

# Brightsite

Transforming industry

Lessen geleerd en geleerde lessen

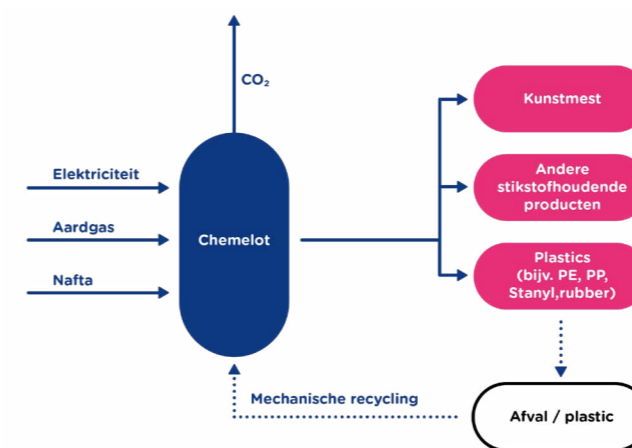
## Syngas in duurzaam perspectief

Technologische ontwikkelingen hebben Chemelot gevormd tot de site die het nu is. Tegelijkertijd bieden ze aanknopingspunten voor het maken van een verduurzamingsroadmap richting de ijkjaren 2030 en 2050. Synthesegas oftewel syngas, een mengsel van koolmonoxide en waterstof, heeft in het verleden een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van Chemelot en kan mogelijk ook een rol gaan spelen in de verduurzaming van de site. In dit artikel gaan historici Ton van Helvoort (Acta Biomedica) en Ernst Homburg (Universiteit Maastricht) in gesprek met Brightsite's Paul Brandts en Reinier Grimbergen over de geschiedenis en toekomst van syngas en de uitdagingen van de energie- en grondstoffentransitie.

### Proud partners

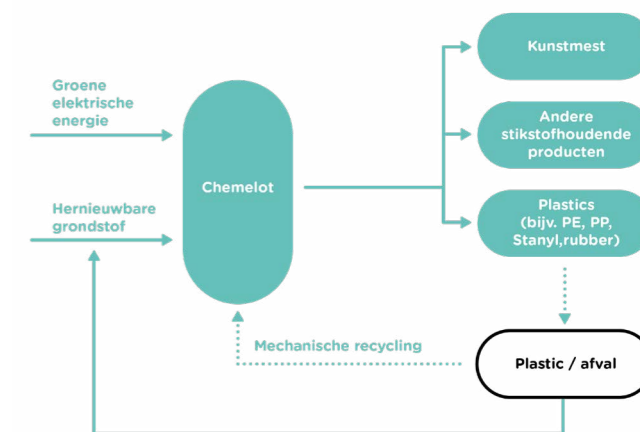
Sitech Services  
TNO  
Maastricht University  
Brightlands Chemelot Campus

De chemische industrie moet, gezien haar omvang, een substantiële bijdrage leveren aan de realisatie van de klimaatdoelen. Op Chemelot worden nu voor de synthese van kunststofproducten en kunstmest nafta en aardgas gebruikt. In 2019 zorgden deze processen voor 5,8 megaton emissie van broeikasgassen, goed



Chemelot 2018

voor ongeveer 30% van de Limburgse uitstoot en voor 3% van de totale Nederlandse emissie. Door te kiezen voor 'groene' grondstoffen en over te schakelen op duurzame elektriciteit voor de energievoorziening, kunnen fabrieken op Chemelot verduurzamen.



Chemelot 2050

*Figuur 1: Chemelots producten zijn gebaseerd op ammoniak, etheen en propeen, die grootschalig op de site worden gemaakt uit de grondstoffen aardgas (ammoniak) en aardolieproduct nafta (etheen en propeen). Door deze grondstoffen te vergroenen en over te schakelen op CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteit voor de energievoorziening kunnen de fabrieken op de Chemelot site alle fossiele CO<sub>2</sub>-emissies in essentie (netto) elimineren en daarmee alle producten verduurzamen.*

## Leren van eerdere transitities

"We zullen alle zeilen moeten bijzetten om deze transitie van energie en grondstoffen op tijd te bewerkstelligen. De doelstellingen voor 2030 kunnen naar verwachting grotendeels worden gerealiseerd door inmiddels geïdentificeerde maatregelen. De nul-emissiedoelstelling voor 2050 vergt echter nog diverse radicale oplossingen", legt Paul Brandts, Intelligence Officer Brightsite uit (lees meer hierover in '[Brightsite Transition Outlook 2022](#)'). Chemelot heeft in het verleden al diverse transitieën meegemaakt. De overgang van steenkool als grondstof naar nafta en aardgas is bijzonder ingrijpend geweest. Hoe ging dat in zijn werk? En is er iets van die transitie te leren met betrekking tot de huidige uitdagingen? Zou het kunnen dat voormalige tussenproducten en technologieën in deze nieuwe transitie weer van toepassing worden? Is er een nieuwe rol voor het gebruik van het vertrouwde syngas?

Paul Brandts, Intelligence Officer Brightsite:

**"Als we in de toekomst genoeg CO<sub>2</sub>-vrije energie en netcapaciteit tot onze beschikking hebben, is syngas uit water en CO<sub>2</sub> de ultieme manier om allerlei producten te maken."**



# De overgang van steenkool naar aardgas en nafta

Chemelot – lange tijd met name een DSM site – is een chemisch industriepark dat is ontstaan uit de steenkoolindustrie. DSM, voortgekomen uit de Nederlandse Staatsmijnen, is in 1902 opgericht als staatsbedrijf voor de exploitatie van de steenkoolreserves in Limburg. “Al in 1919 begon DSM met de eerste cokesfabriek in te zetten op chemie. In Limburg werden vetkolen gewonnen, niet geschikt voor huishoudelijk gebruik. De kolen werden daarom in cokesovens gepyrolyseerd met stoom tot cokes waarbij syngas werd gevormd. Dit gas werd enerzijds gebruikt door huishoudens via een uitgebreid distributienet van DSM in Limburg en een deel van Brabant (nu onderdeel van het gasnet van de Gasunie) en anderzijds voor de productie van ammoniak. Toen vanuit Slochteren aardgas op de markt kwam zijn installaties omgebouwd en schakelden de in 1929 opgerichte ammoniakfabrieken over op aardgas. Deze fabrieken werden steeds groter door de groei van kunstmest intensieve landbouw. Ook het distributienet schakelde over op aardgas. Uiteindelijk werden de cokesfabrieken en de mijnen langzaam uitgefaseerd, tot in 1974 de laatste steenkoolmijn werd gesloten”, vertelt Ernst Homburg, Emeritus hoogleraar in de geschiedenis van Wetenschap en Technologie aan de Universiteit Maastricht. “DSM heeft altijd ingezet op eigen R&D-capaciteit en zich ontwikkeld op basis van beschikbare en concurrerende technologieën. Naast de cokesfabrieken, met afgeleid het ontstaan van de netwerken van stadsgas, hebben gasvormige en vloeibare grondstoffen zoals ammoniak, benzeen, naftaleen, fenol en eenvoudige koolwaterstoffen

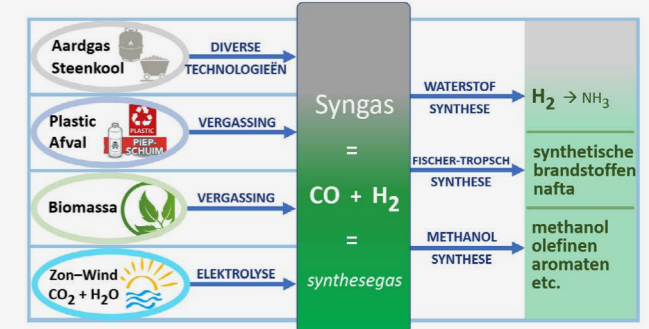
zoals ethyleen, DSM op het spoor van chemische activiteiten gezet. Daarmee deed de petrochemie haar intrede. Zo startten het Stikstofbindingsbedrijf (SBB) in 1929 een ammoniak- en kunstmestfabriek – waar ammoniumsulfaat werd geproduceerd uit zwavelzuur en ammoniak (die weer gemaakt werd uit cokesgas, oftewel syngas) – en werden in 1949 watergas- / syngasfabrieken, in 1952 een caprolactamfabriek en een paar jaar later een ureumfabriek opgericht. Tot slot deed in 1963 de eerste naftakraker haar intrede”, vult onderzoeker en schrijver over wetenschap en technologie Ton van Helvoort aan. Lees hier meer over in het boek 'Een eeuw chemische technologie in Nederland'.

**Ton van Helvoort**, onderzoeker en schrijver Acta Biomedica:

**“We hebben nieuwe processen nodig om efficiëntie te verhogen, willen we biograndstoffen en kunststofafval inzetten als geschikte grondstoffen voor syngas via vergassing.”**

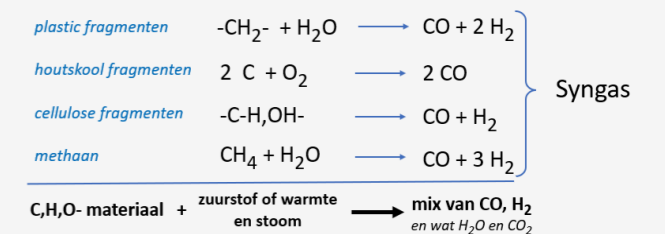
# Wat is syngas en hoe werkt vergassing?

Syngas is een gasmengsel van koolmonoxide (CO) en waterstof (H<sub>2</sub>) en kan worden bereid uit allerlei materialen van organische oorsprong. Zo kan het worden verkregen door het vergassen van steenkool, biograndstoffen en afval of via de reactie van kooldioxide met bijvoorbeeld groene waterstof uit elektrolyse (figuur 2). Op basis van syngas kan vervolgens zowel ammoniak als etheen en propeen geproduceerd worden. Bij vergassing wordt materiaal in een chemisch proces bij hoge temperatuur omgezet in voornamelijk CO en H<sub>2</sub>. De technologie is zeer flexibel en kan zowel zuivere grondstoffen verwerken (bijvoorbeeld methaan, CH<sub>4</sub>) als een verder onbruikbare mix van allerhande afval of biograndstoffen. Brandts: “De moleculen in zo’n mix zijn enorm gevarieerd, maar je komt heel vaak kenmerkende molecuulfragmenten tegen zoals -C- (‘kool’) in houtskool, -CH<sub>2</sub>- (‘koolwaterstof’) in plastics en vetten, of -C-H,OH- (‘koolhydraat’) in cellulose uit hout. De hoge temperatuur kan worden bereikt door externe toevoer van warmte, of door ook wat zuurstof toe te voegen. In dat geval ontstaat ook CO<sub>2</sub> dat vervolgens via een tussenstap weer omgezet kan worden naar CO. Door de hoge temperatuur vallen grote moleculen uiteen en de fragmenten reageren met water (of zuurstof) tot CO en H<sub>2</sub>: syngas (figuur 3).



Figuur 2: Syngas kan worden bereid uit allerlei materialen van organische oorsprong, die koolstof bevatten naast wisselende verhoudingen van waterstof en zuurstof.

## Chemie van Syngasbereiding



Figuur 3: Chemie van syngasbereiding. Een paar voorbeelden hoe syngas bereid kan worden uit typerende molecuulfragmenten die deel uitmaken van de grote variëteit aan mogelijke feedstock. Bij gebruik van zuurstof kan ook CO<sub>2</sub> vrijkomen.



# Syngas als route naar circulariteit

“Vergassing bestaat al twee eeuwen en was bijvoorbeeld een belangrijke conversiestap voor de omzetting van steenkool in waterstof en koolmonoxide (zie kader ‘Wat is syngas en hoe werkt vergassing?’). Uit dit syngas konden later met speciale katalysatoren vloeibare brandstoffen gesynthetiseerd worden. Syngas kan ook als zodanig worden gebruikt als brandstof om elektriciteit of stoom op te wekken. Destijds waren dit grote applicaties, maar daarmee gaat de koolstof als CO<sub>2</sub> verloren, wat nu niet wenselijk is. Echter, de waterstof kan ook uit het syngas geïsoleerd worden en vervolgens als chemische basisbouwsteen voor een groot aantal toepassingen in de chemische industrie worden toegepast. Waterstof is een zeer aantrekkelijke grondstof en lijkt misschien wel de toverstaf uit de chemie. De beperkende

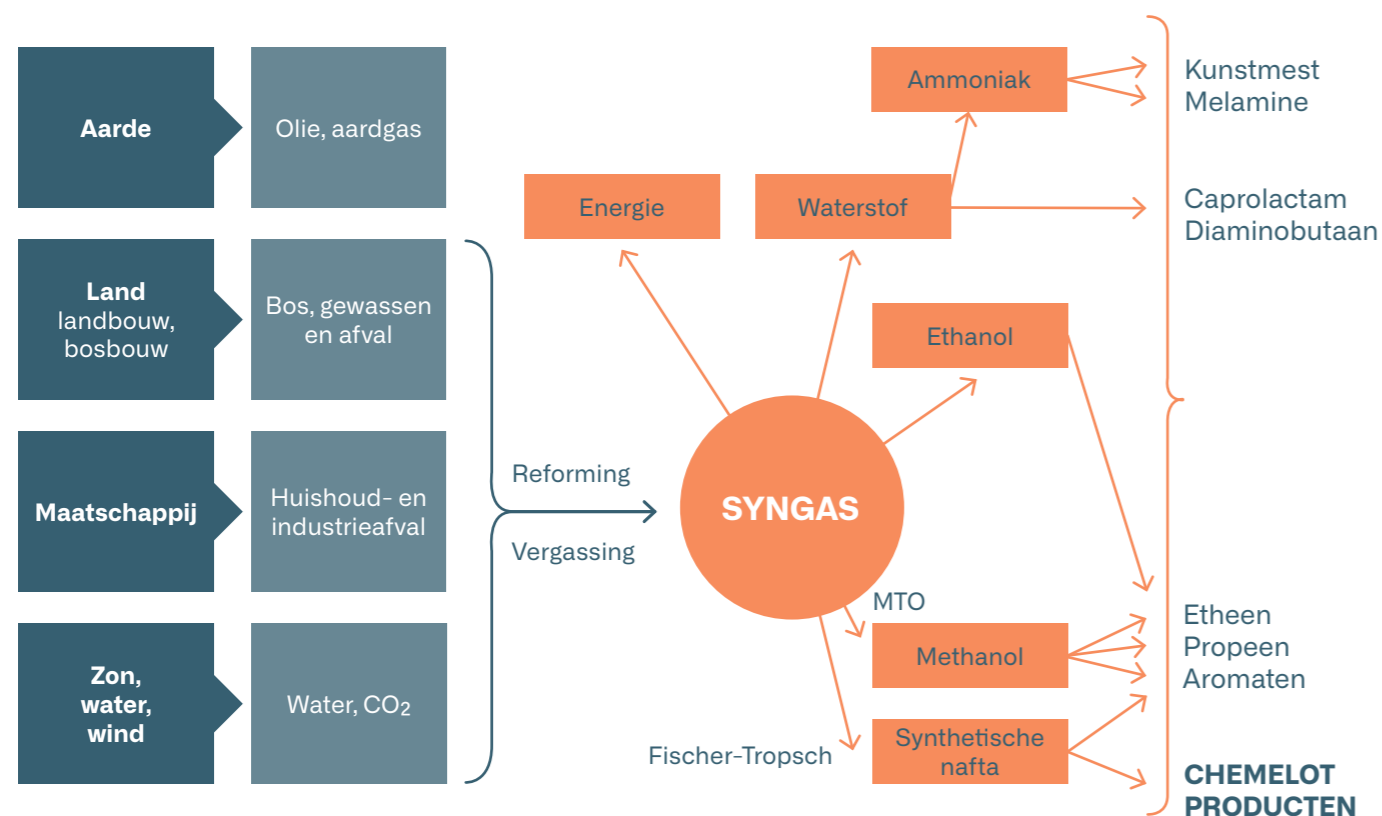
factor voor duurzame ontwikkeling is dat voor de productie van de benodigde CO<sub>2</sub>-vrije waterstof via elektrolyse veel CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteit nodig is. Biograndstoffen en kunststofafval kunnen geschikte grondstoffen zijn voor het verkrijgen van syngas via vergassing. Daarvoor moeten nieuwe processen worden ontwikkeld om de efficiëntie te verhogen. Mocht syngas ingezet gaan worden voor toekomstige toepassingen binnen een circulaire economie dan is een brede impactanalyse van die transitie nodig. Immers, biograndstoffen en plasticafval kunnen niet zoals nafta en aardgas via pijpleidingen worden aangevoerd; dat moet per boot, spoor of vrachtwagen. Bij een dergelijke grondstoffentransitie moet ook aandacht zijn voor ingrijpende economische, maatschappelijke en dus ook politieke aspecten”, stelt Van Helvoort.



## Van lange ketens naar C1-chemie

Binnen de chemie is opnieuw aandacht voor de zogenaamde C1-chemie; chemie van moleculen met één koolstofatoom. Met de overgang van een fossiele grondstof zoals nafta, dat uit langere molecuulketens bestaat, naar niet-fossiele bronnen zullen we naast technologieën zoals mechanische recycling en solvolyse ook steeds meer terugvalen op korte C1-moleculen. Deze moleculen zoals methaan, koolmonoxide, kooldioxide en methanol zijn als bouwstenen van groot belang voor de industrie. “Bij gebruik van een olieproduct zoals nafta knip je grote moleculen in stukken en produceer je daarbij behalve de waardevolle moleculen ook brandstoffen zoals methaan, kraakbenzine en andere brandstoffen, waar in de verdere toekomst waarschijnlijk geen markt meer voor zal zijn. Bij C1-chemie voeg je kleine C1-delen doelgericht aaneen, maar dat kost wel relatief

meer energie: voorlopig een groot probleem. Niet alleen schiet de duurzame elektriciteitsproductie nog tekort, maar ook is zeer grote uitbreiding van de netcapaciteit noodzakelijk. Daarnaast bestaat ook nog de ‘kralenrijg’ optie: van C1 via Fischer-Tropsch naar kunstnafta en vandaar naar onder andere C2, C3, C6 en belangrijke Chemelot-producten (figuur 4). Die kunstnafta is in feite een zogeheten drop-in: de rest van de synthese kan als vanouds blijven. Er moet nog wel een en ander worden uitgezocht, zoals het integrale energieverbruik en in welke vorm, zoals elektriciteit of gedeeltelijke verbranding, maar bij beschikbaarheid van voldoende CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteit kan C1-chemie met syngas als een ‘manusje van alles’ een rol gaan spelen in de vergroening van de chemie”, benadrukt Brandts.



Figuur 4. Syngas gemaakt uit diverse bronnen van koolstof kan in de verdere toekomst voorzien in de vergroening van veel van de producten van Chemelot

## Uitdagingen en randvoorwaarden – gebrek aan hernieuwbare energie

“Syngas is vooral interessant omdat nieuwe grondstoffen zoals onbruikbaar plastic afval en biomassa afval ernaar kunnen worden omgezet, het vormt dus weer een centrale bouwsteen in de chemie. Van oudsher was waterstof de belangrijkste drijver achter syngasgebruik. En ook nu heeft Chemelot nog een sterke waterstofbehoefte, voor de ammoniakproductie en andere chemie. Maar in het algemeen ontstaat ook steeds meer waardering voor de koolstof in syngas. Want hoe kom je aan koolstof wanneer je geen gebruik wil maken van fossiele bronnen? Afval en biograndstoffen zijn dan zeker goede opties, maar kunnen die de kringloop afdoende en duurzaam sluiten en een verwachte wereldwijde economische groei ondersteunen? Fossiele bronnen niet meer verbranden, is de eerste stap: de energietransitie. Het gebruik van aardgas en ruwe aardolie voor grondstoffen zal echter nog langere tijd moeten voortduren, zolang alternatieve koolstofbronnen niet in de vereiste grote volumina beschikbaar zijn. Want het opbouwen van een volledig nieuwe ‘groene grondstoffenindustrie’ zal tijd vergen. De hernieuwbare grondstoffen uit afval, biograndstoffen of CO<sub>2</sub> moeten nog beschikbaar worden gemaakt (ontsluiting) en omgezet in grootschalig verhandelbare en voor de chemische industrie bruikbare commodities. Algemeen maatschappelijk, en specifiek ook voor Chemelot, is het te hopen dat we in de toekomst genoeg CO<sub>2</sub>-vrije energie en netcapaciteit tot onze beschikking hebben. Dat is nu nog niet het geval. Gezien de korte tijd die ons nog rest, zou een centrale regie wel erg wenselijk zijn. Als die energie wel beschikbaar is, dan is syngas uit water en CO<sub>2</sub> de ultieme manier om allerlei producten mee te maken”, aldus Brandts.

“Voor het overstappen van aardgas als energiebron naar duurzame elektriciteit, zijn we in grote mate afhankelijk van de wereldwijde aanwezigheid van hernieuwbare energie. Bij de opwekking, toelevering en toepassing van elektriciteit zijn op Chemelot nog diverse grootschalige aanpassingen nodig. De huidige duurzame elektriciteitsvoorziening is onvoldoende. Hetzelfde geldt voor de infrastructuur van netbeheerders om de elektriciteit voor Chemelot en soortgelijke grootverbruikers lokaal beschikbaar te maken. Op de grondstoffentransitie hebben we in Zuid-Limburg meer grip, omdat we veel in eigen hand hebben. Toeleveringsketens van afval, biograndstoffen en CO<sub>2</sub> uit lucht of oceaan zullen pas tussen 2030 en 2050 volledig opgeschaald zijn en een grote rol kunnen spelen. In een recente publicatie van TNO VoltaChem is uitgelegd waar hernieuwbare elektriciteit het beste kan worden ingezet om de grootste emissiereductie te bewerkstelligen voor Nederland. Het vervangen van kolen en aardgas voor stroomopwekking door duurzame elektriciteit staat bovenaan, transitie van de grondstoffenchemie staat ten opzichte daarvan lager in prioriteit voor emissiereductie in Nederland maar zal minstens even essentieel blijken te zijn. De verwachting is immers dat, ondanks het feit dat plastics een ‘slechte’ naam hebben, de wereldwijde vraag naar polymeren alleen maar toeneemt. Raffinaderijen zullen hun productpakket moeten verschuiven van 80% brandstoffen en 20% grondstoffen in 2018 naar 20% brandstoffen en 80% grondstoffen in 2050. Dat is de echte transitie!”, licht Reinier Grimbergen, Accountmanager bij Brightsite en Principal Consultant bij TNO, toe.

Reinier Grimbergen, Principal Consultant TNO:

“De ontwikkeling van processen en producten in de geschiedenis van DSM en Chemelot hebben geleid tot een brede expertisebasis en innovatiecultuur. Daardoor is deze locatie aantrekkelijk voor een duurzame chemische industrie.”

## Samenwerking in de keten en langetermijnpolitiek

Naast voldoende duurzame energie- en grondstoffenvoorziening zijn samenwerking in de keten en langetermijnpolitiek cruciaal voor het kunnen behalen van de klimaatdoelstellingen. "Ik mis een langetermijnvisie van de Nederlandse en Europese overheden. Wellicht moet er een OMT-achtig klimaatmanagementteam komen dat zich buigt over de grote maatschappelijke keuzes en op een rij zet welke consequenties verschillende opties hebben en welk totaalpakket tot het behalen van de klimaatdoelstellingen leidt", stelt Homburg voor. Nodig zijn voldoende CO<sub>2</sub>-vrije energie, voldoende netcapaciteit, een kritische screening op duurzaamheid van de gebruikte biofeedstock, en een zorgvuldige regie om de klimaatdoelen zo efficiënt mogelijk te bereiken. Er zal stimulans moeten komen voor het aankopen van technologie en het aangaan van verbindingen met trendsetters op het gebied van deze transitie. "Dat is overigens niet anders dan een eeuw geleden toen Staatsmijnen begon met het ontwikkelen van haar chemie: veel processen en fabrieken werden van de plank gekocht of door engineering firma's ontwikkeld. De samenwerking tussen Chemelot en RWE op het gebied van circulaire afvalverwerking door middel van vergassing naar syngas is hiervan een mooi voorbeeld. Proeffabrieken zullen een cruciale rol gaan spelen in de ontwikkeling van de (elektro) chemische processen waarmee de transitie gerealiseerd moeten worden. Denk bijvoorbeeld aan de elektrische kraker van Coolbrook en de verwerking van diverse reststromen waarvoor door tal van bedrijven technologie wordt ontwikkeld, zoals

plasmatechnologie. Een ander voorbeeld is [BrigH2](#) dat op Chemelot een 50 MW demofabriek ontwikkelt voor syngasproductie door vergassing van getorreificeerde biograndstoffen. Op basis van dit soort proeffabrieken zal de oude kennis van syngas processen worden opgefrist en innovatief worden uitgebouwd. Maar nu als basis voor een toekomstbestendige circulaire chemische industrie." "Daarnaast is noodzakelijk bewoners, bestuurders en politici op regionaal en landelijk niveau bijtijds te informeren over de alternatieven die er zijn, de financiële kosten ervan en de milieulast die de transitie met zich mee zullen brengen. Dat zou via een klimaattafel kunnen", meent Van Helvoort.

**Ernst Homburg**, Emeritus hoogleraar Universiteit Maastricht:

**"Een OMT-achtig klimaatmanagementteam dat naast de consequentie van opties, ook zicht biedt op een totaalpakket voor het behalen van de klimaatdoelstellingen, kan uitkomst bieden voor het beleid voor de lange termijn."**

## Toekomst Nederlandse chemische industrie

"De overschakeling van kolen naar aardgas in Europa na de Tweede Wereldoorlog is zowel een economische als geopolitieke beslissing geweest. Ook bij de huidige transitie speelt geopolitiek een rol", benadrukt Grimbergen. Vergassing van steenkool wordt in China op dit moment op grote schaal ingezet. "Je kunt je afvragen of je een octrooi beschermde technologie die in China al voor handen is, ook in Europa wil gaan inzetten", aldus Van Helvoort. Grimbergen verwacht dat globale groene ammoniak- en methanolketens zullen ontstaan, waarbij de productie grotendeels buiten Nederland ligt. "Nu importeren we aardgas en olie, straks wordt dat wat anders. Veel bestaande technologie voor de productie van chemische producten blijft in wezen hetzelfde en kan verder worden verbeterd, al zit hier natuurlijk nog wel een grote energie- en grondstoffentransitie tussen. Chemelot en Nederland zullen ook in de toekomst interessant zijn als chemielocatie.

We hebben de benodigde kennis geleerd en 'geleerde expertises' in huis. Hoewel na de crisis in de jaren '70 DSM het doen van eigen onderzoek heeft afgebouwd en zich specialiseerde in specialty producten in plaats van bulkchemie, heeft de ontwikkeling van processen, producten en fabrieken binnen DSM, de spin-offs en de bedrijven die inmiddels delen van DSM hebben overgenomen, geleid tot een brede basis van expertise op het gebied van katalyse, (proces)technologie, afvalverwerking en waterzuivering. Daar bouwt Chemelot met een vooruitstrevende en innovatieve visie op voort", besluit Grimbergen. Wie had kunnen denken dat het syngas dat we kennen uit steenkool van miljoenen jaren terug – en dat aan de wieg stond van Chemelot en de huidige welvaart – nog eens zou wederkeren als duurzaam syngas uit de groene energie- en koolstofbronnen van 2050? Ja, dan hebben we de cirkel rond gemaakt!

## Herkent uw bedrijf zich in de werkwijze van Brightsite?

We moeten alle zeilen bijzetten om de transitie van energie en grondstoffen tijdig te bewerkstelligen. Syngas, een mengsel van koolmonoxide en waterstof, kan niet alleen in het verleden van Chemelot, maar ook in de toekomst een belangrijke rol spelen in de verduurzaming van de site.

Wilt u meer weten over de nieuwe route die syngas biedt naar een toekomstbestendige circulaire chemische industrie, of wilt u participeren in deze ontwikkeling? Neem dan contact met ons op.

**Paul Brandts**  
Intelligence Officer Brightsite  
Paul.Brandts@brightlands.com



*De inhoud van dit artikel is mede tot stand gekomen met input/ beeldmateriaal Voltachem, en wordt ondersteund door Provincie Limburg en ChemistryNL.*

[brightsitecenter.com](https://brightsitecenter.com)