

# Kleurrijke mogelijkheden van waterstof

**De energietransitie van fossiele brandstoffen naar emissieloze varianten, noodzaakt de industrie naar andere vormen van energie te kijken. Waterstof is in die plannen een kansrijk alternatief voor de productie van hogetemperatuurwarmte en als grondstof voor de chemie. Groene waterstof is daarbij het einddoel. Maar voordat echt emissieloos kan worden geproduceerd, zijn er talloze tussenvarianten mogelijk. Via grijze, naar blauwe en turquoise zal uiteindelijk de weg worden vrijgemaakt voor groene waterstof.**

David van Baarle

In bijna alle transitie-scenario's speelt waterstof een rol. Waterstof is een energiedrager die zowel kan worden verbrand om er (hogetemperatuur) warmte uit te winnen of dat weer in stroom kan worden omgezet via een brandstofcel. Waterstof is tevens een grond- of hulpstof voor veel chemische processen.

Nu is waterstof op zichzelf kleurloos, maar aan de weg ernaartoe wordt soms wel een kleur toegekend. Zo is grijze waterstof de aanduiding voor waterstof dat uit fossiele bronnen wordt gehaald. Het wordt als blauw aangeduid als de bij de splitsing overgebleven waterstof wordt afgevangen en ondergronds opgeslagen. Groene waterstof is een product van het op elektrolytische wijze splitsen van water in waterstof en zuurstof. Hoe groen dit is, is afhankelijk van de elektriciteitsbron. En dan zijn er nog hybride vormen waarbij de bij de productie van blauwe waterstof gesplitste kooldioxide als grondstof wordt gebruikt. Deze zogenoemde turquoise waterstof, een combinatie van groen en blauw, biedt een duurzamer alternatief voor CCS.

## Balanceren

Een bijzondere vorm van waterstofproductie, waaraan specifiek geen kleur is toegekend, is die van chloorelektrolyse. Een aantal chemische bedrijven gebruikt zout als basis voor de productie van chloor. Chloor is een grondstof voor tal van chemische producten en kunststoffen. Bij de elektrolytische splitsing van keukenzout, natriumchloride, ontstaat aan de pluspool chloor en aan de minpool waterstof. Producenten zoals Nouryon verkopen dit waterstof weer aan bedrijven in de buurt. De energie voor dit proces komt tot nog toe voornamelijk van fossiele centrales, maar Nouryon investeert inmiddels wel in verduurza-

ming van zijn elektrisch vermogen. De chloorindustrie kan zelfs een bijdrage leveren aan het balanceren van volatiele windstroom.

## Transitiebrandstof

Waterstof wordt gepositioneerd als ideale transitiebrandstof en aanvulling op een elektrische energievoorziening. Windturbines en fotovoltaïsche systemen produceren duurzame stroom. Het nadeel van stroom is echter dat deze direct moet worden gebruikt. Stroom is op te slaan in batterijen, maar deze zijn relatief duur of kunnen de energie voor kortere tijd vasthouden. Waterstof is een gas dat lang kan worden opgeslagen en via pijpleidingen kan worden getransporteerd. Gasunie liet onlangs nog onderzoeken of zijn bestaande infrastructuur geschikt kon worden gemaakt voor het transport van waterstof, wat met een aantal aanpassingen inderdaad mogelijk zou zijn.

## Temperen

Toch moet er een kanttekening worden gemaakt bij de verwachtingen voor groene waterstof. In de meeste overzichten voor industriële decarbonisatie zijn er goedkopere alternatieven voor hogetemperatuurwarmte. In de transitie-scenario's begint groene waterstof pas rond 2035 echt interessant te worden. Dat wil niet zeggen dat er voor die tijd niets gebeurt. Om de waterstofeconomie naar volwassenheid te leiden, moeten stappen worden gezet naar productie-units met megawatt capaciteit. Inmiddels heeft het eerste Nederlandse consortium zich gemeld dat streeft naar een megawatt electrolyser. Hoewel de weg ernaartoe belangrijker is dan de werkelijke realisatie, denken de partijen dat Nederland uitstekend geschikt is voor dergelijke installaties, zeker in industriële gebieden.

## Grijze waterstof

De grootste huidige markten voor waterstof zijn als feedstock voor ammoniak kunstmest. Kunstmestproducenten Yara Sluiskil en OCI Nitrogen gebruiken momenteel zo'n zestig procent van de huidige grijze waterstof. De raffinagesector gebruikt de overige veertig procent in kraakprocessen en voor hydrotreatment in de biobrandstof-industrie. In totaal produceren de bedrijven jaarlijks 9,2 miljard kuub waterstof, ofwel 828 kiloton. Het grootste deel, tachtig procent, wordt geproduceerd via steamreforming van aardgas. De overige twintig procent komt van de chloorchemieprocessen. Bij productie van een ton waterstof komt maar liefst negen ton CO<sub>2</sub> vrij. Tot nog toe gebruikt de raffinagesector alleen de waterstof. De kooldioxide die na scheiding overblijft, verdwijnt de lucht in. De kunstmestindustrie gebruikt een deel van de CO<sub>2</sub> onder andere voor de productie van kunstmest, additieven en levert het koolzuurgas ook aan de frisdrankindustrie. Bij gebruik van de producten komt de CO<sub>2</sub> wel weer vrij.

## Blauwe waterstof

Het steamreforming proces levert een zeer zuivere kooldioxidebron op. Het is redelijk eenvoudig om dit koolzuurgas af te voeren en ondergronds op te slaan. De VNPI rekende uit dat de raffinagesector op deze manier in 2030 4,1 megaton CO<sub>2</sub> ondergronds zou kunnen opslaan. Ook Nuon heeft plannen om blauwe waterstof in te zetten als alternatieve voeding voor een van de ketels van de Magnum-centrale. In het project zitten ook Gasunie en Statoil. Gasunie wil graag ervaring opdoen met het transport van waterstof. Statoil heeft al ervaring met het afvangen en ondergronds opslaan van CO<sub>2</sub> in het Sleipner (sinds 1996) en Snøhvit (sinds 2008) gasveld. Toen Nuon het project in 2017 aankondigde moest men nog onderzoeken of ze aardgas wilden importeren, reformen en de CO<sub>2</sub> terugsturen of direct waterstof zouden importeren. Inmiddels denkt het bedrijf ook na over de opslag van het gas, wat wellicht in de vorm van ammoniak eenvoudiger is.

Het van tevoren afvangen van CO<sub>2</sub> (pre-combustion) in plaats van aan de schoorsteen (post-combustion) wordt in de scenario's als goedkopere optie gezien.



Als de CO<sub>2</sub> nuttig kan worden ingezet, carbon capture and utilisation (CCU), biedt een zuivere CO<sub>2</sub>-stroom, zoals bij post-combustion het geval is, ook meer toegevoegde waarde.

## Turquoise waterstof

Een relatief onderbelicht alternatieve methode voor de productie van waterstofgas is methaanpyrolyse. Met een beetje fantasie zou je dit de turquoise route kunnen noemen, een menging van blauw en groen. Internationaal doen veel partijen in de luwte onderzoek naar deze route. De kern van de technologie is bij de verschillende onderzoeksteams hetzelfde. Gesmolten metaal vormt de basis van de reactor. Dat wordt gebruikt als katalysator. Het metaal wordt opgelost in een metaal dat katalytisch inert is en een lager smeltpunt heeft. Over het algemeen heeft zo'n combinatie een nog lager smeltpunt dan de losse componen-

ten. Voer je methaan hier doorheen, dan komt de waterstof er vanzelf bovenuit. Koolstof is lichter dan de meeste metaallegeringen en komt daardoor bovendien, waarna je het er min of meer vanaf kunt scheppen.

In dit proces ontstaat dus geen kooldioxide maar koolstof, wat een waardevol additief is in staal, een vulmiddel in autobanden, de grondstof voor de productie van grafiet, een kleurstof en bodemveredelaar. BASF maakte onlangs bekend dat ze serieus de optie met methaanpyrolyse onderzoekt, samen met onder andere gassenproducent Linde, staalbedrijf Thyssenkrupp en verschillende Duitse onderzoeksinstituten. Over enkele jaren moeten de eerste proefinstallaties worden gebouwd. Commerciële toepassing wordt in de jaren na 2025 verwacht. Ook Shell lijkt geïnteresseerd in de blauw-groene waterstofroute. Het concern werkt nauw samen met onder-

# SNEL EN BETROUWBAAR

Onze HYDRA compensatoren en HYDRA metaalslangen zijn meer dan flexibel: we bieden onze klanten een oneindig aantal verschillende aansluitingen, voor elke toepassing het juiste! Van flenzen tot laseinden of draadnippels, volledig volgens klantenwens en zoveel u maar nodig heeft. Wij assembleren onze flexibele elementen snel en betrouwbaar.

Witzenmann Benelux NV  
Ter Stratenweg 13  
B-2520 Oelegem

[www.witzenmann.be](http://www.witzenmann.be)



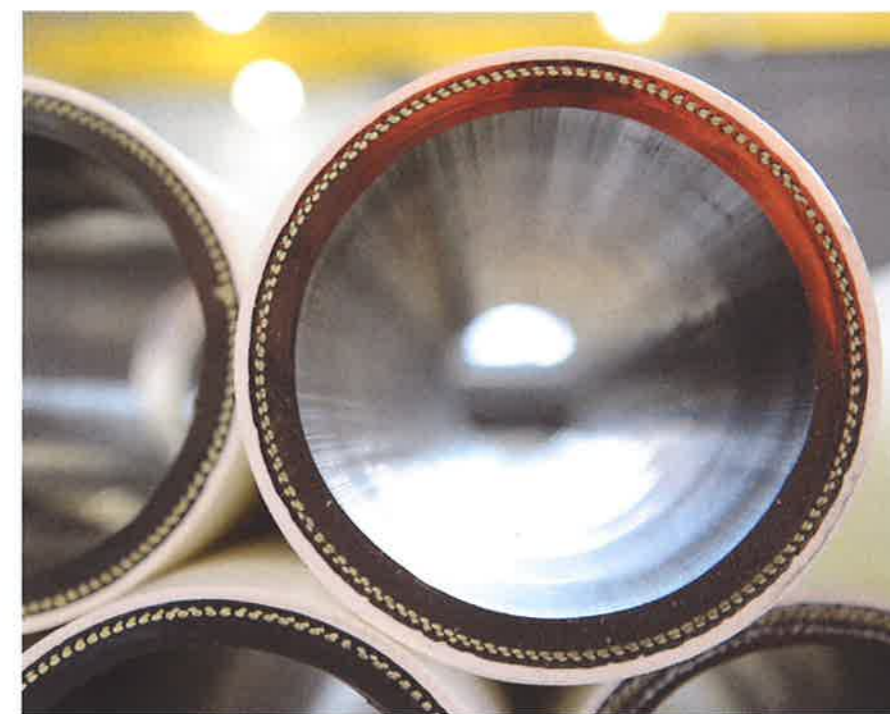
**WITZENMANN**  
managing flexibility

zoekers van de University of California Santa Barbara. Onderzoeker Eric McFarland stelde vorig jaar dat de toevoeging van een katalysator het haalbaar maakt om op prijs te kunnen concurreren met steam methane reforming. Dichterbij huis is ook TNO sinds begin 2018 bezig met de doorontwikkeling van methaanpyrolyse. De TNO-onderzoekers hebben boven het gesmolten metaal een extra zoutlaag aangebracht, zwaarder dan koolstof, maar lichter dan het metaal. Boven de zoutlaag ontstaat zodoende de koolstof. Dat is er gemakkelijk van af te scheppen en extra te filteren.

## Groene waterstof

De meeste hoop wordt gevestigd op groene waterstof, al is de route daar naartoe wel de langste. Door groene stroom te gebruiken om water elektrolytisch te splitsen in waterstof en zuurstof ontstaat een duurzame variant van waterstofgas. Als de zuurstof ook nuttig kan worden ingezet, neemt de waarde alleen nog maar toe. Grootste struikelblok tot nog toe zijn de electrolyzers die het water moeten splitsen. Electrolyzers moeten concurrerend worden met waterstofproductie uit aardgas. Op dit moment zijn de systeemkosten echter te hoog. Bij veel processen nemen die kosten af naarmate de schaalgrootte toeneemt, maar de elektrolyse-processen hebben een fysieke grens die de omvang van de elektrolyseplaten beperkt. De fysieke grens ligt rond de één vierkante meter en als je hem groter maakt, neemt de efficiëntie juist af. Nu kun je wel modulaire systemen bouwen, maar die zijn weer relatief duur. Dat neemt niet weg dat grote bedrijven en consortia de plannen hebben klaarliggen voor systemen tot op gigawatt-niveau.

De meest recente aankondiging is van een consortium onder leiding van het Institute for Sustainable Process Technology (ISPT) dat denkt in 2025-2030 een één gigawatt fabriek te kunnen bouwen. Het Gigawatt Electrolyser project brengt de technologische knelpunten in kaart bij het opschalen van grote aantallen stacks in een geïntegreerde fabriek. Bij deze opschaling is het van belang dat de fabriek dynamisch operationeel kan zijn. De fabriek zal immers veel elektriciteit van wind- of zonneparken afnemen, en daardoor afhankelijk zijn van variaties in



Fabrikant Pipelife gaat met Groningen Seaports vier kilometer aan infrastructuur aanleggen om groen waterstof te transporteren.

de levering van elektriciteit. Een ander belangrijk aspect van de gigawattfabriek betreft de productie van warmte en zuurstof als waardevolle 'nevenproducten' van de elektrolyse van water. Bij het technisch ontwerp van de fabriek is het van belang dat deze producten goed zijn af te voeren en te leveren, op een manier die hand in hand gaat met de operationele strategie die bij deze opschaling van belang is. Met de huidige stand der technologie en de huidige marktprijzen zou de investering voor een gigawatt elektrolysefabriek ongeveer een miljard euro bedragen. De partners in het project streven ernaar om dat bedrag met een factor drie à vier te kunnen reduceren. Wanneer een totale fabriek zo'n 350 miljoen euro zou kosten, is er een concurrerend alternatief voor de conventionele 'fossiele' waterstoftechnologie.

## Noord-Nederland

Ook BP, Nouryon en Havenbedrijf Rotterdam maakten plannen bekend voor een elektrolyse-installatie. Deze zou slechts een vermogen hebben van 250 megawatt, goed voor de productie van maximaal 45.000 ton groene waterstof per jaar met hernieuwbare energie. De opzet is dat Nouryon de installatie

gaat bouwen en exploiteren. Havenbedrijf Rotterdam gaat de lokale infrastructuur faciliteren en onderzoekt opties voor verdere ontwikkeling van een groene waterstof hub in het gebied. De partners zijn van plan om in 2022 een definitieve investeringsbeslissing over het project te nemen.

Noord-Nederland had zich al eerder geprofileerd als waterstofregio en de bedrijven en overheden kondigden onlangs nog aan de komende twaalf jaar 2,8 miljard euro te investeren in emissievrije waterstof. Naast deze aankondiging meldde BioMCN al dat het hernieuwbare methanol wil gaan maken uit groen waterstof en CO<sub>2</sub>. De waterstof moet komen van een nog te bouwen twintig megawatt waterelektrolysefabriek in Delfzijl.

Door plannen en projecten te bundelen wil Noord-Nederland een grote stap zetten naar een toekomstbestendige groene industrie. Doel is om installaties te ontwikkelen voor de productie van groene waterstof met een vermogen van minstens honderd megawatt. Daarnaast willen de partijen de infrastructuur voor transport en opslag van waterstof realiseren en de processen in de industrie en elektriciteitsproductie herinrichten om het gebruik van waterstof mogelijk te maken. ■



## Hempaline Defend betrouwbaar in uitdagende omgevingen

Wij begrijpen dat agressieve omgevingen met extreme pH-variëaties, zware belasting en wisselende temperaturen kunnen leiden tot grote schade.

Hempaline Defend tanklinings zijn ontwikkeld om deze problemen te bestrijden en uw tank(s) binnen 24 uur weer gebruiksklaar te maken.

- Snelle levering en technische ondersteuning op locatie.
- Snel in bedrijf dankzij onze snel drogende systemen.
- Gereduceerde downtimekosten en langere onderhoudsintervallen.

Vertrouw voor de zwaarste beproevingen op Hempaline Defend. Neem vandaag nog contact met ons op via [hempaline@hempel.com](mailto:hempaline@hempel.com) voor meer informatie.

[hempaline.hempel.com](http://hempaline.hempel.com)

