

Onderzoek naar mogelijkheden CCU op Chemelot

Het benutten van afgevangen koolstofdioxide (CO₂) als grondstof voor nieuwe productieprocessen, oftewel Carbon Capture and Utilization (CCU), is een van de mogelijke routes richting verduurzaming van de chemie. Om de klimaatdoelstellingen voor 2030 en 2050 te halen, wil Brightsite's programmaliijn 3 'Proces- en site-innovatie' de uitstoot van broeikasgassen verminderen door onder meer het afvangen en opslaan of benutten van CO₂. TNO-onderzoeker Juliana Monteiro heeft binnen Brightsite een studie geleid naar de mogelijkheden van CCU op Chemelot.

Proud partners
Sitech Services
TNO
Maastricht University
Brightlands Chemelot Campus

Alle mogelijkheden onderzoeken

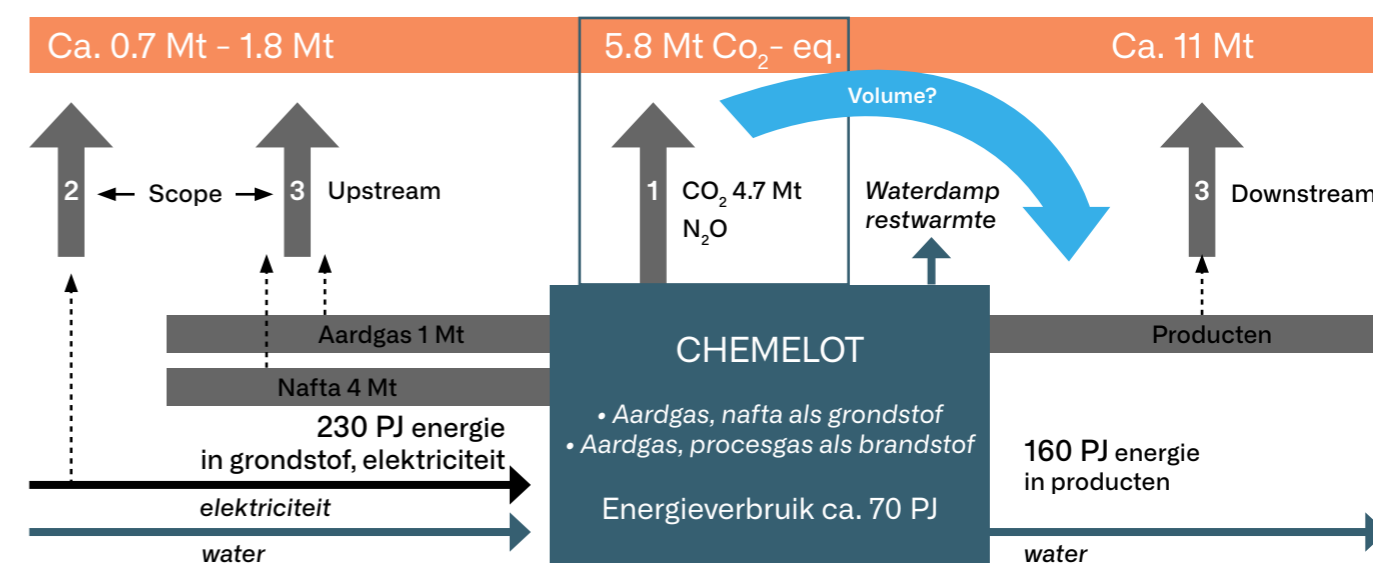
"Binnen programmaliijn 3 'Proces- en site-innovatie' kijken we naar mogelijkheden om CO₂-uitstoot terug te dringen op Chemelot. We onderzoeken de mogelijkheden om de uitstoot van de huidige processen te reduceren en welke nieuwe technologieën daarbij behulpzaam kunnen zijn.", vertelt Lianne van Oord, Programma Manager bij Brightsite. Een van de mogelijkheden die wordt onderzocht is of CCU een manier is om de zogenaamde scope 1 CO₂ te reduceren, naast bijvoorbeeld de opslag van CO₂ (CSS – Carbon Capture and Storage)(Figuur 1). "Waar CCS gaat over CO₂-opslag richt CCU zich op hergebruik van afgevangen CO₂ voor nieuwe producten. Want waarom zou je CO₂ opslaan als je het kunt gebruiken? We weten dat het recyclen van plastic ter vervanging van fossiele grondstoffen, waar Brightsite's programmaliijn 2 naar kijkt, niet voldoende zal zijn om aardgas en nafta te vervangen. Daarom is het noodzakelijk om verder te kijken en hebben we Chemical Engineer Juliana Monteiro gevraagd om uit te zoeken wat de kansen en uitdagingen voor CCU op Chemelot zijn", aldus Van Oord. Uit de eerste verkennende stappen bleek al snel dat CCU geen oplossing is voor scope 1 reductie, omdat alleen toepassingen die mintens 100 jaar CO₂ opslaan meetellen. Daarnaast is een route alleen groen als de CO₂ die opgeslagen wordt niet van fossiele bronnen komt.

De koolstofcirkel dicht

"Gezien het streven naar een klimaatneutrale chemische sector, is een grondstoftransitie noodzakelijk. De koolstof die we nu uit fossiele grondstoffen halen, moeten we ergens anders uit halen. CO₂ is een interessante bron naast andere opties die we hebben, zoals (plastic) afval en biomassa. Naar verwachting kan recycling in Europa, in het beste zeer circulaire scenario, voldoen aan 65% van de koolstofbehoefte binnen de chemische industrie. CO₂ kan gebruikt worden om de koolstofkringloop te sluiten. In dit onderzoek 'CO₂ utilisation opportunities at Chemelot' hebben we puur en alleen gekeken naar CO₂ als alternatieve koolstofbron. We hebben koolstof nodig, het moet ergens vandaan komen. Biogene bronnen zullen beperkt zijn en CO₂ uit de lucht halen is duur. CCU is misschien niet het vanzelfsprekende antwoord op klimaatverandering, maar kan wel een betrouwbare koolstofbron zijn in een sterk 'gedefossiliseerde' toekomst. Het omzetten van CO₂ in bruikbare bouwstenen is echter niet zo eenvoudig. Voor het hergebruiken van CO₂ is veel chemie én energie nodig", stelt Monteiro.

Lianne van Oord, Programma Manager Brightsite:

"Als Brightsite wegen we af wat, waar en wanneer de passende opties voor het aangaan van de klimaatuitdagingen zijn."

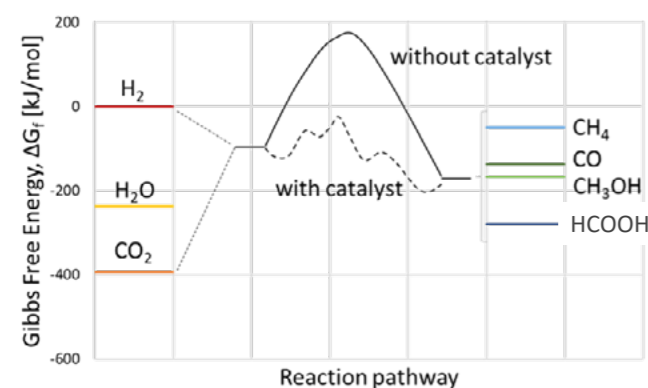


Figuur 1: Grondstof- en energiestromen en scope 1, 2, 3 emissies op Chemelot in 2019.

CO₂ omzetten is energieintensief

“Voor Chemelot geldt dat er nu 4,3 Mt CO₂ wordt uitgestoten, naar verwachting wordt dat teruggebracht tot 2,9 Mt in 2030. Niet alles zal geschikt zijn voor CCU. Als de steam methane reformers (SMRs) in bedrijf blijven is 300kt pure CO₂ beschikbaar in 2030. Verder zit veel CO₂ in rookgassen (6-12 volume%); dit betekent naar verwachting 2,65 Mt in 2030. Met de huidige state-of-the-art technologie kan 95% (2,5 Mt) van deze CO₂ worden gevangen. Dit brengt echter flinke kosten met zich mee, in tegenstelling tot de pure CO₂ uit de SMRs. In totaal kan er vanuit deze afgevangen CO₂ 0,76 Mt koolstof in 2030 worden teruggewonnen. Daarmee kan CCU mogelijk in ongeveer 20% van de benodigde koolstof voor Chemelot voorzien. Daarmee zou het dus een belangrijke bron kunnen zijn”, rekent Monteiro voor.

Om CO₂ te kunnen hergebruiken is echter veel energie nodig. “CO₂ is een laag energetisch molecuul, daarom is voor de CCU-route waarin CO₂ omgezet wordt naar hoog energetische moleculen veel energie nodig. Om van CO₂ tot bouwstenen voor de chemische industrie – zoals CH₄, CO, CH₃OH en HCOOH – te komen is altijd energie nodig (Figuur 2). Om de in 2030 beschikbare 0,76 Mt koolstof in CO₂ om te zetten is tot 60 PJ/jaar aan hernieuwbare, CO₂-vrije energie nodig. Ter vergelijking in heel Nederland was de wind- en zonne-energieconsumptie in 2020 80 PJ. Bovendien vraagt de elektrificatie van processen op Chemelot naar verwachting tussen de 20 en 60 PJ tegen die tijd”, licht Monteiro toe.



Figuur 2: Gibbs Vrije Energie van vorming voor CO₂, H₂, water en potentiële CCU-producten zoals geproduceerd door de C1-hydrogeneringschemie.

Welke routes en producten zijn interessant

In deze CCU-studie heeft Monteiro tevens gekeken naar voor welke routes en producten CCU op Chemelot kansrijk zouden zijn. Adipinezuur (korte termijn, 2030), synthesegas (middellange termijn, 2040) en ethyleen (lange termijn, na 2050) zijn de meest interessante. “Adipinezuur is een product dat meteen in de infrastructuur van Chemelot gebruikt zou kunnen worden, er wordt nu jaarlijks 12,5 kT gebruikt om onder meer nylon mee te maken. Dit zou een eerste stap kunnen zijn. Het gaat niet om enorme hoeveelheden, het zou vragen om 7,5 kt CO₂ per jaar (2,5% van de SMR CO₂)”, aldus Monteiro. “Daarbij moet je er natuurlijk wel voor zorgen dat het proces ervoor ook groen is. Nu is de CO₂ uit de SMR nog afkomstig uit fossiele grondstoffen”, vult Van Oord aan. “Naast CO₂ is ook butadieen nodig om adipinezuur te produceren, en dat moet natuurlijk ook groen zijn. Met een elektrochemisch rendement van meer dan 60-70% zou er een business case zijn om adipinezuur te maken uit groene CO₂ en butadieen. Dit elektrochemisch proces bevindt zich in een vroeg ontwikkelingsstadium, er is meer onderzoek nodig”, benadrukt Monteiro. Van synthesegas – een mengsel van H₂ en CO –, kortweg *syngas*, is het voordeel dat bekend is hoe het gemaakt en verwerkt kan worden. Het nadeel is dat het meer energie vergt: om de 300 kt SMR CO₂ om te zetten in syngas is (groene) waterstof nodig, wat betekent dat er minstens 6 PJ groene elektriciteit nodig is. “Mogelijk is het in de toekomst relevant om syngas te maken, maar daarvoor zal de prijs van waterstof (H₂) naar beneden moeten. Ethyleen speelt zoals gezegd mogelijk op de lange termijn. Het is een lastige businesscase, ook in de toekomst, maar een belangrijke bouwstof voor Chemelot. Het probleem zijn hier opnieuw de energiekosten en een kennis-tekort. Dat zullen we eerst moeten oplossen.”, legt Monteiroit uit.

CCU nu geen valide oplossing

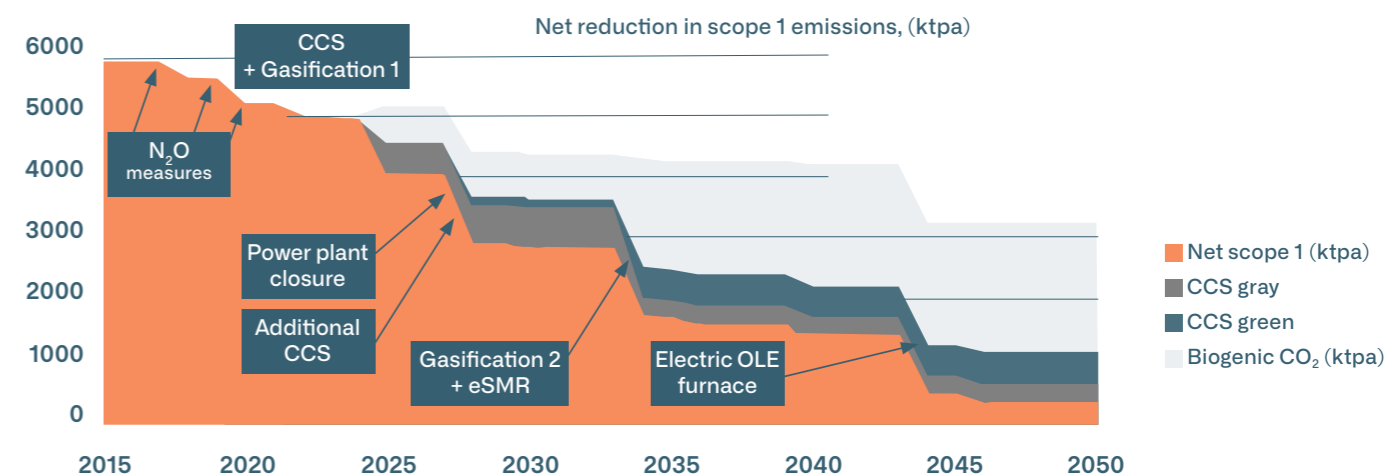
Het is duidelijk dat Chemelot meerdere koolstofbronnen nodig heeft om van fossiele grondstoffen af te komen. “CCU kan op termijn een rol gaan spelen op Chemelot, maar het is niet waarschijnlijk dat het de belangrijkste recarbonisatieroute zal zijn omdat het zo energie-intensief is. Met deze studie heb ik laten zien dat CCU van op Chemelot geëmitteerde CO₂ circa 20% van de benodigde koolstofbehoefte in 2030 kan leveren. Daarbij is het belangrijk in te zien dat CCU niet direct lage emissies impliceert. Beschikbaarheid van voldoende, relatief goedkope hernieuwbare

energie staat centraal. Voor een klimaatimpact is groene CO₂ nodig én technologische vooruitgang”, vat Monteiro samen.

“Als Brightsite proberen we de uitdagingen waar Chemelot en chemische industrie voor staan te overzien en wegen we af wat, waar en wanneer de passende opties zijn (Figuur 3). We onderzoeken dan ook alle routes om CO₂-emissie te beperken. CCU is daar, zoals gezegd, één van. Met deze studie heb ik laten zien dat CCU van Chemelot's huidige CO₂ nu geen gewenste methode is om scope 1 CO₂ uitstoot te reduceren en in het algemeen geen gemakkelijke bron is om fossiele koolstof te vervangen. Het staat niet bovenaan de lijst,

gezien de hoeveelheid benodigde hernieuwbare energie. We gaan CCU van CO₂ niet rechtstreeks opnemen in projecten of pilots, maar blijven wel monitoren hoe de techniek zich ontwikkelt. Stel dat de efficiëntie omhoog gaat doordat er een katalysator wordt ontwikkeld, dan verandert het plaatje wellicht.”, zegt Van Oord.

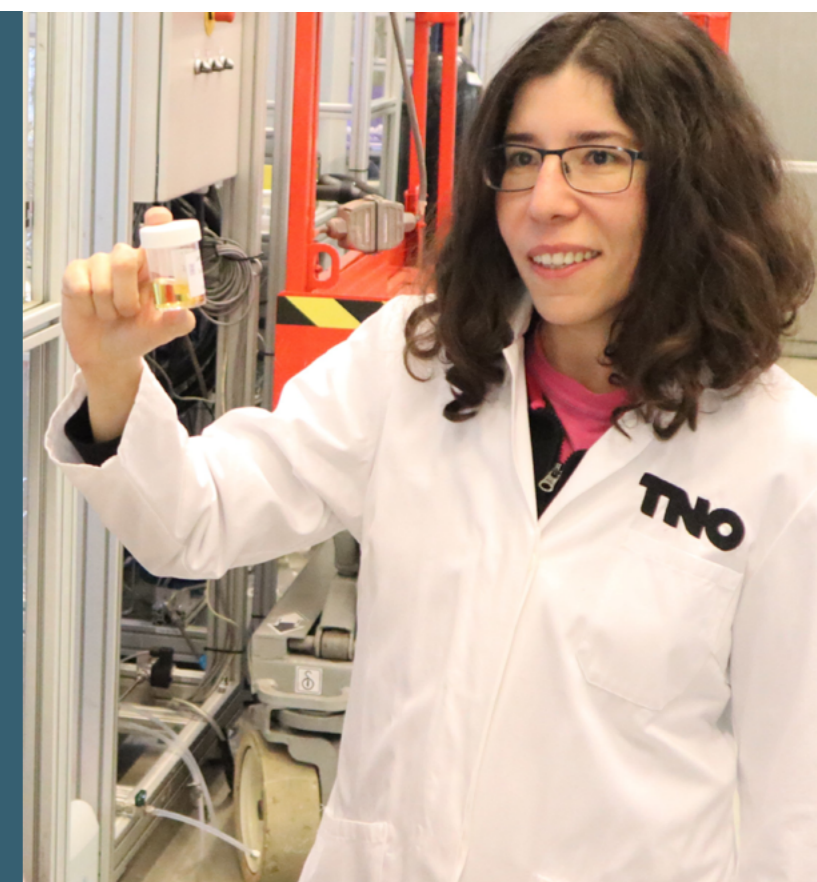
Monteiro kan zich goed vinden in de conclusie van Van Oord. “Ik ben het eens met deze conclusie. Eerst elektrificeren, wellicht is CCU daarna een optie. Dat Chemelot een geïntegreerde site is, helpt trouwens wel. Assets en product- en energie stromen kunnen gedeeld worden, dat verlaagt de kosten en vergroot de mogelijkheden.”



Figuur 3: Het Brightsite Chemelot Integrated Model System (CIMS) toont een combinatie van mogelijke aanpassingen en het daaruit voortvloeiende optimale transitie scenario.

Juliana Monteiro, Chemical Engineer TNO:

“CCU kan op termijn een rol gaan spelen op Chemelot, maar het is niet waarschijnlijk dat het de belangrijkste recarbonisatieroute zal zijn omdat het zo energie-intensief is.”



Herkent uw bedrijf zich in de werkwijze van Brightsite?

Wilt u meer weten over hoe Brightsite de transitie van de chemische industrie ondersteunt of wilt u hieraan bijdragen.

Neem dan contact met ons op.

Lianne van Oord

Programma Manager Procesinnovatie
lianne.oord-van@sitech.nl
+31 (0)6 278 218 16

