klimaatneutrale en circulaire economie te bereiken, is het van belang het fossiele grondstoffen-gebruik in de chemie zoveel mogelijk uit te faseren. Het kabinet heeft in het Nationaal Plan voor het Energiesysteem het streven geuit om het gebruik van fossiele grondstoffen zo veel mogelijk te minimaliseren in 2050. Daarnaast heeft Nederland de ambitie om circulair en fossielvrij te zijn in 2050²².

Hoe een circulaire koolstofchemie er precies uit zal zien is nog onduidelijk. Deze visie dient inzicht te geven in de opgave om de transitie naar een circulaire koolstofchemie te realiseren. Dit hoofdstuk beschrijft de beleidsstrategie die het kabinet hanteert. De inzet en strategie van deze visie zal ook in aanpalende beleidsterreinen en op regionaal niveau geïntegreerd moeten worden.

4.1 Inzet kabinet

Zoals uiteengezet in de visie speelt de chemie met haar plek aan het begin van vele productieketens een sleutelrol in de transitie naar circulariteit, levert zij de grondstoffen bouwstenen voor vitale sectoren als defensie en is zij belangrijk voor de economische bedrijvigheid van Nederland. Daarom zet het kabinet, conform het expertadvies¹⁵, in op het *opbouwen* van nieuwe duurzame chemie, het *ombouwen* van de bestaande chemie en het gecontroleerd *afbouwen* van fossiel grondstoffengebruik in de chemie.

- Het *opbouwen* van **nieuwe chemie** en **alternatieve routes** voor de productie van duurzame chemicaliën en kunststoffen. Nieuwe chemie kan chemicaliën en kunststoffen produceren met potentiële voordelen in termen van koolstofopbrengst, benodigde energie voor de omzetting en functionaliteit. Vergassing is breed inzetbaar, zowel qua grondstoffen als in de verwerking naar bestaande tussenproducten²³. Het biedt daarmee een robuuste **alternatieve route** voor het gebruik van duurzame koolstof in de chemie. In 2025 wordt een toekomstvisie op de chemiesector ontwikkeld waar in de groeiemarkt voor toekomstige groene en geavanceerde chemie verder wordt uitgewerkt.
- Het *ombouwen* van de bestaande petrochemie naar duurzame bulkchemie, zodat duurzame koolstof (bijvoorbeeld in de vormen van lignine- of pyrolyseolie) **direct vervangen** kan worden in bestaande infrastructuur. Dit is belangrijk gezien de verwevenheid van de chemische waardeketen. Hierbij is het van belang om bedrijven op korte termijn handelingsperspectief te bieden, om ongecontroleerde afbouw te voorkomen.
- Het gecontroleerd *afbouwen* van het fossiele grondstoffengebruik in de chemie. Deze transitie zal leiden tot de ontwikkeling van nieuwe processen, maar betekent ook dat niet alle huidige processen een toekomst hebben in Nederland. Daarnaast is de internationale context van de industrie dusdanig dat zonder interventie de Nederlandse basischemie in de huidige vorm hoogstwaarschijnlijk zal krimpen. Het is daarom belangrijk dat beleid bedrijven helpt om in Nederland te verduurzamen en dat een *milk-and-exit*-strategie²⁴ wordt voorkomen. De uitdaging ligt bij het voorkomen dat er te snel wordt afgebouwd in Nederland alvorens duurzame productieroutes zijn opgebouwd. Het kabinet werkt aan een kamerbrief Verantwoorde afbouw van fossiele energiedragers.

22 Het NPCE 2023-2030 omschrijft een volledig circulaire economie als een economie waarin de milieueffecten van het grondstoffen gebruik van alle Nederlandse productie en consumptie binnen de planetaire grenzen blijven. De nationale inzet van het Kabinet op fossielvrij voor 2050, die geldt voor zowel de Nederlandse consumptie als productie, staat op gespannen voet met de internationale doelstellingen voor de chemische industrie, lucht- en zeevaart. Op dit moment wordt internationaal de inzet van fossiele koolstofdragers in 2050 voor deze toepassingen niet uitgesloten.

23 Zowel kunststofafval als biograndstoffen kunnen via vergassing worden omgezet in chemische bouwstenen. Voor het recycleren van kunststofafval geldt in Nederland een hiërarchie van verwerkingsvoorkeuren. Hierin zijn het rendement, het energieverbruik, de kwaliteit en de beschikbaarheid van de technologie bepalend. Zie ook Kamerstuk 32 852, nr. 230.

24 Met een *milk-and-exit*-strategie wordt hier de situatie bedoeld wanneer bedrijven zo lang als economisch rendabel op basis van fossiele grondstoffen produceren om daarna uit Nederland te vertrekken. Deze bedrijven dragen niet bij aan de transitie en kunnen verduurzaming zelfs tegenwerken, door bijvoorbeeld beslag te leggen op schaarse (milieu)ruimte.

Zonder beleid gericht op concurrerend vermogen en de juiste marktcondities zal de grondstoffentransitie in de chemie niet gerealiseerd kunnen worden. Voor de ombouw van de bestaande chemische industrie en opbouw van nieuwe chemie zijn grote investeringen van de sector nodig, waarbij beleid een belangrijke faciliterende en stimulerende rol kan spelen.²⁵

Om de bereidheid voor investeringen te stimuleren, moet een Europese interne markt voor duurzame grondstoffen en producten gecreëerd worden. Nederland zet zich actief in voor geharmoniseerde Europese wet- en regelgeving hiervoor, zodat de eengemaakte markt van de EU met een gelijk intern speelveld behouden kan worden. Aanvullende maatregelen zijn dan wel nodig om erop toe te zien dat geïmporteerde producten aan dezelfde eisen voldoen. Ook moet deze harmonisatie de handel in reststromen en grondstoffen binnen Europa vergemakkelijken, terwijl de kwaliteit en zuiverheid van materiaalstromen die op de Europese markt komen dient te worden beschermd. Transnationale samenwerking met België en Duitsland kan hier ook van waarde zijn. Essentieel voor het vergemakkelijken van handel in en de inzet van niet-fossiele koolstof zijn Europees afgestemde regels voor massabalans en koolstofaccounting. Dit zal tevens het gemak voor toegang tot financiering vergroten. Daarnaast is het belangrijk om deze toegang te versimpelen en hierbij meer ruimte te geven voor het experimenteren en opschalen van nog onbewezen innovatieve technologieën. Door meer te investeren in wetenschappelijk (fundamenteel) onderzoek, kennis en innovatie, dankzij deze stimulansen, kunnen de vruchten van deze innovatieve (proces)technologieën eerder worden geplukt.

Voor de transitie naar duurzaam koolstofgebruik in de chemie is het van belang dat het aanbod van duurzame koolstofbronnen en de toegang daartoe wordt vergroot. Hierbij ligt de focus in eerst instantie op het binnenlandse potentieel, maar er wordt ook naar importmogelijkheden gekeken. Met beleid dat in ontwikkeling is, zoals het Actieplan Aanbod Duurzame Koolstofdragers (AADK) en de Biograndstoffenstrategie, wordt gewerkt aan beleid ten behoeve van het vergroten van dit aanbod voor de chemie alsook voor andere sectoren met een behoefte aan duurzame koolstof. In het NPE wordt bekeken hoe de vraag uit verschillende sectoren en het aanbod zich tot elkaar verhouden.

Tot slot zijn er enkele belangrijke voorwaarden die nodig zijn voor het slagen van de transitie. Deze voorwaarden staan echter stevig onder druk. Daarom moet gericht worden gestuurd en rekening worden gehouden met de structurele beperkingen. Zo is gerichte sturing op beschikbaarheid van voldoende en betaalbare hernieuwbare energie essentieel, omdat de overstap naar duurzame koolstof energie vraagt. Daarvoor moet (energie-)infrastructuur worden aangelegd en uitgebreid. Daarnaast zijn fysieke en milieuruimte kritieke, maar ook structureel beperkende, factoren voor het realiseren van de duurzame chemie van de toekomst. Hier liggen belangrijke raakvlakken met beleid op andere domeinen, waar de verbinding in de implementatie mee wordt gezocht.

4.2 Uitgangspunten

In de totstandkoming van deze visie en in de verdere uitwerking van de beleidsstrategie wordt een vijftal uitgangspunten gehanteerd, die in de basis op gelijke voet staan met elkaar. Daarmee dienen deze uitgangspunten als basis voor het beleid.

1. De publieke belangen uit het NPE worden zorgvuldig afgewogen.

In het NPE zijn publieke belangen geïdentificeerd en toegelicht die relevant zijn voor het inrichten van het energiesysteem te weten duurzaamheid, betrouwbaarheid, betaalbaarheid, veiligheid, leefomgevingskwaliteit, participatie, rechtvaardigheid en economische kracht. Voor het grondstoffengebruik van de chemie, als onderdeel van de koolstofketen, moeten deze belangen eveneens worden afgewogen. In deze grondstoffentransitie is een rol voor de overheid voorzien, waarbij keuzes en afwegingen van publieke belangen worden gevraagd. Dit betekent echter niet dat bedrijven geen belangrijke rol hebben bij het vervullen van deze publieke belangen. In [tabel 2](#) en [Bijlage 1](#). Toelichting publieke belangen NPE worden de publieke belangen nader uitgewerkt en toegelicht voor de grondstoffentransitie in de chemie.

²⁵ Naar aanleiding van de aanbevelingen in het rapport van Draghi wil de Europese Commissie in de aangekondigde Clean Industrial Deal klimaatbeleid sterker koppelen aan industriebeleid om private investeringen ten behoeve van de transitie naar circulaire en groene producten te stimuleren.

Tabel 2: Toelichting publieke belangen uit het NPE

Duurzaamheid	Het streven om binnen planetaire te grenzen blijven en het natuurlijk en economisch kapitaal voor toekomstige generaties te beschermen door het tegengaan van klimaatverandering en circulair grondstoffengebruik.
Betrouwbaarheid	De voorzieningszekerheid en de robuustheid van toegang tot grondstoffen voor de chemie en producten die de chemie produceert voor de bredere samenleving.
Betaalbaarheid	Het borgen van draagbare maatschappelijke kosten voor de samenleving als geheel en draagbare kosten van producten voor eindgebruikers.
Veiligheid	Het beperken van veiligheidsrisico's voor mens en milieu.
Leefomgevingskwaliteit	Het inpassen van de ruimtelijke impact van het energiesysteem en het borgen en waar mogelijk verbeteren van de kwaliteit van het milieu en de directe leefomgeving.
Participatie	De manier waarop belanghebbenden betrokken zijn bij beslissingen over de grondstoffentransitie in de chemie.
Rechtvaardigheid	De verdelingsvraagstukken voortkomend uit de grondstoffentransitie, zoals rechtvaardige mondiale verdeling van de verantwoordelijkheid tussen landen en van mondiaal beschikbare hulpbronnen, maar ook een eerlijke verdeling van lusten en lasten op Europees en nationaal niveau.
Economische kracht	Het (toekomstig) verdienvermogen voor Nederland, hoogwaardige werkgelegenheid en goede inkomens voor Nederlanders in een duurzame en innovatieve economie, waarbij rekening wordt gehouden met de ontwikkeling van strategische sectoren.

2. Het ketenperspectief inclusief de toepassing en afvalverwerking staan centraal in de grondstoffentransitie.

Deze visie heeft als doel het verduurzamen van de grondstoffen van de toekomstige chemische industrie. Aangezien de chemische industrie aan het begin (en aan het einde) van de kringloop staat van een waaijer aan waardeketens, zijn de mogelijkheden om het grondstoffengebruik te verduurzamen van belang voor de hele waardeketen. Zo zal mechanische recycling een belangrijke rol spelen in het verduurzamen van de waardeketen en komen andere oplossingen niet noodzakelijk uit de basischemie. Het ketenperspectief moet centraal staan in de grondstoffentransitie, omdat op deze manier verschillende oplossingsrichtingen op systeemniveau vergeleken en beoordeeld kunnen worden. Door een ketenperspectief te hanteren, kunnen bovendien zaken die buiten het domein van de chemische industrie liggen maar van groot belang zijn voor het slagen van de transitie, zoals circulair productontwerp, meegenomen worden. Dit geldt ook voor de rol van de consument, die bijvoorbeeld kan bijdragen door producten te hergebruiken, waardoor de behoefte aan productie daalt.

3. Er is een belangrijke rol voor het verminderen van de vraag door hoogwaardige en efficiënte inzet.

Voor het verminderen van de vraag zijn verschillende redenen van belang, zoals het beperken van de druk op het klimaat en milieu en het beperken van de kosten van dure en schaarse duurzame koolstofbronnen. Schaarste van bronnen heeft prijsverhogende effecten en de winning van schaarse biograndstoffen kan negatieve milieueffecten hebben. Dit betekent dat het verminderen van de vraag naar en het hoogwaardig inzetten van schaarse duurzame grondstoffen belangrijk is. Door gebruik te maken van strategieën hoger op de R-ladder kan de vraag naar duurzame koolstofbronnen zoveel mogelijk worden beperkt. Alles wat niet hoeft te worden geproduceerd en getransporteerd beperkt immers kosten en milieu-impact.

4. Voorspelbaar beleid is cruciaal voor het slagen van de transitie.

Het is voor het realiseren van de investeringen voor de ombouw van bestaande chemische complexen en opbouw van nieuwe fabrieken belangrijk dat er voor een langere termijn zekerheid bestaat over het regelgevend kader. Daarnaast kosten grote veranderingen in chemische complexen en het bouwen van nieuwe productielocaties veel tijd (5-10 jaar). Het is belangrijk dat beleid rekening houdt met de tijd die er nodig is om productie op te schalen.

5. Het mondiale karakter van de chemische industrie vereist inzet op internationaal beleid; nationaal beleid wordt slechts ingezet waar nodig en wenselijk.

De chemische industrie opereert in een mondiale volatiele markt, waardoor de concurrentie groot is. Er moet worden gezien of nationaal beleid de gewenste effecten heeft en niet de concurrentiepositie van de (toekomstige) Nederlandse chemische industrie ondermijnt. Europees beleid geniet de voorkeur, maar nationaal beleid kan worden ingezet waar dit ten goede komt aan de grondstoffentransitie en de overige uitgangspunten.

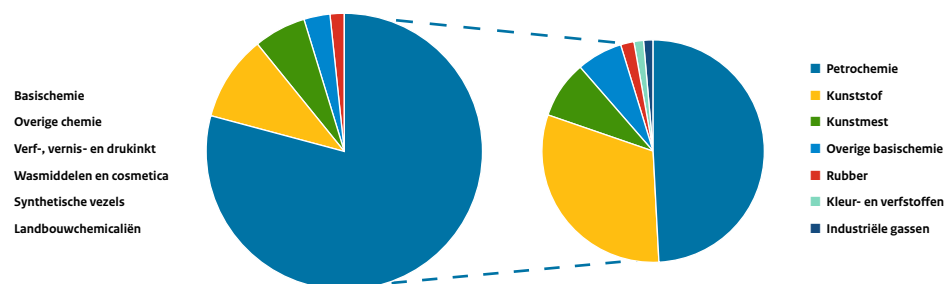
5 Context van koolstofchemie

5.1 Huidige situatie

De chemische industrie staat aan de basis van vitale sectoren als defensie, gezondheid en voeding en is cruciaal voor de energie- en grondstoffentransitie. Producten van de chemische industrie worden na verdere verwerking toegepast in vrijwel de gehele industrie, van hightech, kunststoffen tot compositiematerialen, maar ook zonnepanelen, medische producten, elektronica, coatings en voeding. In dit document staat de koolstofchemie centraal: de chemie waarvoor koolstof een essentiële bouwsteen is. Zowel de productie van basischemicaliën als producten die op basis van deze chemicaliën worden geproduceerd zijn onderdeel van deze visie.

Koolstofchemie is van groot belang voor de Nederlandse economie. Nederland is het derde chemieland in de Europese Unie.²⁶ De basischemie bestond in 2022 uit 365 bedrijven, die goed zijn voor €61 miljard omzet en 30.900 banen.^{27, 28} De kunststofindustrie telde in totaal 1.395 bedrijven met een omzet van bijna €12 miljard en 41.300 banen. Daarnaast wordt koolstof gebruikt door de verf-, vernis- en drukinkt-industrie, de wasmiddel- en cosmetica-industrie en de rubberproductenindustrie. In figuur 3 staat afgebeeld wat de omzetverdeling is per sector, inclusief een uitvergroting van de verdeling binnen de basischemie, waardoor een beeld ontstaat van wat er geproduceerd wordt in de (basis)chemie. De chemische industrie is internationaal georiënteerd en verzorgde in 2023 16% van de totale Nederlandse export. Circa 80% van de productie wordt geëxporteerd, waarvan het overgrote deel binnen Europa blijft.²⁹ Dit illustreert het belang van de chemische productie voor de strategische autonomie van Europa.

Figuur 3: Omzetverdeling in de chemische industrie (links) en omzetverdeling in de basischemie als onderdeel daarvan (rechts)



De koolstofchemie heeft een plek in alle industriële clusters in Nederland. De vijf bestaande krakers in Nederland staan in Rotterdam-Moerdijk, Chemelot en Zeeland/West-Brabant, maar latere stappen in de waardeketen bevinden zich ook in de overige drie clusters, te weten Noord-Nederland, het Noordzeekanaalgebied en het zogenaamde 'Zesde Cluster'. Binnen en tussen de chemieclusters in Nederland en daarbuiten worden energie, grondstoffen, halfabricaten en producten via leidingen en weg- en watertransport met elkaar uitgewisseld. Met name wordt veel samengewerkt met chemiecentra in België, Duitsland (Antwerp-Rotterdam-Rhine-Ruhr Area; ARRRRA-cluster) en Noord-Frankrijk. De Nederlandse chemiesector is onderdeel van een internationale waardeketen, zowel voor de inkoop van grondstoffen

26 Een transitiepad met duidelijke afspraken en acties - VNCI.

27 StatLine - Bedrijven; bedrijfstak (cbs.nl).

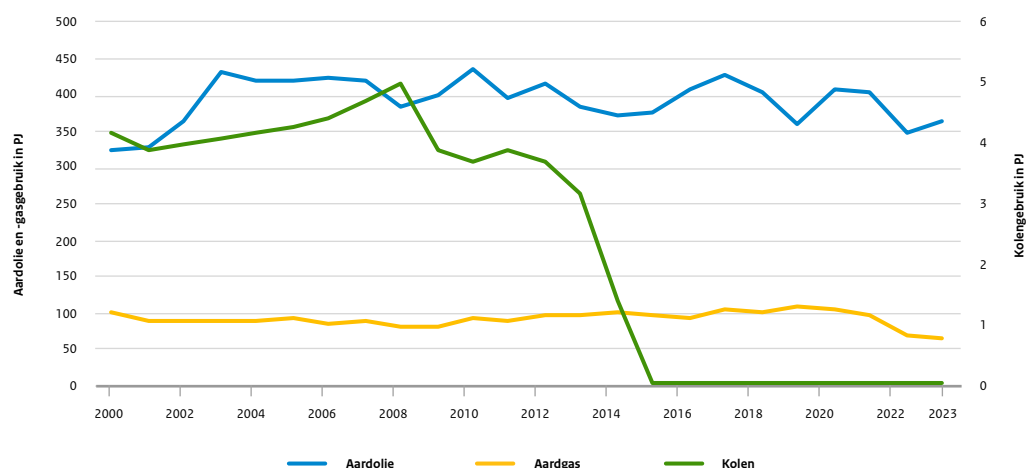
28 StatLine - Bedrijfsleven; arbeids- en financiële gegevens, per branche, SBI 2008 (cbs.nl).

29 Nederland derde exporteur van EU | CBS.

als de export van basischemicaliën, polymeren en latere stappen in de keten. De laatste jaren is het concurrentievermogen van de Nederlandse (en Europese) chemische industrie, ondanks de hoge mate van operationele efficiëntie en strategische ligging, afgenomen door stijgende grondstof-, energie-, compliance-, loon- en kapitaalkosten gecombineerd met een versterkte concurrentiepositie van China en de Verenigde Staten (zie [hoofdstuk 5.2](#)).

De chemische industrie is kapitaalintensief en veranderingen gaan gepaard met grote investeringen met lange terugverdientijden. De chemische sector staat bekend als innovatief. Dit is vooral te danken aan grote bedrijven met veel investeringsruimte voor onderzoek en ontwikkeling om nieuwe materialen, producten, processen en duurzame technologieën te ontwikkelen en te implementeren. Een aantal internationale chemiebedrijven heeft een onderzoek- en ontwikkelingscentrum in Nederland. Daarnaast zijn er startups die zich bezighouden met de ontwikkelingen van duurzame technologieën en producten. In vergelijking met omliggende landen, is het investeringsklimaat voor opschaling minder gunstig in Nederland, waardoor de economie minder weet te profiteren van deze innovatie.³⁰

Figuur 4: Niet-energetisch gebruik fossiele grondstoffen in chemie en petrochemie, bron CBS



De huidige maatschappij is afhankelijk van fossiele koolstofdragers voor energie en producten. De chemische industrie speelt een belangrijke rol in het produceren van een deel van deze producten. Voor niet-energetisch gebruik in chemie en petrochemie werd 365,5 Peta Joule (PJ) aardolie en 67 PJ aardgas gebruikt in 2023.³¹ Dit is ongeveer 30% van het totale finale fossiele gebruik in Nederland. In figuur 4 wordt weergegeven hoe het niet-energetische gebruik van fossiele grondstoffen in de chemie en petrochemie zich heeft ontwikkeld sinds 2000 tot 2023.

Uit deze fossiele grondstoffen worden de kool- en/of waterstoffen gehaald voor productie. Aardgas wordt voornamelijk gebruikt om waterstof of kunstmest van te maken. Hier is geen koolstof voor nodig, behalve voor de productie van ureum (circa 0,3 megaton (Mton) koolstof³²). Het niet-energetische gebruik van aardolie komt neer op ruim 8,5 Mton koolstof.³³ Daar bovenop komt het huidige duurzame koolstofgebruik. Dit is ongeveer 9%³⁴, voornamelijk vanuit mechanische recycling van kunststof.

³⁰ <https://www.consultancy.nl/nieuws/43937/mckinsey-nederland-loopt-voorop-in-startups-maar-blijft-achter-in-scale-ups>.

³¹ StatLine - Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik (cbs.nl).

³² Nationaal Plan Energiesysteem – Verdiepingsdocument B – Ontwikkelpaden ketens van het energiesysteem.

³³ Nationaal Plan Energiesysteem Verdiepingsdocument B - Ontwikkelpaden ketens van het energiesysteem | Rapport | Rijksoverheid.nl.

³⁴ CE_Delft_200289_Een_verplicht_aandeel_recycclaaf_bio_in_plastic_Def_maart.pdf.

5.2 Internationale en Europese context

De Nederlandse chemische industrie opereert in een mondiale markt en produceert voornamelijk voor de Europese markt. De Nederlandse chemiesector is zeer concurrerend binnen Europa. Ze is verantwoordelijk voor 9% van Europese chemieomzet en zelfs voor 14% van de omzet van organische basischemicaliën.³⁵ Nederland heeft daarmee een relatief groot aandeel in de Europese chemie. De Europese chemiesector verliest echter snel terrein op internationaal vlak. Daarom moet een visie en transitiepad voor duurzaam koolstofgebruik passen binnen de internationale context, zowel mondiaal als Europees.

Mondiale context

Wereldwijd zal de vraag naar chemische producten naar verwachting groeien met gemiddeld 2,9% per jaar, vanwege de toenemende wereldbevolking en verbeterende levensstandaard.³⁶ De mondiale productiecapaciteit is de laatste jaren echter veel harder gegroeid dan de vraag, met name in China, de Verenigde Staten en het Midden-Oosten.

Door snelle groei in China is een overcapaciteit ontstaan voor de meeste basischemicaliën. China produceerde in 2022 voor €2.390 miljard en heeft daarmee een wereldwijd marktaandeel van 44%. Waar China 10 jaar geleden nog importeur was, is China voor veel polymeren nu zelfvoorzienend en in veel gevallen exporteur geworden.³⁷ De producten uit Azië worden nu afgezet in Europa tegen prijzen, die lager zijn dan waarvoor hier kan worden geproduceerd. De Chinese klimaatpolitiek richt zich, voor zover bekend, op emissiereductie door verandering van de energiemix, efficiëntieverbetering en energiebesparing. Er is geen strategie bekend om fossiele brand- en grondstoffen uit te faseren en er wordt nog ingezet op steenkool als brandstof voor energie.³⁸ Wel worden daar op grote schaal biobrandstoffen en groene methanol geproduceerd, die ook kunnen worden ingezet in de chemie. Er wordt momenteel ook veel recycalaat geïmporteerd uit Azië, waarvan de echtheid moeilijk te verifiëren is.

In de Verenigde Staten is recent veel capaciteit bijgebouwd op basis van schaliegas, wat een groot kostenvoordeel heeft ten opzichte van de in Europa gangbare installaties op basis van olie. De Verenigde Staten zijn nu de derde chemieproducent wereldwijd, na China en Europa, met een productie van €606 miljard (11%). De *Inflation Reduction Act (IRA)*³⁹ stimuleerde de laatste jaren investeringen in met name groene energie, wat heeft geresulteerd in investeringen in energiezuinige installaties, ook binnen de chemie. Daarnaast wordt bioraffinage gestimuleerd om de Sustainable Aviation Fuel (SAF) doelen te halen⁴⁰ en zijn er in het *BioPreferred Program* voor een breed scala aan productcategorieën minimumstandaarden voor gebruik van biograndstoffen gedefinieerd.⁴¹

Saudi-Arabië heeft met €87 miljard productie een kleiner marktaandeel, namelijk 1,6%. Veel van de installaties in het Midden-Oosten profiteren echter van de lage kostprijs van lokale grondstoffen en behoren, samen met die in de Verenigde Staten, tot de meest efficiënte installaties wereldwijd. Voor oliebedrijven in het Midden-Oosten, vaak staatsdeelnemingen, is diversificatie van voornamelijk olie naar productie van olie-gerelateerde producten, zoals basischemicaliën en kunststoffen, een doelgerichte overheidsstrategie met het oog op risicospreiding en hogere toegevoegde waarde.⁴²

³⁵ Bron: Cefic en VNCI data 2023.

³⁶ [Evaluation of Recent Reports on the Future of a Net-Zero Chemical Industry in 2050 \(PDF\) | Renewable Carbon Publications.](#)

³⁷ [EPCA 2024 seminar: Europe Petrochemicals – Transform to Thrive.](#)

³⁸ [The Carbon Brief Profile: China.](#)

³⁹ [Inflation Reduction Act Guidebook | Clean Energy | The White House.](#)

⁴⁰ [U.S. Department of Energy Announces \\$52 Million in Projects to Advance Production of Purpose-Grown Energy Crops | Department of Energy.](#)

⁴¹ [BioPreferred|Biobased Products.](#)

⁴² [Saudi Vision 2030.](#)

Europese context

In 2022 was de chemische industrie in de EU27 landen met een productie van €760 miljard en 14% marktaandeel de tweede producent van chemicaliën wereldwijd. Twintig jaar geleden was Europa nog de grootste chemie producent met 27% aandeel in de mondiale markt.⁴³ Door demografische effecten en het welvaartsniveau, dat al hoog is in vergelijking met andere regio's, is de verwachting dat de vraag hier stabiliseert en op termijn mogelijk afneemt, resulterend in een gemiddelde jaarlijkse groei van 0,4% tot 2050.^{44, 45}

De Nederlandse chemieclusters Rotterdam-Moerdijk, Zeeland en Chemelot maken deel uit van het ARRRRA-cluster, waar zich veel chemie concentreert. 40% van de chemische industrie in Europa is gevestigd in de trilaterale regio van Noordrijn-Westfalen, Vlaanderen en Nederland.⁴⁶ Daarmee is het ARRRRA-cluster het grootste petrochemische cluster van Europa en het op één na grootste in de wereld. Dit cluster is organisch ontstaan vanuit de havens en de ombouw van de kolensector in de jaren '50 en '60. Het cluster profiteert van een strategische ligging aan zee, een logistiek netwerk van transportverbindingen en een hoge kennispositie. De onderlinge verbondenheid is groot door een netwerk van pijpleidingen van grondstoffen en basischemicaliën. Dit zorgt voor hoge mate van integratie en efficiëntie. Europese installaties zijn over het algemeen minder efficiënt dan die in Azië en de Verenigde Staten. Nederlandse installaties behoren echter binnen Europa tot de meest efficiënte, mede dankzij de goede logistieke positie en verregaande integratie in de clusters. Onderzoek laat echter zien dat energieprijzen in Noordwest-Europa, ook bij een succesvolle energietransitie, op de middellange termijn waarschijnlijk hoog blijven⁴⁷. Het is daarmee onzeker of de meest energie-intensieve processen binnen de chemie concurrerend in Nederland kunnen blijven plaatsvinden. Daarentegen wordt in de expertvisie gesteld dat Nederland een gunstige uitgangspositie heeft voor verduurzaming van de sector heeft Nederland vanwege de toegang tot een groot potentieel aan windenergie op de Noordzee⁴⁸. Een voorbeeld is het cluster Noord-Nederland in de Eemshaven en Delfzijl, wat veel potentie heeft voor groene en circulaire chemie en één van de weinige clusters is met stikstofruimte.

In Europa zijn verschillende richtlijnen en verordeningen van kracht of aangenomen die (direct) effect hebben op het grondstoffengebruik in de chemie.⁴⁹ Zo stelt de *Single-Use Plastics Directive*⁵⁰ eisen aan het gebruik van gerecycled kunststof in PET-flessen en verbiedt het de verkoop van bepaalde kunststoffen-wegwerpproducten. De recent aangenomen *Packaging and Packaging Waste Regulation* (PPWR)⁵¹ bevat maatregelen om de hoeveelheid verpakkingsmateriaal te verminderen met tot 15% in 2040, hergebruik en navulling te stimuleren, recyclebaarheid te verhogen en inzamelings- en recyclingsystemen te verbeteren. Verpakkingen moeten vanaf 2030 ontworpen worden zodat ze kunnen worden gerecycled en moeten een minimum percentage gerecycled materiaal bevatten, oplopend tot 65% in 2040 voor bepaalde verpakkingen. Ook worden bepaalde typen kunststofverpakkingen voor eenmalig gebruik verboden. De *Ecodesign for Sustainable Products Regulation* (ESPR)⁵² heeft tot doel om de circulariteit, energie-intensiteit, recyclebaarheid en levensduur van producten te verbeteren. De wet maakt het mogelijk om *Ecodesign*-criteria in te stellen, zoals bijvoorbeeld voor levensduur, reparatiebaarheid en recyclebaarheid.

43 [2023 Facts and Figures of the European Chemical Industry - cefic.org](https://www.cefic.org/en/2023-facts-and-figures-of-the-european-chemical-industry).

44 [The-Carbon-Managers-ic2050.pdf](https://www.carbon-managers.com/publications/the-carbon-managers-ic2050.pdf).

45 [Evaluation of Recent Reports on the Future of a Net-Zero Chemical Industry in 2050 \(PDF\) | Renewable Carbon Publications](https://www.renewablecarbonpublications.com/publications/evaluation-of-recent-reports-on-the-future-of-a-net-zero-chemical-industry-in-2050).

46 [Trilateral Chemical Region](https://www.trilateralchemicalregion.eu/).

47 'Preserving the NW-European industry is a balancing act for the government' - PwC.

48 Expertvisie 'De toekomst van duurzame koolstofchemie in Nederland'.

49 Naast de genoemde verordeningen en richtlijnen kan ook andere Europese wet- en regelgeving effect hebben op de grondstoffentransitie in de chemie, zoals bijvoorbeeld het EU ETS. Dit effect is echter minder direct en daarom is dit overzicht beperkt tot de wet- en regelgeving die direct effect sorteert.

50 [Directive - 2019/904 - EN - SUP Directive - EUR-Lex](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj).

51 https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0318_EN.html.

52 [Regulation - EU - 2024/1781 - EN - EUR-Lex](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj).

In het recent gepubliceerde *European Chemical Industry Action Plan* kondigt de Europese Commissie beleid aan om de industrie te versterken en te verduurzamen. Het ondersteunen van de transitie naar een schone en circulaire economie vormt hier een belangrijk onderdeel van, evenals marktcreatie en het promoten van innovatie. Via de *Industrial Decarbonisation Accelerator Act* (IDAA) wil de Commissie onder andere duurzaamheidscriteria invoeren om schone productie en vraag te stimuleren. Deze wordt eind 2025 verwacht. Daarnaast kondigt de Commissie een *Advanced Materials Act* aan (2026), die technologische ontwikkeling in de chemische sector moet stimuleren en belonen. Specifiek voor de grondstoffentransitie naar duurzame koolstof wordt een *Circular Economy Act* (2026) voorgesteld en een visie en opschalingsrichtingen in de nieuwe *EU Bioeconomy Strategy* (eind 2025). Verder kondigt de Commissie de ontwikkeling van financiële stimuleringsmaatregelen ten behoeve van het gebruik van duurzame koolstof aan. Ook volgt in 2025 een gerichte herziening van REACH (regulering van chemische stoffen) met als doel om procedures te versnellen en te vergemakkelijken voor bedrijven. Tot slot wordt met de chemie-omnibusverordening en de aanpassingen van procedures binnen ECHA⁵³ het regelgevend kader voor de chemie vereenvoudigd.

Investeringsklimaat voor de grondstoffen- en energietransitie

De Europese chemische industrie heeft te maken met stijgende kosten. Sinds de oorlog in Oekraïne en de boycot op Russisch gas heeft de Europese industrie te maken met hoge energieprijzen. Aardgas prijzen liggen hier naar verwachting blijvend twee keer zo hoog als in de Verenigde Staten en elektriciteitskosten tot anderhalf keer hoger.⁵⁴ In Nederland liggen elektriciteitskosten zelfs twee tot drie keer hoger dan in omringende landen, met name door verschillen in netwerktarieven en kortingsregelingen.⁵⁵ Bovendien zijn Europese klimaatdoelstellingen ambitieuzer dan in andere regio's. De kostprijs van de Europese chemiesector ligt door al deze factoren significant hoger dan in de andere chemische productieregio's wereldwijd. Als de vrije rechten binnen *EU Emission Trading System* (EU ETS)⁵⁶ verder worden uitgebreid, zal het kostenverschil met andere regio's worden versterkt. Nederland heeft daarbovenop een CO₂-heffing voor de industrie.⁵⁷ Daarnaast vallen chemische producten niet onder de bescherming van het *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM)⁵⁸, wat zorgt voor additionele weglekrisico's.⁵⁹

In een mondiale markt, met wereldwijde overcapaciteit van eenvoudig te transporteren producten, kunnen afnemers gemakkelijk goedkopere producten importeren. Europese basischemie-installaties zijn daardoor gedwongen hun productie af te schalen en opereren gemiddeld op 74% van de capaciteit.⁶⁰ In 2024 is voor vier krakers in Europa sluiting aangekondigd, waardoor de productiecapaciteit met 10% afneemt. Dit heeft ertoe geleid dat Europa in de afgelopen vijf jaar van netto-exporteur naar -importeur van chemische producten is gegaan.⁶¹

De bedrijven in de chemische industrie bestaan uit multinationals die vaak hun hoofdkantoren niet in Nederland hebben. Investeringslocatiebeslissingen worden afgewogen tegen andere regio's op basis van een aantal factoren, waaronder de terugverdientijd, uitvoerbaarheid van investeringen en politieke stabiliteit. Verduurzaming vraagt niet alleen grote investeringen in nieuwe installaties, maar vaak ook structureel hogere kosten voor energie en grondstoffen. Investeren in verduurzaming, met name elektrificatie, kunnen daardoor niet altijd worden terugverdiend binnen de gewenste periode. Daarnaast profiteren andere regio's vaak van lagere loon-, financierings- en transportkosten en vaak ook minder strikte klimaat-, milieu- en arbeidswet- en regelgeving ten opzichte van Europa. Toenemende vraag en eenvoudige toegang tot financiële steun, met name in Azië, maar ook in de Verenigde Staten, maakt het aantrekkelijker om daar te investeren.

53 COM(2025) 526; COM(2025) 531 Fiche 2: Verordening Omnibus VI - vereenvoudiging eisen en procedures chemische producten; COM(2025) 386; BNC-Fiche 17 (ECHA basisverordening).

54 Competitiveness of European Energy-Intensive Industries.

55 Kamerbrief Onderzoek elektriciteits- en netwerkkosten industrie | kamerstuk | Rijksoverheid.nl.

56 EUR-Lex - 02003L0087-20240301 - EN - EUR-Lex.

57 CO₂-heffing voor industrie | Klimaatverandering | Rijksoverheid.nl.

58 Europees instrument om een eerlijke prijs te rekenen voor de productie-emissies van geïmporteerde producten, *Carbon Border Adjustment Mechanism - European Commission*.

59 *The future of European competitiveness – In-depth analysis and recommendations*.

60 2023 Facts and Figures of the European Chemical Industry - *cefic.org*.

61 EPCA 2024 seminar: Europe Petrochemicals – Transform to Thrive.

Dit bedreigt niet alleen de verduurzaming, maar ook de toekomst van de chemie in de EU en de strategische autonomie van Nederland en Europa voor vrijwel ieder toepassingsgebied van materialen. Slechts 10% van de buitenlandse investeringen in energie-intensieve industrie landde in Europa in 2022.⁶²

De Europese chemische industrie is cruciaal voor de weerbaarheid van de maakindustrie in het algemeen, het voorkomen van onwenselijke afhankelijkheden in vitale sectoren zoals defensie, zorg en groene energie en het behouden van het welvaartsniveau in Europa. Om het concurrentievermogen en daarmee voldoende welvaart te behouden in een snel veranderende internationale context is het van belang om in te zetten op innovatie, op een geïntegreerde aanpak van verduurzaming en concurrentievermogen en op het vergroten van economische veiligheid en het verminderen van afhankelijkheden.⁶³

Specifiek voor de energie-intensieve industrie, dus ook de chemie, legt het behalen van de emissie-reductiedoelstellingen veel druk op de industrie. De huidige maatregelen zijn waarschijnlijk onvoldoende om de transitie te bewerkstelligen en tegelijkertijd het vermogen om te concurreren te behouden. Daarnaast zijn er weglekrisico's door import van halffabricaten en eindproducten, met name in de chemie. Ook vinden mogelijk verschuivingen plaats van energie-intensieve industrie naar gebieden waar voldoende, stabiel aanbod van betaalbare hernieuwbare energie kan worden gerealiseerd. In deze context heeft Draghi⁶⁴ aanbevelingen gedaan voor het realiseren van een duurzame competitieve industrie in Europa. Hierbij heeft hij twee beleidsdoelstellingen geformuleerd: 1) ondersteuning van industrie-specifieke maatregelen voor verduurzaming; en 2) het creëren van een gelijk spelveld met internationale concurrentie. Op basis van drie leidende principes worden elf aanbevelingen geformuleerd.

De leidende principes zijn 1) concurrerende en voorspelbare energielevering; 2) steun voor emissiereductie door investeringen en markten veilig te stellen; en 3) weglek door ongelijke verdeling van subsidies of wetgeving vermijden. De aanbevelingen die Draghi doet in zijn rapport gelden ook onverminderd voor de transitie naar duurzame koolstof in de chemie. De algemene aanbevelingen voor het bevorderen van investeringen, het verlagen van regeldruk en verduurzaming zijn hier belangrijke voorbeelden van. Ook de aanbevelingen om de vraag naar groene producten te stimuleren door transparantie te vergroten, de circulariteit van grondstoffen te verbeteren en vorming van regionale groene industrieclusters te bevorderen zijn van specifiek belang voor de transitie naar duurzame koolstof.

5.3 Grondstoffentransitie en overige transities

Zowel op nationaal als op Europees niveau zijn duurzaamheidsdoelen gesteld en vertaald naar opgaven die voor de chemische sector van belang zijn.⁶⁵ Het streven is dat Nederland en Europa in 2050 klimaatneutraal, circulair en gezond, schoon en veilig zijn. In de chemische sector is dat zichtbaar in **welke** grondstoffen de chemie gebruikt, **hoe** de chemie produceert en **wat** de chemie produceert. Duurzame grondstoffen worden als feedstock gebruikt (circulair), benodigde energie is afkomstig uit hernieuwbare bronnen (klimaatneutraal) en de stoffen die geproduceerd worden zijn gedurende hun hele levenscyclus veilig en duurzaam (gezond milieu). Op deze manier draagt de sector in goede relatie met de leefomgeving en omwonenden bij aan het welzijn van de samenleving: ze zorgt voor verdienvermogen, ondernemerschap, werkgelegenheid en innovatie.

⁶² [ERT-Competitiveness-of-Europes-energy-intensive-industries_March-2024.pdf](#).

⁶³ [The Future of European competitiveness – A competitiveness strategy for Europe](#).

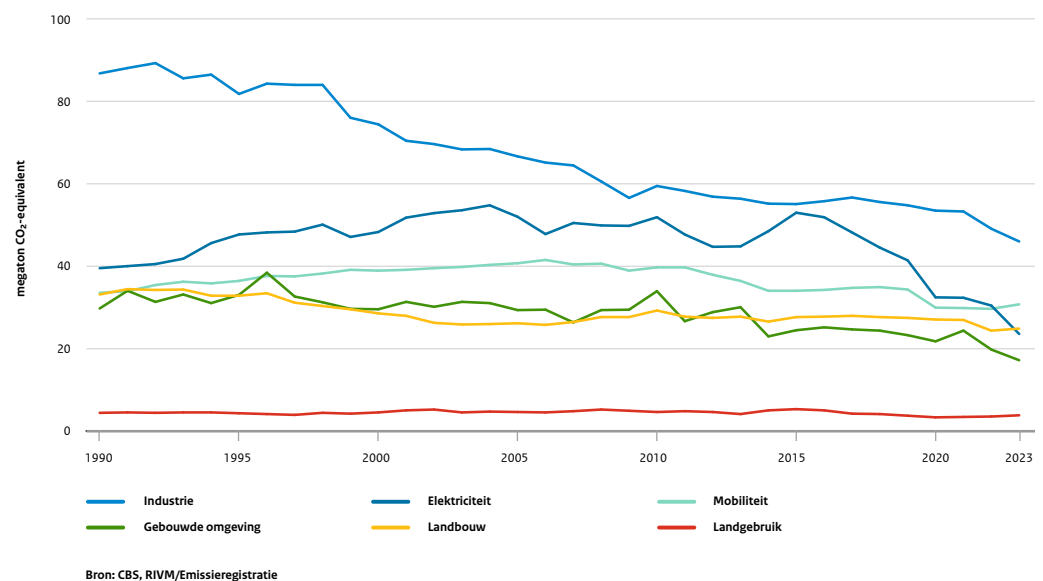
⁶⁴ [The future of European competitiveness – In-depth analysis and recommendations](#).

⁶⁵ [The European Green Deal - European Commission \(europa.eu\)](#).

De opgaven voor de chemie

De mensheid overschrijdt de planetaire grenzen in rap tempo. De Europese en Nederlandse chemische industrie draagt significant bij aan de opwarming van de aarde, verlies van biodiversiteit, oceaanzuurzuring en chemische verontreiniging.⁶⁶ De chemische sector moet daarom bijdragen aan het realiseren van de maatschappelijke opgave om de economie weer binnen de planetaire grenzen te krijgen. De chemische industrie heeft hiervoor ook een belangrijke sleutel in handen door het ontwikkelen van nieuwe circulaire en veilige materialen, op basis van duurzame grondstoffen en processen. Door de positie van de chemie aan het begin van een groot aantal waardeketens werken de voordelen hiervan door in de keten.

Figuur 5: Uitstoot broeikasgassen per industriële sector



De broeikasgasemissies van de chemische industrie maken 5% uit van de totale netto broeikasgasemissies in de EU en in Nederland, vanwege de grote concentratie energie-intensieve industrie, zelfs 10%. De uitstoot van de chemie is met een kwart (5,7 Mton) CO₂ afgenomen sinds 1990, maar is nog steeds het hoogste van alle industriële sectoren, zie figuur 5.⁶⁷ Hier gaat het om de directe uitstoot van de chemische industrie. De indirecte uitstoot is nog groter, met schattingen dat deze indirecte uitstoot verantwoordelijk is voor meer dan 70% van de totale hoeveelheid broeikasgasemissies van de chemische industrie⁶⁸.

Ook de planetaire grens voor chemische verontreiniging, welke het aantal nieuwe stoffen dat in het milieu terecht komt beschrijft, wordt overschreden. Chemische verontreiniging heeft grote gevolgen voor de kwaliteit van lucht, water en bodem. Dit bedreigt de staat van het milieu en ecosystemen en heeft een directe impact op de gezondheid en daarmee de kwaliteit van leven van mensen. Het aantal nieuwe stoffen en het volume van deze stoffen dat wordt vrijgelaten neemt in zo'n mate toe dat het niet mogelijk is om de risico's adequaat in kaart te brengen en te monitoren wat de gevolgen van deze (grote volumes van) nieuwe stoffen zijn, met alle risico's voor de samenleving van dien.

66 Barnosell, I. & Pozo, C., 2024. The impacts of the European chemical industry on the planetary boundaries. 2024. Sustainable Production and Consumption 44, 188-207.

67 Welke sectoren stoten broeikasgassen uit? | CBS.

68 Measuring the emissions impact in the chemical sector: a guide on Product Carbon Footprint - cefic.org.

Bovendien gebruikt de chemische sector nu nagenoeg alleen primair fossiele grondstoffen (aardolie en aardgas). Om de opwarming van de aarde en impact op het milieu door de winning en bewerking van primaire fossiele grondstoffen te beperken/voorkomen, dient te worden omgeschakeld naar andere koolstofbronnen, zoals secundaire grondstoffen, duurzame biograndstoffen en CO₂. Het omschakelen van fossiele grondstoffen naar grondstoffen met minder milieu-impact draagt bij aan de transitie naar circulariteit en aan de klimaat- en milieupoging.

De drie maatschappelijke opgaven zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Het vervaardigen van producten en materialen zoals kunststoffen uit afval in plaats van primair fossiele grondstoffen draagt niet alleen bij aan het beperken van de milieu-impact door de winning en bewerking van primair fossiele grondstoffen, maar reduceert ook de broeikasgasuitstoot in het productiestadium en het afvalstadium (verbranding). Het elektrificeren van processen reduceert niet alleen de uitstoot van broeikasgassen maar ook de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen, zoals bijvoorbeeld NO_x, die nu bij de verbranding van fossiele grondstoffen vrijkomen. Het toepassen van biograndstoffen in productieprocessen leidt niet alleen tot duurzame producten, maar biedt ook kansen voor het realiseren van koolstofverwijdering. In deze visie ligt de focus op de transitie naar een circulaire koolstofchemie, welke verbonden is met de transities naar een klimaatneutrale, gezonde en veilige en concurrerende chemische sector.⁶⁹

Geen van de drie bronnen van duurzame koolstof alleen zal in de vraag naar koolstof in de toekomst kunnen voldoen. Om fossiele koolstof op termijn uit te faseren, zullen alle drie de typen grondstoffen nodig zijn. Alle drie de grondstoffen kennen voor- en nadelen (zie [Bijlage 2](#)) en de productieroutes bieden verschillende mogelijkheden qua functionaliteit (bijv. biodegradeerbaarheid of recyclebaarheid). Het is daarom wenselijk om vanuit de toepassing en benodigde functionaliteit te kijken welk productieproces gebaseerd op welke grondstof over de gehele levenscyclus het meest geschikt is en positief bijdraagt aan de bovengenoemde drie transities, wat gedurende de transitie ook kan verschuiven.

Deze werkwijze sluit aan bij het gedachtegoed over *Safe and Sustainable by Design* (SSbD). SSbD betekent dat een product of proces van begin af aan is ontwikkeld met het oog op veiligheid en duurzaamheid en gaat in op **wat** er wordt geproduceerd, **hoe** dat wordt geproduceerd en van **welke** grondstoffen. Door het toepassen van een SSbD-aanpak kunnen meekoppelkansen en risico's tussen de drie transities eerder geïdentificeerd en benut of gemitigeerd worden. Het kabinet laat een verkenning uitvoeren hoe de principes van klimaatneutraliteit en circulariteit, naast veiligheid, onderdeel kunnen uitmaken van een SSbD-aanpak.

De drie transities zullen echter ook onderling en met andere maatschappelijke opgaven knellen. Zo vraagt de transitie naar duurzame koolstof fysieke ruimte, in veel gevallen met een hoge milieucategorie, welke in Nederland schaars is en zal blijven, en verdeeld moet worden over verschillende sectoren. Ook vraagt de realisatie van de aanleg van projecten stikstofruimte. Op dit moment is er onvoldoende bekend wat de vraag naar (milieu)ruimte is voor de grondstoffentransitie in de chemie. Om hier beter zicht op te krijgen, wordt in het kader van de Nota Ruimte nader onderzoek uitgevoerd naar de ruimtelijke impact van de energie- en grondstoffentransitie in de industrie.

Tot slot is de grondstoffentransitie in de chemie sterk verweven met de energietransitie. Enerzijds biedt dit mogelijkheden voor synergiën, bijvoorbeeld vanuit de verwevenheid met de (bio)raffinagesector en de transitie in die industrie naar hernieuwbare brandstoffen zoals methanol, die ook als platform-moleculen kunnen worden gebruikt in de chemie. Anderzijds is er ook sprake van mogelijke competitie om schaarse duurzame koolstofbronnen die zowel in de energietransitie als in de grondstoffentransitie van de chemie zouden kunnen worden ingezet. Bijvoorbeeld als brandstof, als meststof voor glastuinbouw of voor koolstofverwijdering. Juist daarom wordt de niet-energetische (duurzame) koolstofinzet voor de chemie binnen het Nationaal Plan Energiesysteem beschouwd als integraal onderdeel van het energiesysteem.

⁶⁹ Ook bij de andere primaire grondstoffen die de chemie gebruikt, metalen en zouten, zorgen de winning en bewerking (net als bij fossiele koolstof) voor verlies van natuurareaal, milieuvervuiling en uitstoot van broeikasgassen. Ook hier is overschakeling op secundaire grondstoffen en grondstoffen met een lagere milieu-impact nodig.

6 Duurzame koolstofbronnen

In Nederland wordt circa 430 Peta Joule (PJ) per jaar aan koolstofhoudende fossiele grondstoffen in de chemie gebruikt voor niet-energetische toepassing⁷⁰, wat overeenkomt met ongeveer 8.5M ton aan koolstofinhoud⁷¹, zie [hoofdstuk 5.1](#). 80% van de Nederlandse productie wordt geëxporteerd, waarvan 20% buiten Europa. Op basis van demografische ontwikkeling blijft de verwachte vraag naar chemische producten in Europa tot 2050 vrijwel stabiel, met een geschatte groei van +0,4% per jaar.⁷² Dit betekent echter niet dat de Europese productie ook vrijwel stabiel blijft. Door de mondiale overcapaciteit en uitdagende concurrentiepositie, zie [hoofdstuk 5.2](#), zal export buiten Europa naar verwachting verder onder druk komen te staan. Ook wordt mogelijk een groter deel van de Europese vraag geïmporteerd. Daarnaast zal door toenemende circulariteit, en dus hergebruik en recycling verder in de keten, de vraag naar basischemicaliën in Europa afnemen ten opzichte van de huidige situatie. Gezien de sterke positie van de Nederlandse chemie binnen Europa zet het kabinet in op een blijvende belangrijke rol binnen de Europese productie, al kunnen er wel verschuivingen plaatsvinden binnen Europa voor energie-intensieve processen. De transitie naar andere grondstoffen leidt tot nieuwe productieketens voor bestaande producten (**alternatieve routes**) en voor **nieuwe chemie**. Tussenproducten uit deze nieuwe routes, zoals methanol, zullen ten dele ook worden geïmporteerd uit landen waar hernieuwbare energie goedkoper is. Er blijft echter een aanzienlijke vraag bestaan naar koolstof voor de chemie in Nederland⁷³. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op welke bronnen en technieken gebruikt kunnen worden om aan die koolstofvraag te voldoen.

6.1 Drie grondstofbronnen

Om het gebruik van fossiele koolstof als grondstof in de chemie te vervangen met duurzame koolstof zijn er drie potentiële bronnen: secundaire grondstoffen (kunststofafval), duurzame biograndstoffen en CO₂. In dit hoofdstuk wordt per grondstof de huidige situatie geschetst. Er wordt ingegaan op welke conversietechnieken er zijn en worden opschalingsmogelijkheden, inclusief de daarvoor benodigde ketenvorming en andere randvoorwaarden in kaart gebracht. Per bron wordt ook een inschatting gemaakt van de potentie van het gebruik van de bron.

6.1.1 Secundaire grondstoffen

Huidige situatie

In de afbouw van fossiele koolstof in de chemie zullen secundaire grondstoffen (zie [kader 2](#)) een grote rol moeten spelen. Van de 1,5 megaton (Mton) kunststof die per jaar in het Nederlandse afval terechtkomt, wordt 44% gerecycled.⁷⁴ Dit betreft voornamelijk huishoudelijk afval; gemengd bedrijfsafval gaat grotendeels ongesorteerd naar de afvalverbrandingsinstallatie. Secundaire grondstoffen worden nu nog beperkt ingezet in de Nederlandse chemie. Zo is bijvoorbeeld slechts 20% van het kunststof gemaakt van recyclelaar (waarvan 13% postconsumentrecyclelaar, 7% postindustriële recyclelaar)⁷⁵, het percentage gerecyclede koolstof toegepast in de totale chemische waardeketen ligt nog lager. Een belangrijke

⁷⁰ CBS Energiebalans (2023).

⁷¹ Nationaal Plan Energiesysteem.

⁷² [Evaluation of Recent Reports on the Future of a Net-Zero Chemical Industry in 2050 \(PDF\) | Renewable Carbon Publications](#).

⁷³ In dat kader en in opvolging van het NPE, wordt er door het ministerie van KGG gewerkt aan een Actieplan Aanbod Duurzame Koolstofdragers, dat naar verwachting voor het einde van 2025 met de kamer wordt gedeeld. Tegelijkertijd wordt er door het ministerie van LNVN middels een Biograndstoffenstrategie gewerkt aan het vergroten van het nationale aanbod van duurzame biograndstoffen en een overzicht van de vraag naar deze biograndstoffen (inclusief veevoer en voeding) bij verschillende uitgangspunten.

⁷⁴ Evaluatie aanwezigheid kunststoffen in brandbaar afval voor AVI's | Rapport | Rijksoverheid.nl.

⁷⁵ https://www.internetconsultatie.nl/nationale_circulaire_plastic_norm/document/12507.

oorzaak voor deze lage percentages is de huidige marktsituatie waarin de prijzen voor *virgin* kunststof lager liggen dan die van recycalaat (zie [hoofdstuk 5.2](#)).

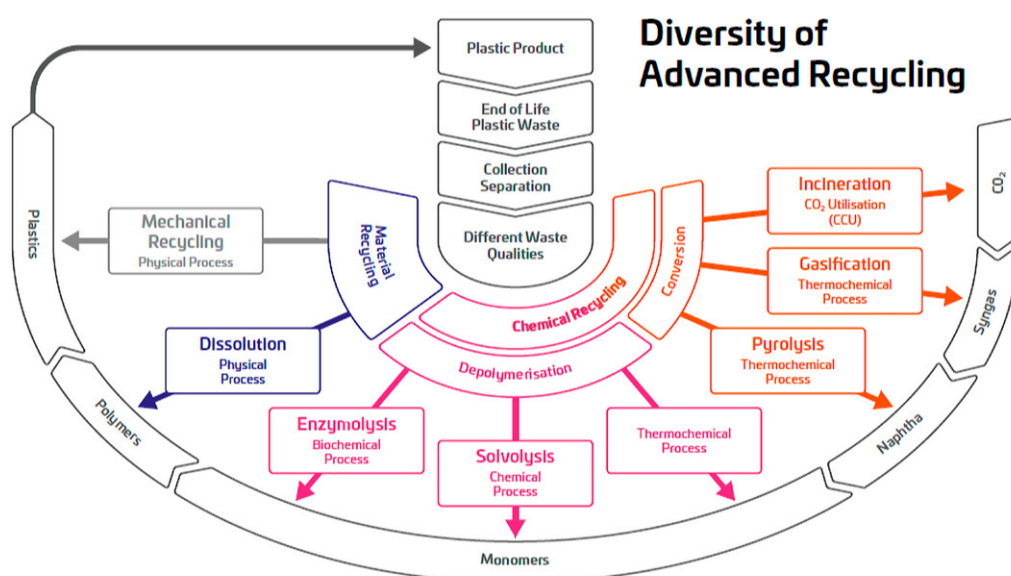
Kader 2: Definitie secundaire grondstoffen

Secundaire grondstoffen zijn biotische of abiotische producten of materialen die het einde van de afvalfase bereikt hebben en na verwerking opnieuw gebruikt worden als grondstof. De hoeveelheid en bruikbaarheid van secundaire grondstoffen is (buiten import) sterk afhankelijk van de Nederlandse inzamel-, sorteer- en recyclingkwaliteit en capaciteit. In de chemie kan koolstofhoudend afval worden gebruikt als grondstof vanwege de koolwaterstofverbindingen. Anorganische reststromen zoals metaal dienen uiteraard ook te worden gerecycled, maar vallen in dit kader buiten scope. Vanwege het grote aandeel binnen het totale afval focust dit hoofdstuk op kunststofafval (na verwerking recycalaat) als secundaire grondstof. Secundaire biotische stromen zijn onderdeel van [hoofdstuk 6.1.2](#).

Opschalingsmogelijkheden

Om aan de vraag van de toekomstige duurzame chemische industrie te kunnen voldoen is er een grote opschaling nodig in sorteer- en recyclingcapaciteit.⁷⁶ Zo becijferde het PBL in de Trajectverkenning Klimaatneutraal 2050 dat er twaalf tot twintig keer meer gerecycled kunststof nodig zal zijn voor een klimaatneutraal Nederland.⁷⁷ In 2023 was er een Nederlandse operationele chemische recyclingcapaciteit voor 12 kiloton (kton) aan kunststofafval. De voorgenomen Nederlandse capaciteit in 2030 op basis van aangekondigde projecten is 4.237 kton, waarvan circa 87% vergassing zal zijn.⁷⁸ Echter, in de huidige internationale context is het zeer de vraag of deze geplande investeringen daadwerkelijk operationeel zullen zijn tegen die tijd (zie [hoofdstuk 5.2](#)); een capaciteit van 50-100 kton in 2030 is waarschijnlijker. Om ervoor te zorgen dat de benodigde investeringen in recyclingcapaciteit daadwerkelijk worden gedaan is het van belang dat er vraag wordt gecreëerd, obstakels voortkomend uit einde-afvalstatus regelgeving waar mogelijk worden verminderd en het proces van vergunningverlening en zaken rondom einde-afvalstatus soepeler en sneller gaan verlopen.

Figuur 6: Schematische weergave van recyclingtechnieken



⁷⁶ KPMG onderzoek schetst route naar circulair plastic - Plastics Europe NL.

⁷⁷ Trajectverkenning klimaatneutraal 2050 | Planbureau voor de Leefomgeving.

⁷⁸ De Rapportage Monitoring Chemische Recycling Projecten 2023 (Rebel 2024).

Er bestaan meerdere recyclingtechnieken om kunststofafval om te zetten naar secundaire grondstoffen. Iedere techniek verschilt in specificaties van de input (het afval), kwaliteit (en daarmee bruikbaarheid) van de output, het energiegebruik, milieu-impact, benodigde ruimte en omzettingskosten. De waaier van recycling-technieken in [figuur 6](#)⁷⁹ geeft met de klok mee gekeken een aflopende schaal weer van de mate waarin afval gemengd mag zijn (links vraagt om zuiverder afval), de mate waarin energie nodig is om de output opnieuw op te werken naar kunststof (rechts vraagt om meer energie) en de diversiteit aan toepassingen waarvoor de output kan worden gebruikt. In [kader 3](#) worden de verschillende technieken kort toegelicht.

Geen van de technieken is dé oplossing om al het kunststof te recycelen. Daarom is een combinatie van deze recyclingtechnieken nodig voor het realiseren van een circulaire economie. Wel zijn er verschillen in de wenselijkheid van de routes; zo moet vanuit efficiëntie oogpunt gezien zoveel mogelijk worden ingezet op kortcyclische recycling (zoals mechanische recycling) om moleculen zo min mogelijk af te breken en moet daarnaast zoveel mogelijk voorkomen worden dat afval wordt verbrand voor warmte. Dit betekent dat mechanische recycling en het gebruiken van recyclaat zonder deze af te breken naar de chemische bouwstoffen de voorkeur heeft. Daarbij is er een grote noodzaak voor extra capaciteit voor hoogwaardige recycling, om ook de meer technologisch uitdagende toepassingen te voorzien van bruikbare secundaire grondstoffen. Ondanks de huidige moeilijke economische context voor recyclers zijn er daarom meer investering nodig in chemische recycling (buiten de bovengenoemde aangekondigde vergassing capaciteit). Het is nog onduidelijk in welke verhouding de verschillende recyclingmethodes in de toekomst naast elkaar bestaan. In een eindbeeld waarbij er nog veel gebruik zal worden gemaakt van de bestaande petrochemische assets, zal meer vraag zijn naar pyrolyseolie en vergassing dan in een eindbeeld waarbij de industrie meer zal focussen op kortcyclische recycling.

Kader 3: Overzicht huidige recyclingtechnieken

Reststromen kunnen met verschillende technieken worden gerecycled naar grondstoffen:

- **Fysische recycling**, waarbij molecuulstructuren intact blijven, heeft twee vormen:
 - **Mechanische recycling** (*Technology Readiness Level* (TRL) 9) - kunststof wordt versnipperd en/of versmolten om weer nieuwe producten van te kunnen maken.
 - **Dissolutie** (TRL 4-6) - een oplosmiddel wordt gebruikt om gericht een polymeer uit kunststofafval te filteren.
- **Chemische recycling** is te classificeren in twee technieksoorten:
 - Onder **depolymerisatie** (TRL 7-8), waarbij polymeren worden teruggebracht naar hun oorspronkelijke monomeren, vallen de volgende technieken:
 - **Enzymolyse** - depolymerisatie wordt verricht door biokatalysoren (enzymen)
 - **Solvolyse** (TRL 5-6) - een oplosmiddel wordt gebruikt voor het chemisch ontbinden van polymeren
 - **Thermochemische recycling** - een combinatie van hitte en chemicaliën wordt gebruikt.
 - Voor de **conversie**, waarbij de polymeren worden omgezet in een breder scala aan verschillende bruikbare producten, van kunststofafval zijn er drie technieken:
 - **Pyrolyse** (TRL 7-8) - het afval wordt omgezet in pyrolyse olie (en gassen).
 - **Vergassing** (TRL 8-9) - het afval wordt vergast naar zogenaamde syngas.
 - **Verbranding met CCU** - waarbij afval met verbranding wordt omgezet in energie en de koolstof kan worden afgevangen en hergebruikt (zie hoofdstuk 6.1.3).

Naast de wenselijkheid verschillen de routes ook in hun vermogen om op te schalen. Mechanische recycling is een vergevorderde methode die breed wordt toegepast en relatief goedkoop is, maar in het proces of door de inzamelmethode treedt verlies van kwaliteit op, waardoor het recyclaat niet altijd in gelijkwaardige producten kan worden ingezet. Bij dissolutie is minder sprake van verlies van kwaliteit en kunnen contaminaties en vulstoffen wel worden verwijderd, maar de toepassing ervan is beperkt doordat niet alle polymeren

⁷⁹ [Diversity of Advanced Recycling \(2024\) | Renewable Carbon Publications.](#)

kunnen worden opgelost en dat de combinatie van kunst- en vulstoffen steeds anders is in de verschillende kunststofafvalstromen, waardoor telkens nieuwe specifieke oplosmiddelen nodig zijn.

Depolymerisatie is per definitie een energie-intensievere methode doordat de producten verder worden afgebroken en dus een langere route afleggen om terug te werken naar producten. Daarbij komt efficiëntie verlies en een relatief grote ruimte- en milieuvraag. Het voordeel van depolymerisatie is dat de resulterende output in een later punt in de productieketen kan worden hergebruikt dan bij conversie het geval is. De output kan daarnaast ook worden toegepast in hoogwaardige toepassingen zoals voedsel- en farmaceutische verpakkingen. Voor wat betreft opschalingsmogelijkheden is solvolyse al in een verder stadium van ontwikkeling, maar het beheer en hergebruik van de benodigde oplosmiddelen blijft uitdagend.⁸⁰

Het nadeel van conversie is dat het een lang-cyclische methode van recycling is waarbij er veel stappen en dus relatief veel energie nodig zijn om van het resultaat (pyrolyseolie of syngas) opnieuw producten te maken; stappen die gepaard gaan met een groot milieu- en ruimtebeslag. Zowel pyrolyse als vergassing zijn echter relatief robuuste conversiemethoden die een groot spectrum aan inputmaterialen of sterk vervuilde afvalfracties kunnen verwerken. Door vergassing van reststromen vervuild met plastic (zoals bermgras), kan ook een bijdrage geleverd worden aan het veilig verwerken van microplastics. Bovendien zijn de verkregen basischemicaliën vervolgens breed in te zetten voor verdere toepassingen en kunnen deze na eventuele verwerkingsstappen worden gebruikt in de bestaande petrochemische installaties.

Overige factoren

Wanneer de aangekondigde recyclingcapaciteit gerealiseerd wordt, is het van belang dat er voldoende aanbod is van feedstock (afval). De grootste kans voor het vergroten van het aanbod van secundaire grondstoffen (naast import) ligt in het verder **verbeteren van het Nederlandse inzamelsysteem** (bronscheiding, nascheiding, statiegeld). Dit biedt kansen om de zuiverheid van afvalstromen te verhogen en de vervuiling in de fracties te verminderen, waardoor er meer gebruik kan worden gemaakt van mechanische recycling of een beter geschikte grondstof oplevert voor andere (chemische/fysische) recyclingtechnieken. Zo wordt er nog een grote hoeveelheid bedrijfsafval ongescheiden verbrand (in 2023 nog 55%). Wanneer dit zou worden bron- of nagescheiden is dit een grote inputstroom.

Ook liggen er kansen in het vergemakkelijken en versnellen van het beleidsmatig en juridisch kader. Zo is **(Europese) harmonisatie en standaardisatie** rond de regels van de handel, het transport en de verwerking van afval naar secundaire grondstoffen belangrijk. Ook kan regelgeving helpen in de **verbetering van recyclebaarheid van producten** door het limiteren van de complexiteit volgend uit het hoge aantal verschillende polymerensoorten, vulstoffen en additieven die in toepassingen mogen worden gebruikt. De *Packaging & Packaging Waste Regulation* (PPWR)⁸¹ en de voorgestelde *Safe and Sustainable by Design*-wetgeving zetten hier op in.⁸²

Ketenvorming

In een circulaire productketen moeten veel verschillende partijen met elkaar samenwerken die indirect van elkaar afhankelijk zijn, maar vaak ver van elkaar verwijderd staan. Een circulaire economie is complexer en heeft meer verwerkingsstappen dan een lineaire economie, waardoor het vaak duurder is. Producten die hun eindelevensfase hebben bereikt, worden ingezameld, gesorteerd, gerecycled en opnieuw gebruikt als grondstof om door producenten verwerkt te worden in nieuwe gelijkwaardige toepassingen. Deze **extra stappen en handelingen tussen partijen moeten worden gefaciliteerd en gestimuleerd**.

Randvoorwaarden

De benodigde uitbreiding van de bestaande Nederlandse inzamel- en sorteerinfrastructuur en de voorbereiding zal beslag leggen op de beschikbare ruimte in Nederland. Ook moet rekening worden gehouden met opschaling van de import van secundaire grondstoffen en de daarvoor vereiste infrastructuur, gezien enkel Nederlands afval onvoldoende zal zijn om in de vraag te voorzien.⁸³ Door de

80 De Nationale Technologiestrategie | Beleidsnota | Rijksoverheid.nl.

81 https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0318_EN.html.

82 *Safe and sustainable by design* - European Commission.

83 KPMG onderzoek schetst route naar circulair plastic - Plastics Europe NL.

te bouwen recyclingfaciliteiten, als pyrolyse en vergassing, zal naast hun (milieu)ruimtebeslag ook een grote aanspraak worden gedaan op hernieuwbare energie.

6.1.2 Biograndstoffen

Huidige situatie

Duurzame biograndstoffen kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het vervangen van fossiele grondstoffen (zie kader 3). In de chemie spelen biograndstoffen momenteel nog een beperkte rol: in de EU wordt slechts 5% van alle chemicaliën en afgeleide producten geproduceerd uit biograndstoffen⁸⁴ en geeft slechts 9 procent van chemische bedrijven aan biograndstoffen in te zetten als grondstof.⁸⁵ Over het toekomstig aandeel biograndstoffen in de chemie bestaan verschillende beelden, welke in hoge mate afhankelijk zijn van de allocatie van de schaarse biograndstoffen over sectoren en de mate waarop de chemie gestuurd wordt op fossielvrij en de beschikbaarheid van CO₂-opslagcapaciteit. PBL⁸⁶ laat een bandbreedte zien van 225-290 PJ in 2050, ofwel 35-55% van de totale productie in 2050 in Nederland. Andere studies laten een lager aandeel biograndstoffen aandeel zien. Zo schat het Nova Instituut het aandeel biograndstoffen in de chemie op mondiaal niveau in op 20% in 2050.⁸⁷ De studies maken in ieder geval duidelijk dat een significante opschaling nodig is in de productie van en de vraag naar biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen.

Kader 4: Definitie biograndstoffen⁸⁸

Biograndstoffen omvatten al het plantaardig of dierlijk materiaal, of materiaal van plantaardige of dierlijke herkomst. Biograndstoffen kunnen afkomstig zijn uit gewassen, bomen en planten, algen, dierlijke producten en afvalstromen. Dezelfde groep biograndstoffen kan ingezet worden voor verschillende toepassingen. Zo kan maïs ingezet worden voor de productie van veevoer, brandstof (ethanol) en chemicaliën. Voor de inzet van biograndstoffen geldt het Duurzaamheidskader biograndstoffen. In het kort is de beleidsinzet het zo hoogwaardig mogelijk inzetten van *duurzame* biograndstoffen om een klimaatneutrale en circulaire economie te bereiken. Inzet van biograndstoffen in de chemie is een hoogwaardige toepassing, waarvoor de beleidsinzet gericht is op *opbouw*.

Technologische routes

Biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen zijn te onderscheiden in drie verschillende groepen, met bijbehorende productieroutes, kenmerken en marktdynamieken⁸⁹ (zie [figuur 7](#) en [kader 5](#)).

- **Biogebaseerde drop-ins** zijn chemisch identiek aan bestaande fossiele chemicaliën. Aangezien zij directe fossiele tegenhangers hebben en deze kunnen vervangen, kunnen ze in gevestigde processen en producten worden gebruikt.
- **Smart drop-ins** zijn een speciale subgroep van *drop-in* chemicaliën. Hoewel ze chemisch identiek zijn aan bestaande chemicaliën op basis van fossiele koolwaterstoffen bieden hun biogebaseerde productieroutes procesvoordelen, zoals energie-efficiëntie, ten opzichte van de conventionele paden.
- **Dedicated biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen** (*nieuwe chemie*) worden commercieel geproduceerd via een toegewijde productieroute en hebben geen identieke fossiele tegenhanger. Een voorbeeld is PEF: een biogebaseerd en recycleerbaar polymeer met verbeterde barrière-eigenschappen ten opzichte van PET en andere conventionele kunststoffen. Andere voorbeelden zijn PLA (wereldwijd 500 kton productie per jaar) en PHA (100kton per jaar dat vanuit slib gewonnen wordt).

84 RCI's scientific background report: RCI carbon flows report – Compilation of supply and demand of fossil and renewable carbon on a global and European level (Oct. 2023) | Renewable Carbon Publications.

85 3. Resultaten | CBS.

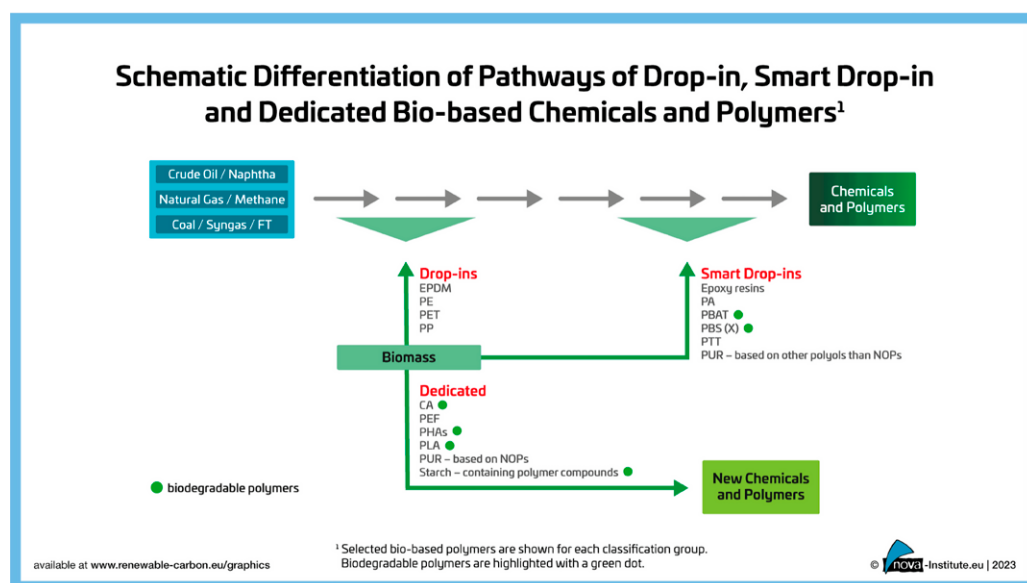
86 Trajecten naar een klimaatneutrale industrie en klimaatneutrale grondstoffen (pbl.nl).

87 Explorative scenario for a global net-zero chemical industry in 2050, Update October 2023 - Renewable Carbon News (renewable-carbon.eu).

88 Kamerbrief over duurzaamheidskader biograndstoffen | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl.

89 Zie voor definities: Circular Biobased Europe Joint Undertaking - Annual Work Programme and Budget 2025.

Figuur 7: Groepen biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen



Aangezien (smart) *drop-ins* chemisch identiek zijn aan hun fossiele tegenhangers, zijn deze makkelijk te gebruiken in processen, omdat de markt bekend is met de functionaliteiten van deze chemicaliën en producten. Daarnaast kunnen deze routes (deels) gebruikmaken van bestaande productielocaties en infrastructuur. Dit geldt bijvoorbeeld voor de productie van bionafta via bioraffinage, welke gebruikt kan worden in de bestaande krakers. Deze krakers zijn vaak onderdeel van een geïntegreerd chemisch complex, waarin producenten en afnemers fysiek aan elkaar zijn verbonden. Dit biedt voordelen ten opzichte van *dedicated* biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen. Deze laatste groep chemicaliën en kunststoffen hebben echter ook voordelen ten opzichte van *drop-ins*. Zo kunnen ze verbeterde functionaliteit hebben en beter te recyclen zijn⁹⁰, waardoor uiteindelijk ook minder nieuwe grondstoffen nodig zijn. Ook vraagt de productie ervan om minder biograndstoffen door hoger koolstofrendement, is de productie vaak energie-efficiënter en kunnen *dedicated* biochemicaliën beter afbreekbaar zijn in het milieu.

Het programma Biobased Circular (KGG) heeft een ‘Moonshot’ uitgebracht waarin het pleit voor een transitie naar biopolyesters⁹¹. Op dit moment zijn productieketens en toepassingen geoptimaliseerd op het gebruik van de huidige fossiele plastics (polyolefines, zoals het veelgebruikte PE en PP). Op weg naar een fossielvrije samenleving zijn biograndstoffen nodig; voor biopolyesters is het beslag aan grond 2,5x lager dan *drop-in* biopolymeren; bovendien is de afbreekbaarheid van biopolyesters beter dan die van de reguliere plastics. Gezien de toenemende zorg over het effect van microplastics is het ook in dat opzicht verstandig nieuwe ketens op basis van biopolyesters op te bouwen.

In de transitie zullen zowel (smart) *drop-ins* als *dedicated* biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen nodig zijn. *Drop-ins* kunnen een belangrijke rol spelen in het verduurzamen en behouden van bestaande installaties en hebben de potentie om sneller op schaal uitgerold te worden. Zo is het nu al mogelijk om bionafta uit het raffinageproces bij te mengen in de kraker en zo biogebaseerde kunststoffen en chemicaliën te produceren. Voor veel *dedicated* routes zijn al duurzame alternatieven beschikbaar die een kans bieden voor een nieuwe vorm van industrie, maar deze routes moeten nog wel grotendeels worden opgebouwd. Welke rol (smart) *drop-ins* en *dedicated* routes exact zullen spelen in de transitie is nog onduidelijk en zal afhangen van een breed aantal factoren, zoals de prijs, impact op het energiesysteem, CO₂-uitstoot, de snelheid waarmee opgeschaald kan worden en meer. Het is belangrijk om meer zicht te krijgen in de voordelen die *dedicated* routes bieden in termen van functionaliteit, duurzaamheid en impact op het energiesysteem.

90 [A future vision for more sustainable plastics](#). Voor het daadwerkelijk recycleren van deze nieuwe polymeren is het wel van belang dat er voldoende sorteer- en recyclecapaciteit wordt opgesteld.

91 [Moonshot-BBC.pdf](#).

Biograndstoffen kunnen door verschillende conversietechnieken worden omgezet in chemicaliën en kunststoffen:

- **Biochemische conversie** - biologische processen waarbij micro-organismen betrokken zijn, die plaatsvinden onder lagere temperatuur en druk. Hieronder vallen onder andere aerobe omzetting, anaerobe vertering, enzymatische processen en fermentatie. Deze techniek is met name geschikt voor lagere volume chemicaliën. Het kabinet stuurt in 2025 een visie op biotechnologie naar de Kamer.
- **Chemische conversie** - processen die een verandering in de chemische structuur van een molecuul veroorzaken door te reageren met andere stoffen. Hieronder vallen onder andere transesterificatie en hydrogenering.
- **Thermochemische conversie** - processen die een verandering in de chemische structuur van een molecuul veroorzaken onder hoge temperatuur en/of druk. Onder thermochemische conversieprocessen vallen onder andere vergassing, hydrothermale liquefactie, pyrolyse en superkritische conversie.
- **Mechanische conversie** - processen die de morfologie en samenstelling van de biograndstoffen veranderen, maar niet de chemische structuur, bijvoorbeeld een groottevermindering, verdichtingsverandering of scheiding van grondstofcomponenten. Mechanische processen zijn belangrijk voor grondstof om te voldoen aan de kwaliteitseisen voor biochemische en thermochemische processen. Hieronder vallen onder andere *blending*, extractie, fractionering en scheidingsprocessen.

Opschalingsmogelijkheden

De opschalingsmogelijkheden voor het gebruik van biograndstoffen in de chemie richting 2050 zijn groot. Uitgaande van de verwachte rol van biograndstoffen in de chemie die het PBL en Nova Instituut veronderstellen, moet het gebruik van biograndstoffen ~4 tot 11 keer meer worden dan in de huidige situatie.

Dit vraagt om een significante opschaling van productiecapaciteit. Hiervoor liggen kansen voor Nederland. De bestaande bioraffinagecapaciteit in Nederland biedt kansen om op korte termijn grotere volumes biograndstoffen in de basischemie toe te passen. De sterke integratie van de bestaande chemische industrie in de industrieclusters biedt daarbij een extra voordeel. Naast een focus van ombouw van de bestaande chemie liggen er ook significante kansen bij de opbouw van productie van *smart drop-ins* en *dedicated* biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen in Nederland. Nederland heeft op het gebied van chemie, biotechnologie, materiaalkunde en procestechnologie namelijk een hoog kennisniveau. Dit gepaard met de innovatiecultuur in Nederland heeft geleid tot meerdere kansrijke startups en scale-ups die hun oorsprong vinden bij Nederlandse universiteiten (bijvoorbeeld BTG van de Universiteit Twente en Avantium van de Vrije Universiteit Amsterdam) of voortkomen uit het bedrijfsleven en samenwerkingen aangaan met universiteiten (zoals BioBTX).

Het bovenstaande zal echter niet kunnen voorzien in de benodigde volumes en opschaling komt momenteel onvoldoende op gang. De grootste barrières voor deze opschaling zijn van economische aard (zie [hoofdstuk 7.2](#)). Door het soort biograndstoffen waarnaar voornamelijk wordt gekeken en de concurrentie met biobrandstoffen en energie speelt ook de beschikbaarheid van biograndstoffen een belangrijke rol (zie [hoofdstuk 6.2](#)). Om de concurrentie tussen de inzet in de chemie en voor brandstoffen en energie te verminderen, is het belangrijk om ook geavanceerde productieroutes uit tweede en derde generatie biograndstoffen (hout, algen) nader uit te werken zodat er een **brede grondstoffenbasis** kan worden gebruikt voor de productie in de chemie en voor brandstoffen. Het is daarbij belangrijk om **integraal te kijken naar de productie van biobrandstoffen en biograndstoffen voor de chemie**, omdat nieuwe technologieën tot producten zullen leiden die zowel als brandstof of als grondstof in de chemie kunnen worden ingezet. Het is de verwachting dat de raffinagesector zich in de toekomst zal toeleggen op het produceren van (bio-)brandstoffen voor lucht- en scheepvaart, en van grondstoffen voor de chemie.

De opschaling van biogebaseerde chemie in Nederland, zowel via (smart) *drop-ins* als *dedicated* biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen, biedt aanzienlijke kansen voor Nederland om toekomstig verdienvermogen te realiseren. Zoals ook geconcludeerd in de Nationale Technologiestrategie⁹² en het rapport Groeimarkten voor Nederland⁹³ zijn er aanzienlijke (economische) voordelen te behalen in de opschaling van biochemie.

Ketenvorming

Opschaling van het gebruik van biograndstoffen in de chemie zal betekenen dat nieuwe ketens zich zullen vormen. Zo zullen agrarische partijen en partijen die actief zijn in het inzamelen en verwerken van biogene reststromen ook een plaats krijgen in deze ketens. Dat deze ketenvorming plaatsvindt, is cruciaal voor financiering (zie [hoofdstuk 7.2](#)). **Standaardisatie van grondstofstromen** helpt om het aanbod te vergroten en een markt te creëren, waardoor partijen niet afhankelijk zijn van een beperkt aantal leveranciers voor hun grondstoffen. De agro-food industrie kent al een sterke logistieke waardeketen van gestandaardiseerde grondstoffen, wat kansen biedt door daar gebruik van te maken en op voort te bouwen.

Het zal voor (smart) *drop-ins* oplossingen makkelijker zijn om ketens te vormen, aangezien zij vaak al onderdeel zijn van geïntegreerde chemische complexen. Voor *dedicated* routes zal dit lastiger zijn aangezien deze processen en ketens vaak nog moeten worden opgebouwd. Investerings zullen niet alleen nodig zijn voor de productie van de *dedicated* biogebaseerde chemicaliën en kunststoffen, maar ook voor schakels verder in de keten die deze nieuwe chemicaliën en kunststoffen gebruiken in hun producten. Bovendien produceren chemische fabrieken vaak een scala aan producten. In chemische clusters kennen al deze producten vaak een toepassing, maar bij *dedicated* routes zal het meer tijd kosten om ook bijproducten te waarderen.

Benodigdheden

Het opschalen van de inzet van biograndstoffen in de chemie gaat gepaard met een additionele vraag naar infrastructuur, hernieuwbare energie en ruimte. De productie van biogebaseerde (smart) *drop-ins* kan (deels) gebruikmaken van bestaande infrastructuur, bijvoorbeeld wanneer de productieroute via een bestaande geïntegreerde raffinaderij-kraker route loopt of gebruikmaakt van het bestaande pijpleidingennetwerk. Dit heeft echter wel een hoog energie- en grondstofverbruik. Voor de aanvoer van biograndstoffen zullen de havens een belangrijke rol spelen, aangezien de nationale beschikbaarheid van biograndstoffen beperkt is. Naast bestaande infrastructuur zal ook een nieuwe vraag naar infrastructuur ontstaan, onder andere voor aansluitingen op het elektriciteitsnetwerk en de productie en het transport van waterstof.

De opschaling van biogebaseerde productie brengt daarnaast een ruimtevraag met zich mee. Nieuwe productiefaciliteiten, de benodigde infrastructuur en de teelt van biograndstoffen vragen allemaal om ruimte. Tijdens de transitie zullen deze nieuwe faciliteiten een plek moeten vinden naast bestaande installaties. Het is nu nog onduidelijk wat deze ruimtevraag is en hoe dit zich verhoudt tot de ruimtelijke opgave. In dit kader wordt momenteel een onderzoek uitgevoerd naar de benodigde ruimte voor de toekomstige duurzame industrie in de clusters. Het optimaal verwaarden van biograndstoffen kan een rol spelen om deze ruimtevraag te beperken.

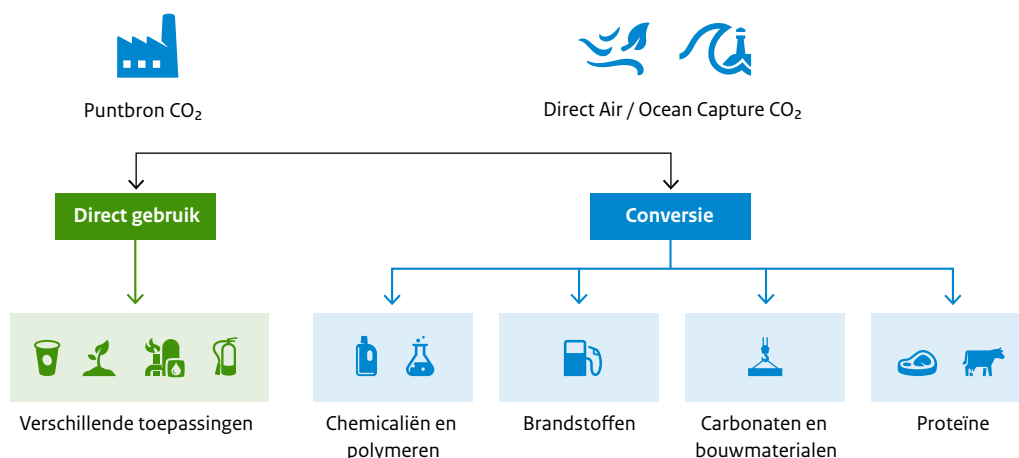
6.1.3 CO₂ als grondstof

CO₂ kan tevens als duurzame grondstof dienen voor het vervangen van fossiele koolstof. Door middel van *Carbon Capture & Utilisation* (CCU)-technologie, CO₂-afvang en (her)gebruik, wordt de koolstof uit CO₂ gebruikt voor het maken van producten. CO₂ kan direct worden gebruikt in toepassingen als frisdrank en in de glastuinbouw, maar kan ook via conversie worden gebruikt in bijvoorbeeld chemicaliën en polymeren, brandstoffen, carbonaten en voor de productie van voeding, waaronder eiwitten. Voor het doeleinde van deze visie focust dit hoofdstuk op de conversie naar chemicaliën en polymeren. Waar koppelingen zijn met de overige gebruiken wordt dit benoemd. In figuur 8 wordt een schematische weergave van de toepassingen en bronnen weergegeven, waarbij de scope van dit hoofdstuk rood omrand is.

⁹² De Nationale Technologiestrategie | Bouwstenen voor strategisch technologiebeleid.

⁹³ Dialogic Groeimarkten voor Nederland.

Figuur 8: Schematische weergave van mogelijke toepassingen



De herkomst van CO₂ kan zowel biogeen als fossiel zijn via puntbronnen.⁹⁴ Ook kan de CO₂ atmosferisch zijn, via *Direct Air/Ocean Capture*. De herkomst van CO₂ is relevant, omdat atmosferische CO₂ zuiver is, maar dit niet altijd geldt voor afgevangen CO₂. Bovendien is de herkomst bepalend voor de duurzaamheid van de productie en de eindproducten, met name wanneer de CO₂ tijdens of na het gebruik van het product in de atmosfeer terechtkomt. Fossiele CO₂, die op deze manier wordt uitgestoten, draagt dan bij aan de door mens teweeggebrachte klimaatopwarming. Desalniettemin wordt nieuwe fossiele CO₂-uitstoot ook vermeden. Daarom wordt, ten behoeve van technologieontwikkeling, in eerst instantie niet gekeken naar de herkomst, maar op den duur zal dit, met het oog op een klimaatneutrale economie, wel een rol gaan spelen. Over het algemeen geldt dat de CO₂-stromen van puntbronnen, waar CO₂ vrijkomt bij industriële processen, een hogere concentratie CO₂ hebben en daardoor minder energiekosten in de verwerking naar producten. Door de lage CO₂-concentratie in de atmosfeer en oceaan vragen *Direct Air/Ocean Capture*-technieken om meer energie(kosten), in de routekaart koolstofverwijdering wordt meer context gegeven over deze technieken. [Zie hoofdstuk 6.2](#) voor een toelichting op het aanbod van CO₂.

Huidige situatie

Van alle mondiaal vastgelegde koolstof in chemicaliën en afgeleide materialen (500 Mton) is 0,03% met behulp van CCU-technologie vastgelegd.⁹⁵ Door de relatief grote basisindustrie op basis van aardolie in Nederland is het aannemelijk dat dit nationale CCU-percentages lager ligt. Wel zijn verschillende bedrijven en organisaties actief met CCU-innovaties. Hoewel diverse organisaties in Nederland individueel werken aan CCU-technologie, komt een CCU-sector nog niet van de grond. In een evaluatie van twintig studies over zowel de Europese als de mondiale chemische industrie wordt geconcludeerd dat de gemiddelde bijdrage van CCU in een klimaatneutrale industrie 33% is, met een range van 0 tot 90%.⁹⁶

De meeste CCU-gebaseerde chemische producten⁹⁷ zijn nieuwer dan gerecyclede en biogebaseerde producten, waardoor nog veel innovatie nodig is en de maatschappelijke inbedding nog in de kinderschoenen staat.⁹⁸ Het huidige beleid is gefocust op innovatie door middel van innovatiesubsidies, zie [hoofdstuk 7.1](#). Op Europees niveau is een groeiende aandacht voor de rol die CCU kan spelen. Het is een belangrijk onderdeel van de *Industrial Carbon Management Strategy*⁹⁹ en valt binnen de scope van de *Net-Zero*

94 Puntbronnen zijn gefixeerde en gekanaliseerde bronnen van CO₂-emissies, zoals (bio)raffinaderijen, staalproducenten, (bio)energiecentrales.

95 Kähler, et al. (2023). RCI carbon flows report. *Renewable Carbon Initiative*. <https://doi.org/10.52548/KCTT1279>.

96 Harrandt, J., Carus, M., vom Berg, C., 2024: Evaluation of Recent Reports on the Future of a Net-Zero Chemical Industry in 2050. <https://doi.org/10.52548/SXWV6083>.

97 Voor de productie van ureum is CCU al gebruikelijk. Dit wordt verder buiten beschouwing gelaten.

98 MMIP_6.pdf (topsectorenergie.nl).

99 Communication Towards an ambitious Industrial Carbon Management for the EU (COM(2024) 62 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2024:62:FIN>.

Industry Act.¹⁰⁰ Daarnaast is in de *Renewable Energy Directive III* het doel opgenomen dat in 2030 ten minste 1% van de hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong moeten zijn. Ook in de *ReFuelEU Aviation* zijn minimumdoelen opgenomen voor synthetische luchtvaartbrandstoffen van de duurzame luchtvaartbrandstoffen, te weten 0,7% vanaf 2030, 5% vanaf 2035, 10% vanaf 2040, 15% vanaf 2045 en 35% vanaf 2050.¹⁰¹ Dit zou technologie op gang kunnen helpen die een bijdrage kan leveren aan CCU-technologiegebruik in de chemische industrie.

Kader 6: CCU-conversietechnieken

CO₂ kan door verschillende conversietechnieken worden omgezet in chemicaliën en kunststoffen:

- **Biotechnologische conversie** (TRL 6-7) - bacteriën worden door genetische modificatie als katalysator gebruikt. Producten worden rechtstreeks in het reactor medium geproduceerd.
- **Thermo-katalytische conversie** (TRL 5-8) - CO₂ wordt gereduceerd doordat de zuurstof gebonden wordt aan waterstof of ammoniak. Een eenvoudige reductie geeft CO. Dit kan vervolgens, via Fisher-Tropsch synthese, met meer H₂ worden omgezet in synthetische platformchemicaliën.
- **Elektrochemische conversie** (TRL 5-7) - elektriciteit wordt gebruikt om CO₂ te reduceren in een elektrolyser. Via dit proces kunnen bijvoorbeeld ethyleen, methanol, methaan, mierenzuur, oxaalzuur en CO worden geproduceerd.
- **Plasma-gebaseerde conversie** (TRL 1-3) - plasma wordt gebruikt om CO₂ rechtstreeks om te zetten in de gewenste producten. CO₂ kan zo worden gesplitst in CO en O₂, maar kan ook reageren met andere gassen, zoals CH₄, H₂ of H₂O, gericht op de productie van syngas en waardevolle oxygenaten zoals methanol, formaldehyde en mierenzuur.
- **Foto-katalytische conversie** (TRL 1-3) - CO₂ met water(stof) omgezet tot gewenste producten gebruikmakend van katalysatoren en/of foto-elektrodes en zonlicht als energiebron. Verschillende chemicaliën kunnen zo worden geproduceerd.
- **Chemische conversie naar polymeren** (TRL 8-9) - CO₂ wordt gebruikt om een carbonaatgroep (-O-CO-O-) in het polymeer te introduceren. Dit proces wordt ook wel co-polymerisatie van epoxiden genoemd en resulteert in een polymeer dat vaak polycarbonaten, polyolen en thermoplastische polymeren.

Opschalingsmogelijkheden

Er zijn zes verschillende soorten conversies waarmee CO₂ omgezet kan worden in polymeren of platformchemicaliën (bulkproductie van chemicaliën die als basis dienen voor producten met een hogere toegevoegde waarde).¹⁰² In [kader 6](#) worden de verschillende conversietechnologieën toegelicht.

In het expertadvies staat dat CO₂, die anders vrij zou komen, door de toepassing van waterstof (H₂) kan worden omgezet in koolwaterstoffen zoals methanol in de synthesesegas-gebaseerde chemie. Dit is thermo-katalytische conversie. Enerzijds is de technologieontwikkeling in een gevorderde fase en vraagt deze techniek om relatief weinig aanpassingen van de chemie en waardeketen. Anderzijds is een hoge druk en temperatuur nodig om CO₂ met waterstof (H₂) te laten reageren, waardoor veel energie nodig is, naast het energieverbruik voor de productie van waterstof. Zowel koolstofarme (niet-fossiele) waterstof als (duurzame) energie hebben relatief hoge kosten in Nederland. In het rapport van TAUW, Rebel en Drift wordt aangegeven dat de kosten van CO₂-gebaseerde brandstoffen viermaal duurder zijn dan de kosten van olie.¹⁰³ Het voordeel van methanolproductie is dat er mogelijk schaalvoordelen kunnen ontstaan, door productie voor chemie als voor de brandstoffensector, dankzij de doelen in de *Renewable Energy Directive III* en *ReFuelEU Aviation*. Maar het is onzeker of deze ontwikkeling in Nederland zal plaatsvinden.

¹⁰⁰ Regulation on establishing a framework of measures for strengthening Europe's net-zero technology manufacturing ecosystem and amending Regulation (REG(2024) 1735). [Regulation - EU - 2024/1735 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#).

¹⁰¹ [Regulation - EU - 2023/2405 - EN - EUR-Lex](#).

¹⁰² [MMIP_6.pdf \(topsectorenergie.nl\)](#).

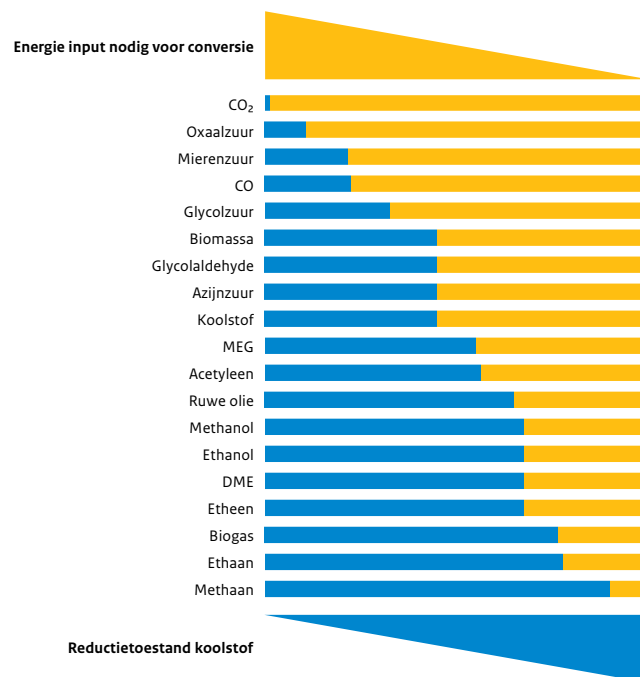
¹⁰³ TAUW, Rebel, Drift. (2025). *Transitiepaden naar een duurzame koolstofchemie*.

Ook bij biogebaseerde processen kunnen synergievoordelen ontstaan doordat de CO₂ (of CO) die in het proces vrijkomt, binnen hetzelfde proces kan worden benut door waterstof toe te voegen. In de fossiel-vrije scenario's van TNO krijgen synthetische feedstocks een relatief kleine rol¹⁰⁴. Wanneer specifiek wordt gekeken naar naftakraken in een scenario met lage import is de rol van synthetische feedstocks relatief groot, hierbij wordt echter verwacht dat de hoeveelheid die wordt gekraakt verder daalt.

CCU kan een rol spelen in de '**nieuwe chemie**'-route, met name als het gaat om de productie van zuurstofrijke producten zoals oxaalzuur en mierenzuur, en polymeren. Doordat deze producten meer zuurstof bevatten, is minder energie nodig voor de conversie. Zie [figuur 9](#) voor een overzicht van meer en minder zuurstofrijke chemicaliën (links naar rechts) en de benodigde energie voor conversie.¹⁰⁵ Door de energiebehoefte van producten is de conversietechniek niet bepalend, maar juist het product bepaalt welke techniek het meest voor de hand ligt. Gezien de beperkte vraag naar zuurstofrijke producten en polymeren zal dit waarschijnlijk geen bulkproductie betreffen, waardoor de verwachting is dat de rol van CCU in Nederland in 2050 beperkt is, maar er wel kleinschalige productie van minder energie-intensieve vormen van CCU plaatsvinden. De rol van geïmporteerde CCU-gebaseerde feedstocks (synthetisch) kan groter zijn, maar is sterk afhankelijk van de kosten en beschikbaarheid uit het buitenland.

Voor opschaling zijn pilots nodig. Voor het ontwikkelen van een pilot bestaan er niet alleen technologische randvoorwaarden, het beleid, de maatschappij en financiering moet ook hierin meegaan. Ook is voor pilots en demonstratiefabrieken zekerheid over de lange termijn winstgevendheid van CCU-technologieën nodig. Voor dit laatste kunnen **standaarden** voor CCU en CO₂ in producten, zoals chemicaliën en materialen en marktcreatie (zie [hoofdstuk 7.2](#)) helpen. Snelle vergunningen voor pilots en demonstratiefabrieken door middel van experimenteerruimten, *regulatory sandboxes* en greenfields kunnen helpen bij het ontwikkelen van technologieën in een pilot- en demonstratiefase. Met de goede kennispositie op katalyse en procestechnologie liggen hier kansen voor Nederland.

Figuur 9: Overzicht zuurstofrijke (lage reductietoestand) en zuurstofarme (hoge reductietoestand) chemicaliën



¹⁰⁴ Fossil-free energy system and the chemical industry in the Netherlands - TNO 2025.

¹⁰⁵ [Home - FutureCarbonNL](#).

Overige factoren

Nederland heeft relatief veel puntbronnen met een hoge CO₂-concentratie. Hierdoor is de beschikbaarheid van CO₂ relatief hoog. Daaraan verbonden is de ontwikkeling van CCS in Nederland met de bijkomende CO₂-infrastructuur, die ook CCU ten goede kan komen. Ook de sterke samenwerking binnen Nederland in combinatie met de relatief kleine afstanden die afgelegd moeten worden, kunnen de opkomst van CCU helpen. Momenteel is er relatief minder stimulatie voor de inzet van afgevangen CO₂ als grondstof in de chemie, in vergelijking met permanent vastlegging van CO₂. Dit heeft enerzijds te maken met de benodigde technologische ontwikkelingen op het vlak van CCU. Anderzijds kan extra stimulans de ontwikkelingen ten goede komen. Daarom is het positief dat het betrekken van niet-permanente CCU in het ETS-systeem wordt verkend door de Europese Commissie.¹⁰⁶

Daartegenover bestaat een ruimtegebrek in combinatie met een grote milieudruk in Nederland. De duurzaamheid van CCU is afhankelijk van veel factoren, zoals hernieuwbaar energie- en koolstofarme waterstof gebruik, de herkomst van CO₂, de mate waarin fossiele CO₂-emissies worden vermeden en het eindproduct. Daarom is een volledig levenscyclusanalyse en de borging van de duurzaamheid belangrijk. Deze belemmeringen en onzekerheden kunnen negatieve effecten hebben op de businesscase, waardoor de beperkt beschikbare financiering lastig ten goede komt van CCU-technologieën (zie [hoofdstuk 7.2](#)).

Ketenvorming

Voor het opschalen van CCU-technologie naar een commercieel niveau is het nodig om nieuwe ketens op te zetten met nieuwe partnerschappen¹⁰⁷. CO₂-afvanginstallaties – bij puntbronnen en via *Direct Air/Ocean Capture* – moeten worden gebouwd. Vervolgens moet de CO₂ in de meeste gevallen naar andere partijen worden getransporteerd. Dit betekent dat partijen die een conversietechniek gebruiken om CO₂ om te zetten in chemicaliën en polymeren, nieuwe partnerschappen moeten opzetten met de leveranciers. Afhankelijk van wat geproduceerd wordt, moeten bestaande spelers de nieuwe grondstoffen implementeren in hun fabrieken of de nieuwe polymeerproducenten moeten nieuwe partnerschappen met afnemers opzetten.

Nieuwe ketens kunnen ook ontstaan door opkomende synergiën, zo ontstaan door de verschillende transitie waar ons land voor staat nieuwe activiteiten die gekoppeld kunnen worden aan CCU. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld mogelijkheden op decentraal niveau aantrekkelijker worden. Bijvoorbeeld bij de productie van biogas kan met een elektrolyser waterstof worden geproduceerd en de CO₂ worden afgevangen. Door middel van een CCU-techniek, die juist op kleine schaal kan renderen, kunnen bijvoorbeeld hoogwaardige chemicaliën worden geproduceerd. Een andere kans zou samenwerking met de glastuinbouw kunnen zijn, waar onder andere wordt gekeken naar DAC voor het gebruik van CO₂ voor gewasgroei in de zomermaanden.

Benodigheden

Voor het opschalen van CCU-technologie naar een commercieel niveau ten behoeve van de grondstoffen-transitie in de chemie zijn infrastructuur, duurzame energie en ruimte nodig. De CO₂-infrastructuur voor CCS kan ook gebruikt worden voor CCU, maar er zullen ook leidingen moeten worden gelegd tussen andere partijen binnen en tussen de verschillende clusters of zijn vloeistofmakers en wegtransport nodig. Voor alle technieken zijn koolstofarme waterstof en energie nodig, maar de grootte van de vraag is afhankelijk per techniek en beoogd product. Door integratie van afvang en de conversiestap is het mogelijk dat energie wordt bespaard. Energie- en waterstofinfrastructuur zijn niet urgent door de beperkte voorziene rol van CCU, maar onzekerheid over de infrastructuur heeft wel een remmende rol bij investeringen.

Daarnaast is de ruimtevraag voor CCU-technieken groot, omdat de CO₂-afvanginstallaties groot zijn (met name *Direct Air Capture*-installaties) en ruimte nodig is voor de conversie-installaties. Naast CO₂ en waterstof zijn, afhankelijk van de gekozen techniek en het te produceren product, ook andere grondstoffen nodig. Zo zijn kritieke grondstoffen zoals nikkel nodig voor katalysatoren of bacteriën als katalysator.

¹⁰⁶ BNC Fiche 18: Chemie Actieplan.

¹⁰⁷ Een belangrijk partnerschap op het gebied van CCU in Nederland is FutureCarbonNL ([Home - FutureCarbonNL](#)).

6.2 Aanbod van grondstoffen

Voor het verduurzamen van de volledige koolstofinhoud van chemicaliën en producten is een grote hoeveelheid secundaire grondstoffen, duurzame biograndstoffen en CO₂ nodig. Het aanbod van duurzame koolstofbronnen is echter beperkt. Toepassing ervan in de chemie en materialen concurreert met energetische toepassingen en, in het geval van biogene of atmosferische CO₂, met inzet voor koolstofverwijdering en in de glastuinbouw. Zo is de verwachte behoefte aan biogene CO₂ voor de glastuinbouw 2.7 Mton in 2040¹⁰⁸.

Daarnaast vragen grote (bio)chemische installaties om stabiele, homogene input. Zowel secundaire grondstoffen als biograndstoffen hebben te maken met variatie in de compositie en voor biograndstoffen is het aanbod vaak ook seizoensgebonden. Dit heeft impact op de beschikbaarheid van voldoende geschikt materiaal. Vaak zijn hiervoor additionele verwerkingstappen nodig. In het NPE wordt de aanname gedaan dat in de toekomst met name nog een grote vraag naar duurzame koolstof voor lucht- en scheepvaartbrandstoffen bestaat, naast chemie. Voor overige energetische sectoren is de inzet om de energievraag zoveel mogelijk in te vullen met alternatieve, koolstofvrije energiedragers (elektriciteit, waterstof en warmte) en wordt de inzet van duurzame koolstof als sluitstuk beschouwd. In het geval van biograndstoffen concurreert de chemie met energetische toepassingen en met toepassingen in de bouw, maar kan het gebruik ook direct (in gewassen) en indirect (via landgebruik) met voedsel concurreren, zie [kader 6](#).¹⁰⁹ Dit hoofdstuk bespreekt het verwachte aanbod van duurzame koolstofbronnen.

Secundaire grondstoffen

In Nederland is per jaar 1.497 kton kunststof in afval beschikbaar, dit komt overeen met een energie-inhoud van 52 PJ.¹¹⁰ Daarvan wordt 656 kton gerecycled (23 PJ) en 714 kton verbrand in afvalverbrandingsinstallaties.¹¹¹ TNO neemt aan dat in 2050 tot 50% van het beschikbare kunststof afval chemisch kan worden gerecycled en opnieuw ingezet in de chemie.¹¹² Ter illustratie, dit komt overeen met ongeveer de helft van de voeding van één gemiddelde kraker. Het PBL berekent in de Trajectverkenning Klimaatneutraal dat in 2050 voor Nederland minimaal 160 en maximaal 260 PJ kunststofafval nodig zal zijn.¹¹³ Dit vraagt dus grootschalige import. In Europa werd in 2021 16,13 Mton kunststofafval geproduceerd (565 PJ), waarvan 6,56 Mton (230 PJ) werd gerecycled.¹¹⁴ Ter illustratie, als de resterende 10Mton ongerecycled Europees kunststofafval volledig zou worden vergast, zijn 50 vergassingsinstallaties nodig, waarmee 5 Mton methanol kan worden geproduceerd, met bijna 2 Mton koolstofinhoud.

Zoals beschreven in [hoofdstuk 6.1.1](#) vraagt het vergroten van het aanbod secundaire grondstoffen om het beter benutten van momenteel ongescheiden afvalstromen en om het verbeteren van de recyclebaarheid van producten. Naar verwachting is in de toekomst echter onvoldoende afval beschikbaar om in de toekomstige koolstofvraag te voorzien, en is aanvulling uit import en andere bronnen nodig.¹¹⁵

Biograndstoffen

Het huidige gebruik van biograndstoffen voor materialen in Nederland ligt op 106 PJ en bestaat grotendeels uit het benutten van secundaire reststromen zonder voedingswaarde voor energie.¹¹⁶

¹⁰⁸ Actueel inzicht CO₂-behoefte Nederlandse glastuinbouw 2030 - Wageningen University & Research.

¹⁰⁹ Richtlijn - 2018/2001 - EN - EUR-Lex.

¹¹⁰ De energie-inhoud van kunststofafval wordt aangenomen op 35 GJ/ton, bron: [Stegmann, P., Daioglou, V., Londo, M. et al. Plastic futures and their CO₂ emissions. Nature 612, 272–276 \(2022\).](#)

¹¹¹ [Evaluatie aanwezigheid kunststoffen in brandbaar afval voor AVI's | Rapport | Rijksoverheid.nl](#), op basis van data over 2021.

¹¹² [Towards a sustainable energy system for the Netherlands in 2050](#), de aanname van 50% komt overeen met het TRANSFORM scenario.

¹¹³ [PBL trajectverkenning klimaatneutraal](#).

¹¹⁴ [Plastic waste and recycling in the EU : facts and figures](#).

¹¹⁵ [Plastic feedstock for recycling in the Netherlands](#), KPMG, 2023

¹¹⁶ [Beschikbaarheid biograndstoffen in Nederland en de Europese Unie](#), PBL, 2024.

Inzet van biograndstoffen voor materialen mag niet ten koste gaan van de voedselzekerheid. Het PBL schat de toekomstige beschikbaarheid van biograndstoffen afkomstig uit Nederland voor gebruik in energie en feedstock voor de chemie 125 tot 231 PJ in 2050 en 18 tot 26 PJ voor materialen. Hiervan is 30 tot 105 PJ afkomstig van landbouw, 40 tot 48 PJ van bosbouw en 56 tot 79 PJ uit organische rest- en afvalstromen, zoals papierpulp, slib en GFT afval. In Europa zal naar verwachting 14,6 tot 23,7 Exa Joule (EJ) beschikbaar zijn voor energie en materialen in 2050. Opschaling vraagt om aanpassingen in landgebruik, geteelde gewassen en benutting van rest- en afvalstromen. Het vergroten van het aanbod van biograndstoffen wordt verder uitgewerkt in de biograndstoffenstrategie.

Zoals aangegeven in [hoofdstuk 6.1.2](#) hangt de beschikbaarheid van biograndstoffen nauw samen met de breedte van de grondstoffenbasis. Veel van de biograndstoffen die worden gebruikt zijn oliehoudende en suikerhoudende gewassen, waarvan de beschikbaarheid beperkt(er) is. Meer potentieel is beschikbaar uit houtachtige gewassen (lignocellulose), maar voor het commercieel beschikbaar maken, is demonstratie van deze geavanceerde productiemethoden nodig.¹¹⁷ Wanneer het aanbod van biograndstoffen gerealiseerd wordt op basis van een brede grondstoffenbasis kan dit bovendien bijdragen aan het verminderen van risico's op onwenselijke afhankelijkheden.

Kader 7: Rol van suikerhoudende gewassen

De rol van suikerhoudende gewassen

Suiker en zetmeel zijn veel verhandelde grondstoffen en raffinage van suiker uit gewassen vindt wereldwijd plaats via traditionele processen en door de gevestigde industrie. Zetmeel is eenvoudig af te breken in suiker. De goede oplosbaarheid van suiker in water maakt het heel geschikt voor gebruik op grote schaal. Zowel zetmeel als suiker vormen het startpunt van veel chemische en biotechnologische productie van platformchemicaliën. Denk aan fermentatie van suiker in brood, wijn en yoghurt.

De meest efficiënte en beschikbare technologieën om *dedicated* materialen op basis van biograndstoffen te produceren, zijn om deze redenen gebaseerd op suiker. Gebruik van houtachtige biograndstoffen, op basis van lignocellulose, vraagt additionele voorbewerkingsstappen en aanpassingen in het productieproces. Dit vertraagt industrialisatie en verhoogt de kosten per product.

De beschikbaarheid van biograndstoffen voor energie en chemie hangt daarmee nauw samen met keuzes over de inzet van landbouwgrond en de beschikbaarheid van land en water. In het Duurzaamheidskader biograndstoffen zijn duurzaamheidscriteria geformuleerd, gebaseerd op de duurzaamheidscriteria uit de Richtlijn Hernieuwbare Energie, welke onverminderd gelden voor de toepassing van biograndstoffen in de chemie.

Duurzame biograndstoffen zijn schaars. Voor de inzet van biograndstoffen in de chemie is er sterke concurrentie met de inzet van biograndstoffen voor brandstoffen, energie en in de toekomst ook negatieve emissies. Deze concurrentie wordt nu gedreven door de beleidsmatige prikkels voor de inzet van biograndstoffen voor biobrandstoffen en energie, welke voor de inzet in de chemie nog ontbreken. Er is echter ook synergie te bereiken tussen de productie van biobrandstoffen en biograndstoffen voor de chemie. In analogie met productie van benzine, diesel, nafta en asfalt uit olieraffinage kan uit raffinage van houtachtige materialen een portfolio van pulp, grondstoffen voor de chemie en biobrandstof worden gemaakt. Cascadering is essentieel om een zo groot mogelijk deel van de biograndstoffen hoogwaardig te verwaarden. Ook coproductie van biograndstoffen en basischemicaliën of van verschillende basischemicaliën kan leiden tot efficiëntieverbetering en economische voordelen.¹¹⁸

¹¹⁷ Microsoft Word - Veelgestelde vragen over biobrandstoffen.doc (wur.nl).

¹¹⁸ IEA 2020, [Biobased Chemicals, a 2020 update](#).

CO₂

Momenteel wordt wereldwijd ongeveer 230 Mton CO₂ gebruikt, met name voor productie van ureum (130 Mton) en voor extractie van fossiele grondstoffen (80 Mton). Daarnaast wordt CO₂ toegepast in de glastuinbouw, drankenindustrie en bij slachtingen en ruimingen.¹¹⁹

In het NPE wordt het streven geuit om op termijn zoveel mogelijk niet-fossiele CO₂ te benutten. De beschikbaarheid van biogene CO₂ hangt samen met gebruik van biograndstoffen in de productie van brandstoffen en de chemie en de mate waarin conversie hiervan in Nederland plaatsvindt. De mate waaring atmosferische CO₂ kan worden gebruikt voor conversie zal in belangrijke mate afhangen van de beschikbaarheid van (grote volumes van) hernieuwbare energie.

Het wereldwijde potentieel voor biogene CO₂ van industriële puntbronnen wordt geschat op 370 Mton per jaar, genoeg om in totaal 5,4 EJ aan koolstofdragers te produceren, mits daarvoor voldoende hernieuwbare energie beschikbaar is. Het grootste potentieel daarvan bevindt zich in Europa en Amerika.¹²⁰ Er zijn echter nog weinig industriële CCU-installaties. Op basis van de huidige projectpijplijn wordt wereldwijd ongeveer 15 Mton CCU-capaciteit verwacht, waarvan 8 Mton voor productie van *e-fuels*.¹²¹ In Nederland zijn geen grootschalige projecten bekend, maar wel startups zoals Zero Emission Fuels.

Naar verwachting zijn in 2050 nog niet alle fossiele grondstoffen vervangen door duurzame bronnen en zijn negatieve emissies nodig om klimaatneutraal te worden in 2050 en klimaatnegatief daarna.¹²² Bij beperkte beschikbaarheid van afgevangen biogene of atmosferische CO₂ uit industriële puntbronnen, lucht of water kunnen mogelijk conflicten ontstaan tussen gebruik als koolstofbron voor de chemie en opslag voor het realiseren van negatieve emissies. Deze belangen moeten goed tegen elkaar worden afgewogen en daar waar mogelijk moeten kansen voor samenwerking over sectoren heen benut worden.

Concluderend, het aanbod zal van alle duurzame koolstofbronnen en de conversiecapaciteit om deze bronnen om te zetten in bruikbare koolstofdragers moeten worden opgeschaald om aan de verwachte vraag te voldoen. Binnenlands aanbod alleen zal niet voldoende zijn om de vraag naar duurzame koolstofdragers in te kunnen vullen, dus ook import heeft hierin een belangrijke rol. Het is daarbij nog onzeker in welke hoeveelheden en vorm deze import zal plaatsvinden, al is het uit transportoverwegingen waarschijnlijk dat eerste verwerkingsstappen (zoals torrificatie en pyrolyse en mogelijk ook methanolproductie) dichtbij de bron zullen plaatsvinden. In opvolging van het in het NPE geuite streven om het aanbod van duurzame koolstofdragers te maximaliseren, werkt het kabinet aan het Actieplan Aanbod Duurzame Koolstofdragers (AADK). Dit plan is gericht op het vergroten van de beschikbaarheid en leveringszekerheid van duurzame koolstofdragers voor alle sectoren waarin in de toekomst nog een behoefte aan duurzame koolstofdragers wordt verwacht.

¹¹⁹ [CO₂ Capture and Utilisation - Energy System - IEA](#).

¹²⁰ [Global Availability of Biogenic CO₂ and Implications for Maritime Decarbonization](#), Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping.

¹²¹ [CO₂ Capture and Utilisation - Energy System - IEA](#).

¹²² [Trajectverkenning Klimaatneutraal](#), PBL.

7 Financiering

De uitdagingen in de transitie naar een klimaatneutrale en circulaire koolstofchemie zijn groot. Zowel op het gebied van de benodigde kennis en technologie als de financiering van de nieuwe fabrieken en processen. In de voordeligste situaties kost een transitie alleen geld tijdens het transitieproces, maar zijn de kosten structureel lager als de transitie is voltooid. In het geval van de grondstoffentransitie is het de verwachting echter dat de kosten voor de sector in veel gevallen structureel hoger zullen liggen.¹²³ Voor een succesvolle transitie van de sector zijn duurzame verdienmodellen van belang, dit vraagt daarom specifieke aandacht.

7.1 Publieke financiering

Wanneer er gekeken wordt naar kansen binnen publieke financiering zijn er vooral meekoppelkansen binnen de inzet van reeds bestaande subsidies. Nederland (en Europa) kent ten slotte een breed subsidielandschap met financieringsmogelijkheden voor innovaties en procestechnologieën in verschillende fasen van de *Technology Readiness Level* (TRL), zie [tabel 3](#). Er zijn echter ook andere ondersteuningsmogelijkheden, die de toegang tot private financiering vergroten zoals de Garantie Ondernemingsfinanciering (GO).¹²⁴ Door de GO-regeling kunnen banken een 50% Staatsgarantie krijgen op leningen en bankgarantiefaciliteiten vanaf € 1,5 miljoen tot € 150 miljoen. Zo krijgen bedrijven de mogelijkheid om financiering voor elkaar te krijgen die anders niet mogelijk was geweest. Een derde mogelijkheid zijn kredieten, zoals het Innovatiekrediet.¹²⁵ Dit is bedoeld voor de ontwikkeling van innovatieve ontwikkelprojecten met technische risico's en een marktperspectief. Verder zijn er bestaande belastingvoordelen, zoals de Energie-investeringsaftrek (EIA) en de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil).^{126,127}

Tabel 3: Selectie van het subsidie-instrumentarium in Nederland en Europa voor de verschillende grondstofbronnen voor de transitie naar duurzame koolstof in de chemische industrie

Subsidie	Secundaire grondstoffen	Biogroundstoffen	CO ₂ als grondstof	TRL
Regeling Topsector Energiestudies Industrie	✓	✗	✓	2-6
Energie en Klimaat Onderzoek en Ontwikkeling	✗	✓	✓	3-6
Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie-regeling	✓	✓	✓	4-6
Mkb-innovatiestimulering Regio en Topsectoren	✓	✓	✗	4-6
MOOI: Biobased Circular	✗	✓	✗	4-7
Publiek-private samenwerking programmatoeslag	✗	✓	✓	4-8
DEI+ (Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie)	✓	✓	✓	6-8
Regeling Groenprojecten - Categorie 3.2 Grondstofbesparing	✓	✓	✗	6-9
VEKI (Versnelde Klimaatinvesteringen Industrie)	✓	✓	✓	7-9
Horizon Europe programma	✓	✓	✓	3-9
Innovation Fund	✗	✓	✓	8-9

¹²³ Zibunas, et al. (2022). Cost-optimal pathways towards net-zero chemicals and plastics based on a circular carbon economy. *Computers & Chemical Engineering*, 162. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107798>.

¹²⁴ [Garantie Ondernemingsfinanciering \(GO\) | RVO.nl](#).

¹²⁵ [Innovatiekrediet | RVO.nl](#).

¹²⁶ [Energie Investeringsaftrek \(EIA\)](#).

¹²⁷ [Mia en Vamil | RVO.nl](#).

Tenslotte kan de overheid via Rijksinkoopbeleid als *launching customer* dienen. Publieke en private financiering moeten naast elkaar bestaan. Publieke financiering alleen is onvoldoende en heeft ook zo zijn tekortkomingen, deze worden waar relevant ook in [hoofdstuk 7.2](#) benoemd.

7.2 Private financiering

Het is complex om toegang te krijgen tot financiering uit de private sector, omdat private financiers om een bepaalde zekerheid vragen die aan het begin van een transitie moeilijk te garanderen is. Financiering is bovendien met name gericht op investeringskosten (CAPEX), maar de financieringsmogelijkheden die gericht zijn op het vergoeden van de operationele kosten (OPEX) voortkomend uit de duurzame productie zijn op dit moment zeer beperkt beschikbaar. Voor private financiering van duurzame koolstof in de chemische industrie zijn verschillende factoren van belang, zoals toegang tot financiering, afzetmogelijkheden, en wet- en regelgeving. Deze worden hieronder uiteen gezet.

7.2.1 Toegang tot financiering

In de overgang naar een duurzame chemie zijn er verschillende financiële uitdagingen voor de ombouw van bestaande chemie en voor de opbouw van nieuwe chemie. Uit onderzoek blijkt dat Nederland uitblinkt in startups, maar minder goed presteert bij scale-ups.¹²⁸ Nederland excelleert dus in productontwikkeling, maar bedrijven ervaren moeite met marktintroductie en opschaling. Terughoudendheid van financiers door complexe regelgeving en gebrekkige risicokennis worden als oorzaak genoemd. Om startup- en scale-up-innovaties succesvol commercieel op te schalen, is passende financiering in elke TRL-fase wenselijk.¹²⁹ Op dit moment is de toegang tot financiering en de wijze waarop in elke TRL-fase verschillend. Financiering voor late-faseopscaling (TRL 7 tot 9) blijft echter een uitdaging. In combinatie met de afwezigheid van marktvraag (zie [hoofdstuk 7.2.2](#)) ervaren startups en scale-ups dit als belemmering en er bestaat het risico dat zij failliet gaan of overgenomen worden door buitenlandse bedrijven. Het is wenselijk om, zeker ook vanwege de omvang, de hoeveelheid benodigde middelen, durfkapitaal extra te stimuleren voor startups en scale-ups. Daarmee krijgen nieuwe bedrijven de kans om op te bouwen en blijft verdienvermogen voor Nederland behouden. In het kader van het nieuwe sectorenbeleid van het ministerie van Economische Zaken wordt voor de sector chemie een investeringsagenda uitgewerkt voor pilot- en demonstratieprojecten die tussen nu en drie jaar een investeringsbeslissing willen nemen. Deze agenda moet ook de gesprekken in Brussel, waaronder met de Europese Investeringsbank, voeden.

De huidige chemische industrie bezit zeer kapitaalintensieve, vooral fossiel-gerelateerde activa. Bij verdere verslechtering van de concurrentiepositie en stijgende kosten (zie [hoofdstuk 5.2](#)) dreigen veel van deze activa zogenoemde 'gestrande activa' te worden en hun waarden te verliezen. Deze onzekere toekomst bemoeilijkt investeringen. Dit betekent dat marktvraag ook bij de huidige industrie een essentiële rol speelt in de investeringszekerheid.

Voor zowel de huidige als nieuwe bedrijven geldt dat de toegang tot financiering ook kan worden vergroot door meer zekerheid van de aanbod van betaalbare duurzame grondstoffen. Financieringspartijen vragen vaak (meerjarige) feedstockcontracten voordat zij bereid zijn te investeren in nieuwe fabrieken. Standaardisatie van grondstofstromen beperkt de afhankelijkheid van leveranciers voor grondstoffen, wat de toegang tot financiering versterkt. Het is bovendien van belang dat de baten van de duurzamere productie op die schakel in de keten neerslaan waar de investering is gedaan. Zo kan worden geborgd dat investeringen daadwerkelijk tot stand komen, terwijl de meerkosten voor de eindconsument beperkt blijven tot de meerkosten van de (verwerking van) duurzame grondstoffen. Ten behoeve van de pilots en nieuwe *plants* moeten ook de randvoorwaarden in orde zijn om zekerheid te bieden aan financiers. Belangrijk hierbij is dat er zekerheid moet zijn over betaalbare energie(-infrastructuur), zoals elektriciteit en waterstof, en de beschikbare ruimte.

¹²⁸ [Building a world-class Dutch start-up ecosystem | McKinsey.](#)

¹²⁹ [Technology Readiness Levels \(TRL\) | RVO.nl.](#)

7.2.2 Afzetmogelijkheden en vraagcreatie

Op dit moment zijn de kosten voor het produceren van producten op basis van duurzame koolstof hoger dan die van fossiele producten. Belangrijke redenen hiervoor zijn dat duurzame grondstoffen meer verwerkingsstappen moeten ondergaan om ze geschikt te maken voor gebruik in bestaande processen. Daarnaast kunnen nieuwe technieken nog niet profiteren van de schaalvoordelen en technische optimalisatie die fossiele processen in de afgelopen decennia hebben ondergaan. Deze hogere kosten hebben effect op het concurrentievermogen en daarmee op de afzetmogelijkheden.

Zoals aangegeven, vragen private financiers om een bepaalde zekerheid. Een afzetmarkt, ofwel marktvraag, is een belangrijke zekerheidsfactor voor financiers. Afname van duurzame koolstofproducten is op dit moment een vrijwillige keuze. De afzetmarkt blijft daardoor beperkt tot een niche van afnemers die bereid is een *green premium* te betalen. Het gevolg hiervan is dat de hogere kosten niet kunnen worden doorberekend, waardoor investeringen niet rendabel zijn en financiers niet willen investeren. Dit betekent dat het ontwikkelen van marktvraag een belangrijke rol speelt in het realiseren van investeringen en de opschaling van groene productie.¹³⁰ Door het beleidsmatig ontwikkelen van de marktvraag kan de prijs van duurzame chemicaliën en kunststoffen namelijk losgekoppeld worden van de prijs van fossiele chemicaliën en kunststoffen, die nu nog goedkoper zijn. Hierdoor kan een verdienmodel ontstaan voor de inzet van duurzame koolstof in de chemie en daarmee investeringszekerheid. Wanneer nieuwe duurzame technologieën voldoende schaalgrote bereiken, kunnen zij de markt tot een ‘tipping point’ brengen, waarna de duurzame technologie de meest gunstige route wordt. Bij deze beleidsmatige stimulatie van de marktvraag, is het van belang te streven naar een zo gelijk mogelijk speelveld door stimulerende maatregelen op Europees niveau te implementeren. Zolang er echter geen marktvraag naar of betalingsbereidheid voor duurzame producten is, komen duurzame businessmodellen niet of nauwelijks van de grond en zullen de benodigde investeringen niet plaatsvinden.

Recent onderzoek van CE Delft heeft laten zien dat het belangrijk is om in Europees verband vraag te creëren middels groene bijmengverplichtingen. Daarbij wordt aanbevolen om zoveel mogelijk aan te sluiten bij lopende Europese beleidsinitiatieven om normering op productniveau, met toenemende bijmengpercentages, verder uit te werken. Ook wordt gesteld dat duurzaam inkopen vanuit de (Rijks)overheid een grote waarde kunnen hebben¹³¹.

7.2.3 Wet- en regelgeving

Voorspelbare regelgeving is essentieel om financiers zekerheid te bieden. Het frequent wijzigen van wet- en regelgeving wordt ervaren als belemmering voor financiering doordat risicobeoordelingen lastig zijn. De hoeveelheid verplichtingen, complexiteit van wet- en regelgeving, stringente eisen en normen en de lengte van vergunningstrajecten zijn voorbeelden die vaak worden genoemd. Dit laatste geldt vooral voor scale-ups. Risico's zijn lastig in te schatten voor financiers wanneer een veelvoud van regelgevende kaders geldt. De chemische industrie heeft te maken met milieubeleid (zoals op gebied van stikstof, afval en REACH), klimaat- en energiebeleid (zoals *Renewable Energy Directive III*, *Emission Trading System* en de CO₂-heffing), wet- en regelgeving aangaande mededinging en bijbehorende administratieve lasten. Gezien de grote hoeveelheid regelgeving die geldt voor de chemische industrie, is voorspelbaarheid van wet- en regelgeving des te belangrijker voor financiering. Des te meer gezien de chemische industrie te maken met projecten met lange doorloop- en terugverdientijden.

Het opbouwen van een duurzame koolstofketen gaat gepaard met aanzienlijke financiële uitdagingen voor de sector. Er is behoefte aan zekerheden voor de toegang tot financiering. Hierbij helpt het vergroten van de afzetmarkt en heldere en voorspelbare wet- en regelgeving.

¹³⁰ EU biorefinery outlook to 2030 - Publications Office of the EU ([europa.eu](https://europea.eu)).

¹³¹ Groene bijmengverplichting Europese basisindustrie – CE Delft 2025.

8 Implementatie

Om te borgen dat deze visie daadwerkelijk richtinggevend is voor de grondstoffentransitie in de chemie, zijn sturing, een overlegstructuur met een heldere governance, betrokkenheid van publieke en private belanghebbenden en monitoring essentieel. In dit hoofdstuk volgt een eerste uitwerking van deze elementen.

8.1 Beleid- en uitvoeringsagenda

In [hoofdstuk 4.2](#) is uiteengezet welke uitgangspunten het kabinet hanteert voor het te vormen beleid om de grondstoffentransitie in de chemie te realiseren. Op basis daarvan is de kabinetsinzet geformuleerd. Deze inzet zal verder worden uitgewerkt in een beleids- en uitvoeringsagenda met acties die de overheid en private spelers zullen nemen de komende vijf jaar om het gebruik van duurzame koolstof in de chemie te doen toenemen. Deze agenda zal aansluiten op de toekomstvisie op de chemiesector. Het kabinet verwacht volgend jaar de beleids- en uitvoeringsagenda te publiceren.

8.2 Jaarlijks voortgangsdialoog

Bij de totstandkoming van deze visie is een groot aantal belanghebbenden betrokken geweest die verschillende onderdelen van de sector en keten vertegenwoordigen: bestaande industrie en nieuwe industrie, akkerbouw en afvalsector, multinationals, startups, kennisinstellingen en ngo's. Door een brede groep belanghebbenden te betrekken bij de totstandkoming van deze visie is er vanuit verschillende perspectieven gekeken naar de grondstoffentransitie in de chemie. Ook in het vervolg is het van belang om met de gehele sector en keten aan tafel te zitten. Daarom zal jaarlijks een voortgangsdialoog worden georganiseerd, waarbij wordt geëvalueerd of voldoende voortgang is geboekt, of de juiste acties worden ondernomen en waar partijen tegenaan lopen en behoefte aan hebben. Op basis van deze voortgangsdialoog kan worden bekeken of behoefte is aan bijsturing. In deze jaarlijkse voortgangsdialoog zal ook worden stilgestaan bij de benodigde kennisontwikkeling voor deze transitie.

8.3 Periodieke actualisatie

Deze visie en de beleids- en uitvoeringsagenda zullen worden gemonitord, geëvalueerd en geactualiseerd binnen de beleidscyclus van het NPE. Door aan te sluiten op deze cyclus, kunnen de ontwikkelingen in de koolstofketen en het energiesysteem die daar worden besproken, meegenomen worden in de actualisatie van deze visie. Bovendien versterkt dit de regie van het kabinet op het behalen van gestelde doelen en wordt aangesloten op bestaande monitorings- en verantwoordingsprocessen. Dit houdt het volgende in:

- **Jaarlijkse monitoring en evaluatie:** de Tweede Kamer wordt jaarlijks door het kabinet geïnformeerd over de voortgang van de realisatie van het NPE en over eventuele bijsturing indien mogelijk via de Monitor energiesysteem en de Energienota. Daarnaast biedt de Routekaart Nationaal Programma Verduurzaming Industrie (NPVI) een helder overzicht van de mijlpalen en tijdslijnen voor het verduurzamen van de Nederlandse industrie en worden ook de acties uit de beleid- en uitvoeringsagenda opgenomen. Om de voortgang voor de grondstoffentransitie in de chemie te kunnen volgen, zal bij deze monitoringsdocumenten en bij beschikbare monitoringsdocument gericht op afval en hergebruik worden aangesloten.
- **Vijfjaarlijkse evaluatie en actualisatie:** het NPE wordt ten minste elke vijf jaar geactualiseerd om tussentijds bij te kunnen sturen. Net als de NPE-cyclus zal deze visie en bijbehorende beleids- en uitvoeringsagenda ten minste elke vijf jaar worden geactualiseerd om nieuwe ontwikkelingen en inzichten mee te kunnen nemen. Wanneer daar reden toe is, kan de beleids- en uitvoeringsagenda ook tussentijds worden geüpdatet.

Bijlagen

Bijlage 1: Toelichting publieke belangen NPE

Duurzaamheid gaat over het streven om binnen planetaire te grenzen blijven en het natuurlijk en economisch kapitaal voor toekomstige generaties te beschermen. Het kabinet zet in op het *tegengaan van klimaatverandering* met een scherp afbouwpad voor broeikasgasemissies. Dat is niet alleen noodzakelijk vanuit natuurlijk kapitaal, nu en hier, later en elders, maar ook vanuit economisch kapitaal en gezondheid. *Circulair grondstoffengebruik* kan naast het tegengaan van klimaatverandering ook bijdragen aan het tegengaan van biodiversiteitsverlies, het voorkomen van vervuiling van de leefomgeving en het bijdragen aan het vergroten van de leveringzekerheid. Deze verschillende facetten van duurzaamheid kunnen elkaar versterken, maar kunnen elkaar ook tegenwerken. Zie voor de verdere uitwerking [hoofdstuk 5.3](#).

Betrouwbaarheid gaat over voorzieningszekerheid en de robuustheid van toegang tot grondstoffen voor de chemie en producten die de chemie produceert voor de bredere samenleving. Hoewel de markt hier zelf een belangrijke rol moet vervullen, kan de overheid zich inzetten om de betrouwbaarheid te verbeteren. Het is belangrijk om voldoende *voorzieningszekerheid* te hebben over de toevoer van grondstoffen en producten, zeker voor die grondstoffen en producten waarin we zelf niet kunnen voorzien. Bij het bepalen van de strategische afhankelijkheden weegt het belang voor de maatschappij en het niveau van kwetsbaarheid van de toegang op grondstoffen en producten mee. Voor *robuustheid* is het belangrijk om in te zetten op diversificatie van bronnen en grondstofstromen en flexibiliteit en uitwisselbaarheid in waardeketens en chemische complexen.

Bij **betaalbaarheid** gaat het om het borgen van draagbare *maatschappelijke kosten voor de samenleving* als geheel en draagbare *kosten van producten voor eindgebruikers*. De grondstoffentransitie zal inzet van de samenleving (bedrijven en overheid) vragen om (nieuwe) processen op te schalen en infrastructuur aan te leggen, met bijbehorende grote benodigde investeringen, zoals beschreven door TNO¹³². Deze kosten zullen hoogstwaarschijnlijk uiteindelijk deels terecht komen bij de eindgebruiker of burger. Het is daarom van belang om de economische kosten van verschillende alternatieve routes in de grondstoffentransitie mee te nemen in de afweging. Hierbij geldt wel dat hogere productiekosten voor de producent niet per se tot significante prijsstijgingen hoeven te leiden bij de consument¹³³. Betaalbaarheid hangt ook in belangrijke mate samen met rechtvaardigheid, zie volgende pagina.

Bij **veiligheid** gaat het in de eerste plaats om het beperken van veiligheidsrisico's voor mens en milieu. De productie en het gebruik van chemicaliën kent risico's, welke niet vanzelfsprekend zullen verdwijnen wanneer fossiele grondstoffen door duurzame grondstoffen worden vervangen. Bovendien kunnen nieuwe productieroutes en materialen ook nieuwe veiligheidsrisico's met zich meebrengen. Het is daarom van belang om in de grondstoffentransitie zowel oog te hebben voor het produceren van duurzame als veilige producten en materialen, zie ook [hoofdstuk 5.3](#).

Het publieke belang **leefomgevingskwaliteit** gaat over de *ruimtelijke impact* van het energiesysteem, de *kwaliteit van het milieu* en de *directe leefomgeving*. Een duurzame chemie legt beslag op de ruimte en tijdens de transitie bestaan twee systemen deels naast elkaar met een tijdelijke extra claim op ruimte. Deze claim moet zorgvuldig worden afgewogen tegen andere (groeierende) ruimteclaims. Op dit moment wordt in het kader van de Nota Ruimte nader onderzoek uitgevoerd naar de ruimtelijke impact van de energie- en grondstoffentransitie in de industrie. Het kabinet wil de kwaliteit van het milieu en de leefomgeving beschermen en waar mogelijk verbeteren. De overgang naar duurzame koolstof kan leiden tot een verbetering van de leefomgevingskwaliteit, maar kan ook nieuwe risico's met zich mee brengen voor de leefomgeving. Dit wordt nader toegelicht in het [hoofdstuk 5.3](#). Hierbij is het van belang om te onderstrepen dat de impact

¹³² [Fossil-free energy system and the chemical industry in the Netherlands - TNO 2025](#).

¹³³ [How the plastics industry can function without fossil fuels – and at what cost | articles | ING Think](#).

op de leefomgevingskwaliteit dicht bij huis voelbaar kan zijn, maar ook verder weg (bijvoorbeeld door kunststof in oceanen).

Participatie gaat over de manier waarop belanghebbenden *betrokken zijn bij beslissingen* over de grondstoffentransitie in de chemie. De grondstoffentransitie is een maatschappelijke transitie die iedereen raakt; van het gescheiden houden van afvalstromen thuis tot veranderingen in infrastructuur. Het is daarom belangrijk om van verschillende belanghebbenden inbrengen te hebben. Daarbij moet deze inbreng ook gedurende de transitie tot bijsturing kunnen leiden. In [hoofdstuk 8](#) hoe dit concreet wordt vormgegeven in deze visie.

Bij **rechtvaardigheid** gaat het over verdelingsvraagstukken voortkomend uit de grondstoffentransitie in de chemie en als onderdeel van de toekomstige chemische keten. Het kabinet kijkt bij het principe van *rechtvaardige mondiale verdeling* naar een ‘redelijke’ verdeling van de verantwoordelijkheid tussen landen voor het oplossen van mondiale vraagstukken en een ‘redelijke’ verdeling van mondiaal beschikbare hulpbronnen. Dit betekent dat er grenzen zijn aan het beroep dat wij als Nederland willen doen op beschikbare mondiale voorraden. Op Europees en nationaal niveau zet het kabinet in op een *eerlijke verdeling van lusten en lasten*. Hiervoor kunnen verschillende verdelingsbeginselen worden gehanteerd, zoals het ‘vervuiler betaalt’-principe, het kostenveroorzakingsprincipe en het solidariteitsprincipe. Het doel hiervan is om lasten te laten neerdalen waar negatieve maatschappelijke effecten worden veroorzaakt en om ervoor te zorgen dat iedereen mee kan komen, ook zij die moeite hebben.

Economische kracht gaat over (toekomstig) *verdienvermogen* voor Nederland, *hoogwaardige werkgelegenheid* en *goede inkomens* voor Nederlanders. Om zowel onze publieke voorzieningen als onze koopkracht op peil te houden, blijft economische groei belangrijk voor Nederland. Met groene groei streven we naar een *duurzame en innovatieve economie* die steeds minder afhankelijk is van fossiele brand- en grondstoffen. De grondstoffentransitie biedt kansen voor economische groei en toekomstig concurrentievermogen. Daarnaast is de *ontwikkeling van strategische sectoren* in toenemende mate van belang om bij te dragen aan een strategisch gepositioneerde, concurrerende Europese economie. Daarbij is aandacht voor zowel sectoren die ons minder kwetsbaar maken voor geopolitieke schokken als ook sectoren waar we innovatief voordeel kunnen behalen. De chemie kan in beide een belangrijke rol spelen.

Bijlage 2: Kansen en risico's in de transitie naar duurzame koolstof

Met een sterke kennispositie op procestechnologie, materiaalkunde, biotechnologie en katalyse zijn er voor de Nederlandse chemische sector grote kansen in de drie benodigde transitieën.¹³⁴ Gezien de lange levensduur van chemische installaties en de grote investeringen die nodig zijn voor ombouw en opbouw, is het zinvol deze transitieën gelijktijdig te adresseren. Naast (synergie)kansen zijn er ook risico's in de transitie naar het gebruik van meer circulaire grondstoffen voor de andere transitieën.

Het gebruik van secundaire grondstoffen kan significant bijdragen aan reductie van CO₂-uitstoot. Ten eerste komt minder CO₂ vrij tijdens het productieproces, omdat recycling energie-efficiënter kan zijn dan de productie van nieuw (*virgin*) kunststof.¹³⁵ Ten tweede voorkomt recycling aan het einde van de levensduur verbranding, die gepaard gaat met CO₂-uitstoot. Zo levert mechanische recycling van kunststof recyclaat in plaats van productie van kunststof uit primaire fossiele koolstofbronnen gemiddeld 3 kg CO₂-eq reductie op per kg kunststof.¹³⁶ Ook zorgt een industrie die vol inzet op recycling ervoor dat lekkage van kunststof naar het milieu via zwerfafval wordt beperkt. De producenten hebben kunststofafval immers hard nodig. Recycling is echter ook inherent beperkt: er worden meer grondstoffen geconsumeerd dan dat met recycling vrijkomen vanwege efficiëntie verliezen, verliezen in het milieu of technologische onmogelijkheid van recycling (denk aan bijvoorbeeld verf of wasmiddel). Dit betekent dat strategieën hoger op de R-ladder nodig zijn, zoals hergebruik en vraagvermindering, maar ook andere duurzame grondstoffen, zoals duurzame biograndstoffen en CO₂ om fossiele koolstof te vervangen.

Bij recycling van koolstof voorkomt men bepaalde milieurisico's van verwerking van primair fossiele grondstoffen, blijven bepaalde milieurisico's in gelijke mate bestaan en doen zich ook specifieke nieuwe risico's voor. Net als bij de verwerking van primair fossiele grondstoffen bestaan bij recycling ook milieurisico's. Zo kan recycling van kunststoffen, net als de productie van nieuwe kunststof, leiden tot verspreiding van microplastics en andere zorgwekkendestoffen naar lucht en water. Kunststoffen kunnen namelijk (zeer) zorgwekkende stoffen bevatten die schadelijk zijn voor mens en milieu. Via recycling kunnen deze zorgwekkende stoffen 'in de loop' blijven en in het milieu en het menselijk lichaam terecht komen. Als een kunststof niet veilig gerecycled of hergebruikt kan worden, moet deze worden vernietigd. Tot nu toe betekende dit: verbranden. Wanneer recyclingtechnieken zoals solvolyse, pyrolyse en vergassing beschikbaar komen, kunnen ook (ernstig) vervuilde kunststofafvalstromen gerecycled worden. Desondanks is het (behalve bij vergassing) technisch onvermijdelijk dat er residuen ontstaan die niet geschikt zijn voor recycling of vergassing en derhalve verbrand of gestort moeten worden.

Er worden steeds meer alternatieve chemicaliën en kunststoffen ontwikkeld op basis van biograndstoffen, die een positief effect hebben op het klimaat en het milieu.¹³⁷ Naast de vermeden emissies kennen sommige processen om biogebaseerde kunststoffen te produceren een lagere energiebehoefte dan die voor *virgin* fossiele kunststoffen. Daarnaast kunnen vanuit biograndstoffen veiligere alternatieven verkregen worden voor chemicaliën die vanuit aardolie zijn gemaakt.¹³⁸ Niet alle biogebaseerde kunststoffen zijn bijvoorbeeld ook bioafbreekbaar, maar waar bioafbreekbare producten worden gebruikt in toepassingen waar uitstoot naar het milieu een reëel risico is, vermindert dit lekkage van microplastics, bijvoorbeeld bij verf.¹³⁹

¹³⁴ De Nationale Technologiestrategie | Titel uitgave (overheid.nl).

¹³⁵ Niet elk recyclingproces is energie-efficiënter dan de productie van *virgin* kunststoffen (bijv. pyrolyse). Het is daarom van belang dat er, wanneer mogelijk, gebruik wordt gemaakt van recyclingprocessen die wel energie-efficiënter zijn, zoals mechanische recycling, en dat er gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare energiebronnen.

¹³⁶ CEDelft_220327_CO₂-winst_met_kunststofrecyclaat_DEF.pdf (cedelft.eu).

¹³⁷ https://ce.nl/wp-content/uploads/2023/04/CE_Delft_22021_Sustainability_of_Biobased_Plastics_Def.pdf.

¹³⁸ Biobased alternatieven voor prioritaire stoffen (rivm.nl).

¹³⁹ <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2016-0026.pdf>.

Het gebruik van biograndstoffen brengt ook enkele risico's met zich mee. Zo kan de productie van biograndstoffen extra landgebruik vragen en zo het verlies van biodiversiteit, bodemdegradatie en uitstoot van broeikasgassen verergeren. Ook kan de teelt van biograndstoffen bijdragen aan verzuring en eutrofiëring. Het is daarom belangrijk om productie van biograndstoffen zoveel mogelijk in te zetten voor hoogwaardige toepassingen en alleen het gebruik van duurzaam geteelde biograndstoffen en daarbij het hergebruik en recycling van biogene afval- en reststromen te stimuleren. Het duurzaam telen van biograndstoffen biedt daarnaast ook kansen voor de landbouw om te verduurzamen. Voor het gebruik van biograndstoffen geldt in Nederland het Duurzaamheidskader biograndstoffen.¹⁴⁰

Een aandachtspunt bij elk nieuw type kunststoffen, dus ook biogebaseerde kunststoffen, is dat sorteringssystemen van kunststofafval erop aangepast moeten worden. Zolang dat niet gebeurt, is er een risico dat stromen gemengd kunststofafval ongeschikt worden voor recycling en verbrand moeten worden. Dit kan voor uitdagingen zorgen in de transitie naar een circulaire kunststofketen.

Het gebruiken van CO₂ via *Carbon Capture and Utilisation*, ofwel CCU, kan op den duur bijdragen aan CO₂-reductie, wanneer er voldoende hernieuwbare energie beschikbaar is. Vergassing in combinatie met CCU kan een interessante oplossing zijn om koolstof in de keten te houden, waar geen mogelijkheden tot recycling bestaan en deze anders zou leiden tot emissies. Veel CCU-oplossingen leggen in vergelijking tot de bovengenoemde processen een groot beslag op het energiesysteem door het hoge energiegebruik. Import van synthetische koolstofdragers (bijv. synthetische methanol) vanuit landen waar grotere overschotten zijn aan duurzame energie biedt mogelijk een alternatief.

Het vervangen van fossiele grondstoffen door secundaire grondstoffen, duurzame biograndstoffen en CO₂ brengen verschillende voor- en nadelen met zich mee. Het is belangrijk om nadelige effecten zo veel mogelijk te voorkomen of mitigeren. Naast het gebruik van duurzame koolstof als grondstof moet de chemiesector voor de drie transities ook voor zijn energiegebruik overgaan op niet-fossiele energiebronnen en is het voor de milieupgave noodzakelijk dat bedrijven hun uitstoot naar lucht, water en milieu beperken.

¹⁴⁰ [Kamerbrief over duurzaamheidskader biograndstoffen](#) | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl.

Colofon

De **'Visie op duurzame koolstof in de chemische industrie'** is een uitgave van de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Klimaat en Groene Groei.

Redactie: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Oktober 2025