

Groene waterstofproductie cruciaal voor transitie naar circulaire chemie

Brightsite geeft een impuls aan de ontwikkeling van commerciële toepassing van innovatieve technologieën die nodig zijn om de klimaatdoelstellingen te realiseren. Duurzame productie van waterstof is een van de belangrijke pijlers voor de transitie naar een circulaire chemie. Op Chemelot lopen inmiddels verschillende initiatieven rondom groene waterstofproductie. Brightsite draagt bij via de ontwikkeling van nieuwe generatie plasmatechnieken en een technologievergelijkingsmethodiek voor variabele kosten bij waterstofproductie.

Proud partners
Sitech Services
TNO
Maastricht University
Brightlands Chemelot Campus

In de toekomst meer waterstof nodig

Chemelot is een grote producent van waterstof (200 kiloton per jaar). Waterstof is een belangrijke grondstof die wordt gebruikt voor de productie van ammoniak, dat vervolgens weer wordt omgezet in onder meer kunstmest, melamine, acrylonitril en caprolactam. Via de huidige processen gaat de productie van waterstof gepaard met het gebruik van aardgas (1 miljard kuub) en een uitstoot van CO₂ (1,8 Megaton). In Brightsite's programmaliijn 1 – 'Emissiereductie door elektrificatie' – wordt onderzocht hoe waterstof op een duurzame manier, dat wil zeggen zonder CO₂ emissies, kan worden geproduceerd. Plasmatechnologie is één van de belangrijke opties waarnaar gekeken wordt. Elektrolyse is een uitstekend proces om potentieel overaanbod van groene elektriciteit op te vangen en problemen bij het transport van deze stroom op te lossen, maar de variabele productie, het transport en de opslag van waterstof vormen uitdagingen voor de chemische industrie. Echter niet alle problemen kunnen met één technologie worden opgelost, en daarnaast biedt een chemiesite unieke mogelijkheden. Daarom moeten ook alternatieven worden ontwikkeld. Zo'n andere interessante technologie voor waterstof productie is bijv. vergassing.

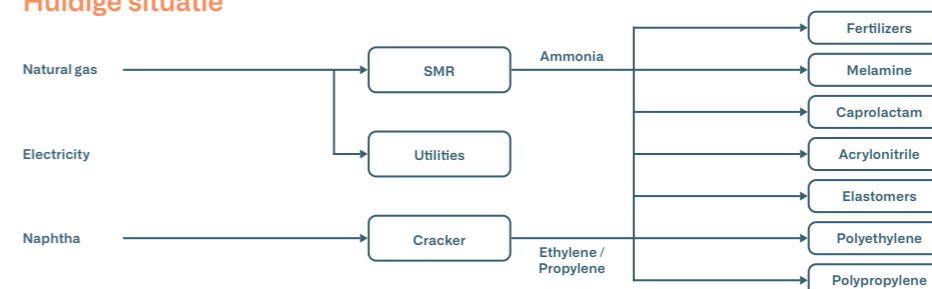
"We zijn op zoek naar de beste manier(en) om waterstof te produceren zonder CO₂-uitstoot.

We hebben waterstof hard nodig om Chemelot te verduurzamen en daarmee de ambitie, het tot nul reduceren van de emissie van broeikasgassen in 2050, te kunnen halen. Niet alleen voor CO₂-vrije productie van ammoniak, maar in de toekomst tevens voor de voorbereiding van pyrolyse-olie uit plastics om op termijn nafta te kunnen vervangen. Een deel van de benodigde waterstof zullen we lokaal blijven produceren en naar verwachting zal ook een deel groene waterstof ingekocht worden", legt René Slaghek, Programma Manager Transitie scenario's en systeemintegratie, uit.

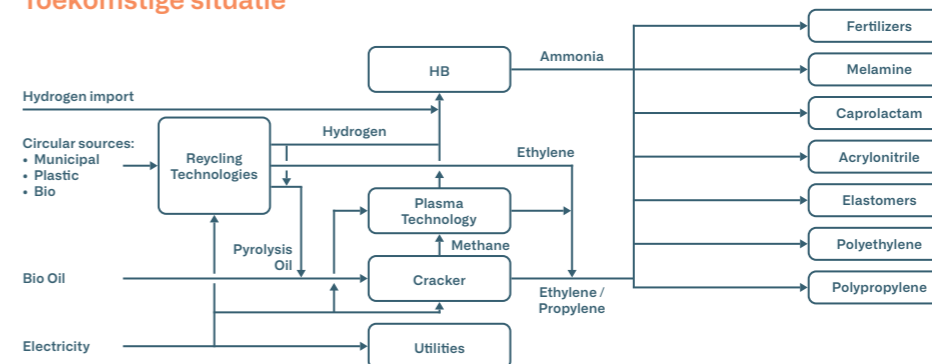
René Slaghek, Programma Manager Brightsite:

"We hebben waterstof hard nodig om Chemelot te verduurzamen en daarmee de ambitie, het tot nul reduceren van de emissie van broeikasgassen in 2050, te kunnen halen."

Huidige situatie



Toekomstige situatie



Figuur 1: Integrated Chemical Site Like Chemelot

Synergie & systeemintegratie

Waar Chemelot nu een geïntegreerde site is en gebaseerd op nafta en aardgas (met name methaan) is, zijn elektrificatie en vergroening van grondstoffen de toekomst. “Om die transitie naar een klimaatneutraal Chemelot in 2050 te kunnen maken, zetten we mogelijkheden voor fabrieken om te vergroenen op een rij. In [programmaliijn 5](#) kijkt Brightsite hoe de verschillende processen aan elkaar geknoopt kunnen worden. Het ontwikkelen van de juiste technologieën om de transitie naar een groen Chemelot te bewerkstelligen is één, maar de technologieën moeten tevens optimaal geïntegreerd worden in het Chemelot-systeem. Het is zaak om de meest rendabele oplossing voor de gehele situatie op Chemelot te kiezen. We richten ons enerzijds op de dilemma's, hindernissen en risico's en anderzijds op de site- of cross-site overstijgende maatschappelijke synergieën en nieuwe kansen. Dat geldt voor waterstof maar net zo goed voor andere thema's en processen, die samen als geheel bekeken moeten worden. Door de verscheidenheid aan processen op Chemelot is er veel synergie te halen en zijn er veel mogelijkheden om toekomstige restproducten te verwerken”, benadrukt Slaghek.

Van afval tot grondstof

Er zijn oplossingen voor het maken van duurzame waterstof. “We moeten de juiste keuzes maken, die passen bij de fabrieken die waterstof nodig hebben voor hun processen – zoals SABIC (voor bewerking van pyrolyse-olie) en OCI Nitrogen (voor ammoniak productie) – en de balans op de totale site. De bestaande fabrieken gaan waarschijnlijk niet alle benodigde duurzame waterstof zelf maken. Er zijn andere investeerders en nieuwe fabrieken nodig om deze grondstof te maken. Op Chemelot lopen al een aantal initiatieven. Eén daarvan is het RWE-project FUREC (Fuse Reuse Recycle) waarbij waterstof uit reststromen wordt gemaakt. Het doel is een installatie te realiseren die huishoudelijk afval verwerkt tot pellets, die op Chemelot vervolgens via vergassing worden omgezet in duurzame

waterstof.

Plastic Energy richt zich op het omzetten van plastic afval naar pyrolyse-olie als hernieuwbare grondstof voor nieuwe kunststoffen. Dit zijn twee voorbeelden die reststromen omzetten tot grondstof en in synergie met elkaar werken. Zo kan het plastic dat Plastic Energy niet kan verwerken, bijvoorbeeld wel door FUREC worden omgezet”, aldus Slaghek.

Unieke technologie-vergelijking

Om een goed oordeel te kunnen vellen over wat de beste technologie is voor waterstofproductie op de lange termijn, is een technologievergelijking op basis van kostprijs gewenst. Er zijn wel methodes die technologieën op kosten vergelijken, het nadeel is dat daarbij de afzetmarktomstandigheden een grote rol spelen. “Brightsite heeft een nieuwe en nauwkeurige methodologie ontwikkeld waarbij afzetmarktomstandigheden geen rol meer spelen bij het bepalen van de kostprijs of verbetering daarvan”, vertelt Joris van Willigenburg (senior chemical engineer/ technology and sustainability consultant). “Bij multi-productprocessen, zoals veel nieuwe waterstofproductieprocessen, hebben we te maken met verschillende bijproducten. De hierbij gangbare methode om de kostprijs van het gewenste product te berekenen is door alle bijproducten tegen de marktprijs van de grondstofkosten af te trekken. En afzetmarktomstandigheden kunnen een grote rol spelen bij het bepalen van de productkostprijs voor deze processen. Met andere woorden, technologieën met bijproducten zijn complex en gevoelig voor de waarden van die bijproducten en waarden die dat beïnvloeden, zoals de olieprijs. Het is lastig om de variabele kosten, als grondstof- en energiekosten, te bepalen. Wij hebben nu een methodiek ontwikkeld, en gevalideerd, om de variabele productiekosten van processen met (veel) bijproducten eerlijk te vergelijken. Dit geeft ons onder meer zinvolle inzichten in de gevoeligheid voor CO₂-beprijzing en ontkoppeling van olie- en gasprijzen.”

Impact berekenen & advies geven

Deze methodiek is toegepast op 11 waterstofproductietechnologieën, die overigens niet allemaal multi-product zijn. “Onze bevindingen heb ik tijdens de Clean Hydrogen conference van 18 mei 2021 gepresenteerd en binnenkort volgt er een wetenschappelijke publicatie. De methodiek kan breed toegepast worden en van meerwaarde zijn voor allerlei multi-productprocessen. Denk bijvoorbeeld aan verbetering van lifecycle asses-

ment en CO₂-footprinting”, zegt Van Willigenburg. “Met Brightsite beogen we op basis van feiten en data evaluaties te doen en adviezen te geven. We berekenen welke impact keuzes hebben, deze studie is daar een mooi voorbeeld van. We bespreken deze resultaten met de fabrieken, het nemen van beslissingen is uiteindelijk aan hen. We beargumenteren enkel op basis van feiten wat al dan niet verstandig is”, vult Slaghek aan.

Grondstof		Huls H2	Omgerekend
Propana	t	3.1	3.1
Aardgas	GJ _{LHV}	295	338
Elektriciteit	MWh _e	58	57.5
Nafta	t	0	-7.80
CO ₂ -emissierechten	t		-4.42

Producten			
Waterstof	t	1.00	1.00
Etheen	t	4.80	0
Benzeen	t	0.40	0
Koolstof	t	0.55	0.55

Figuur 3: Proef evaluatie van waterstof d.m.v. Hüls proces

1 Vaststellen technologie-parameters

2 Omrekenen bijproducten naar bespaarde grondstof, energie en emissies

3 Verzamelen en verwerken van prijsinformatie

4 Technologie evaluatie

Figuur 2: Werkwijze en toegepaste methodiek

Plasmatechnologie

Plasmatechnologie kan door middel van elektrificatie het gebruik van aardgas als energiebron voor processen vervangen en is daarom een zeer belangrijke route voor het behalen van de klimaatdoelen. Met behulp van plasmatechnologie kunnen we bijvoorbeeld methaan, dat vrijkomt in het kraakproces, optimaal benutten door het om te zetten in waterstof en hoogwaardige koolwaterstoffen zoals acetyleen en etheen, de basis voor kunststoffen, zonder dat er CO₂ vrijkomt. Er wordt niets verbrand en geen zuurstof gebruikt: alle methaan wordt gebruikt om koolstof-houdende producten en waterstof te maken. Plasma wordt ook wel de vierde aggregatietoestand genoemd, naast vast, vloeibaar en gas. Wanneer een gas in een voldoende sterk elektrisch veld wordt gebracht ontstaat een toestand waarin gasdeeltjes ioniseren. Dit geïoniseerde gas bestaat uit gasmoleculen en reactieve deeltjes zoals ionen, elektronen en radicalen. Deze combinatie van reactieve deeltjes maakt (nieuwe) chemische reacties mogelijk. In het hart van deze “elektrische vlam”, het hart van de plasmawolk, is de temperatuur heel hoog. Onder deze omstandigheden kunnen zeer snel moleculen gesplitst en gevormd worden. En omdat een plasma opgewekt wordt met elektrische energie is het proces erg duurzaam wanneer er groene elektriciteit wordt gebruikt.

Meer lezen over plasmatechnologie? [Klik hier](#).



Clean Hydrogen Conference

Op dinsdagmiddag 18 mei vond de online [Clean Hydrogen conference](#) plaats. Tijdens deze conferentie, die onderdeel is van de Brightlands Chemistry of the Future Series, deelden (inter)nationale sprekers hun visie op en ervaring met alternatieve opties, naast elektrolyse, om duurzame waterstof te creëren. Tijdens het conferentieprogramma werden drie alternatieve opties om schone waterstof te maken besproken: 1) vergassing van biomassa naar waterstof en groene CO₂; 2) vorming van acetyleen/etheen en waterstof uit aardgas met plasmatechnologie en 3) splitsen van aardgas in pure koolstof en waterstof.

Brightsite leverde een bijdrage met lezingen van managing director Arnold Stokking ('Brightsite's aanpak van de grondstoftransitie'), Joris van Willigenburg ('Waterstof variabele kostenanalyse voor multi-productprocessen'), René Slaghek ('Rol van duurzame waterstof in een duurzame

circulaire chemische site) en een duo-presentatie van prof. dr. Gerard van Rooij (hoogleraar Plasmachemie, Maastricht University (UM) en Hans Linden (manager Brightsite's programmalijn 1) over 'Waterstof, elektrificatie en circulariteit – een plasmachemie perspectief'.

Joris van Willigenburg, Technology and sustainability consultant:

“Brightsite heeft een nieuwe en nauwkeurige methodologie ontwikkeld waarbij afzetmarkt-omstandigheden geen rol spelen bij het bepalen van de kostprijs of verbetering daarvan.”

Herkent uw bedrijf zich in de werkwijze van Brightsite?

Het toekomstperspectief is dat Chemelot de nationale doelstellingen voor broeikasgasreductie heeft gehaald door de meest kosteneffectieve maatregelen te implementeren en tegelijkertijd de productie te waarborgen. In 2050 is Chemelot volledig CO₂-neutraal, op basis van een optimaal transitiepad. Wilt u een bijdrage leveren aan dit programma, of wilt u gebruik maken van onze diensten?

René Slaghek

Programma Manager Transitie-scenario's en systeemintegratie
rene.slaghek@sitech.nl
+31 (0)6 200 159 35

