

# Grondstof voor groene chemiebouwstenen

# CO<sub>2</sub>?

# Gewoon recyclen!

Traditionele katalysetechnologie leent zich prima voor het hergebruik van broeikasgas CO<sub>2</sub>. Maar de route naar 'groene' chemiebouwstenen vergt nog veel ontwikkelwerk. En het draait niet alleen om technologie.

PIETER VAN DEN BRAND

**D**e mens heeft zijn welvaart zonder meer te danken aan katalyse. Wie even googlet of het scheidkundeboek van zijn kinderen raadpleegt, leert dat tachtig procent van de chemische productie op een of andere manier hiervan afhankelijk is. Bijna alle chemieproducten, van plastics en benzine tot kunstmest en antibiotica, worden gemaakt met behulp van een stof, een katalysator, die het chemisch proces aanjaagt en versnelt. Het kraken van aardolie werd mogelijk dankzij katalysatoren en zo kwam in de vorige eeuw de productie van benzine en kerosine op gang. Nog zo'n bekend voorbeeld zijn de katalysatoren in het Haber-Bosch proces om stikstof uit de lucht vast te leggen in ammoniak voor het maken van kunstmest. Inmiddels allemaal oude aardgasgedreven procestechnologie.

## CO<sub>2</sub>-conversie

Een innovatieve ontwikkeling is dat 'groene' productieprocessen zich lenen voor katalyse, in dit geval met een 'grondstof' waar de wereld veel te veel van heeft: CO<sub>2</sub>. Het basisprincipe ziet er zo uit:

## 'Groen methaan kan via het bestaande aardgasnet naar huishoudens en industrie'

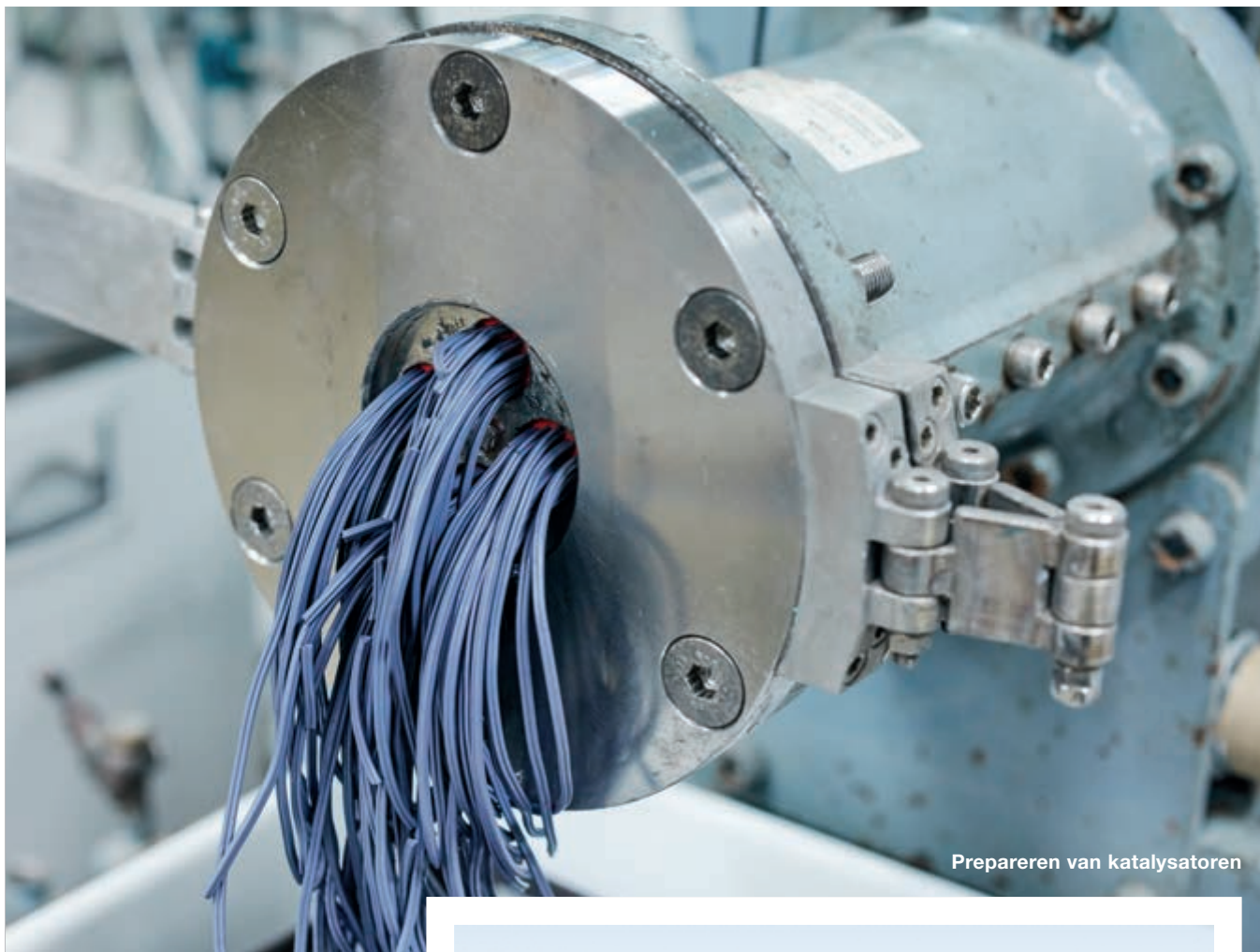
1. maak waterstof met duurzame energie door elektrolyse van water);
2. gebruik de groene waterstof om CO<sub>2</sub> met behulp van een katalysator om te zetten naar nieuwe chemiebasisstoffen of brandstoffen.

Een voorbeeld is de conversie van waterstof en CO<sub>2</sub> naar groene methanol, een basisstof voor de chemie om de grondstoffen voor plastics te produceren en dus een mooi alternatief voor de aardgasgedreven methanolproductie. Cruciaal voor het predicaat 'groen' is de CO<sub>2</sub> uit de lucht te halen en niet de CO<sub>2</sub> uit de schoorsteen van fossielgedreven processen te gebruiken.

## Optimale voetafdruk

CO<sub>2</sub>-conversie vergt nog veel ontwikkelwerk, met name naar efficiënte en goedkope katalysatoren, weet hoogleraar Anorganische Chemie en Katalyse

Bert Weckhuysen van de Universiteit Utrecht. Samen met zijn team onderzoekt Weckhuysen katalysatoren van nikkel, ijzer, kobalt en koper. "Dat zijn relatief goedkope metalen. Een lage prijs van katalysatoren is essentieel om op grote schaal concurrerende conversiefabrieken te kunnen bouwen." In het Utrechtse universiteitslab staan tal van opstellingen met spectroscopen en microscopen om katalysatoren 'in actie' te bestuderen. Dat gebeurt op het niveau van moleculen en atomen. "We willen bepalen wanneer katalysatoren de meeste activiteit vertonen en proberen manieren te vinden om dit te sturen", vertelt Weckhuysen. "Naar analogie van de hardloper bij atletiek proberen we de optimale voetafdruk te vinden voor de hoogst mogelijke snelheid van een molecuul. Hoe sneller moleculen reageren, des te beter voor de conversie."



Prepareren van katalysatoren

FOTO: SHELL

### Doorbraak

Met collega-onderzoekers van de TU Eindhoven en BASF, dat in zijn fabriek nabij Utrecht al decennialang katalysatoren produceert, boekten Weckhuysen en zijn onderzoeksgroep eind vorig jaar een doorbraak bij nikkelkatalyse. “We hebben ontdekt dat een specifieke architectuur van nikkeldeeltjes de activatie van CO<sub>2</sub> vergemakkelijkt. Vervolgens zijn we erin geslaagd het mechanisme van CO<sub>2</sub>-omzetting heel gedetailleerd in beeld te brengen. Dat is een belangrijke stap voor de verdere ontwikkeling van de conversietechnologie en latere opschaling naar commerciële katalysecapaciteit.”

### Shell

Ook Shell wil op dit vlak stevige onderzoeksstappen maken. Tachtig procent van de energiebronnen in de wereld zijn nu fossiel-gebaseerd, maar het bedrijf voorziet in zijn vorig jaar verschenen ‘Sky Scenario’ dat dit aandeel in 2070 naar 25 procent zakt. Om zelf een aandeel in deze nieuwe markt te veroveren, kijkt Shell naar een waaier van technologische vernieuwingen.



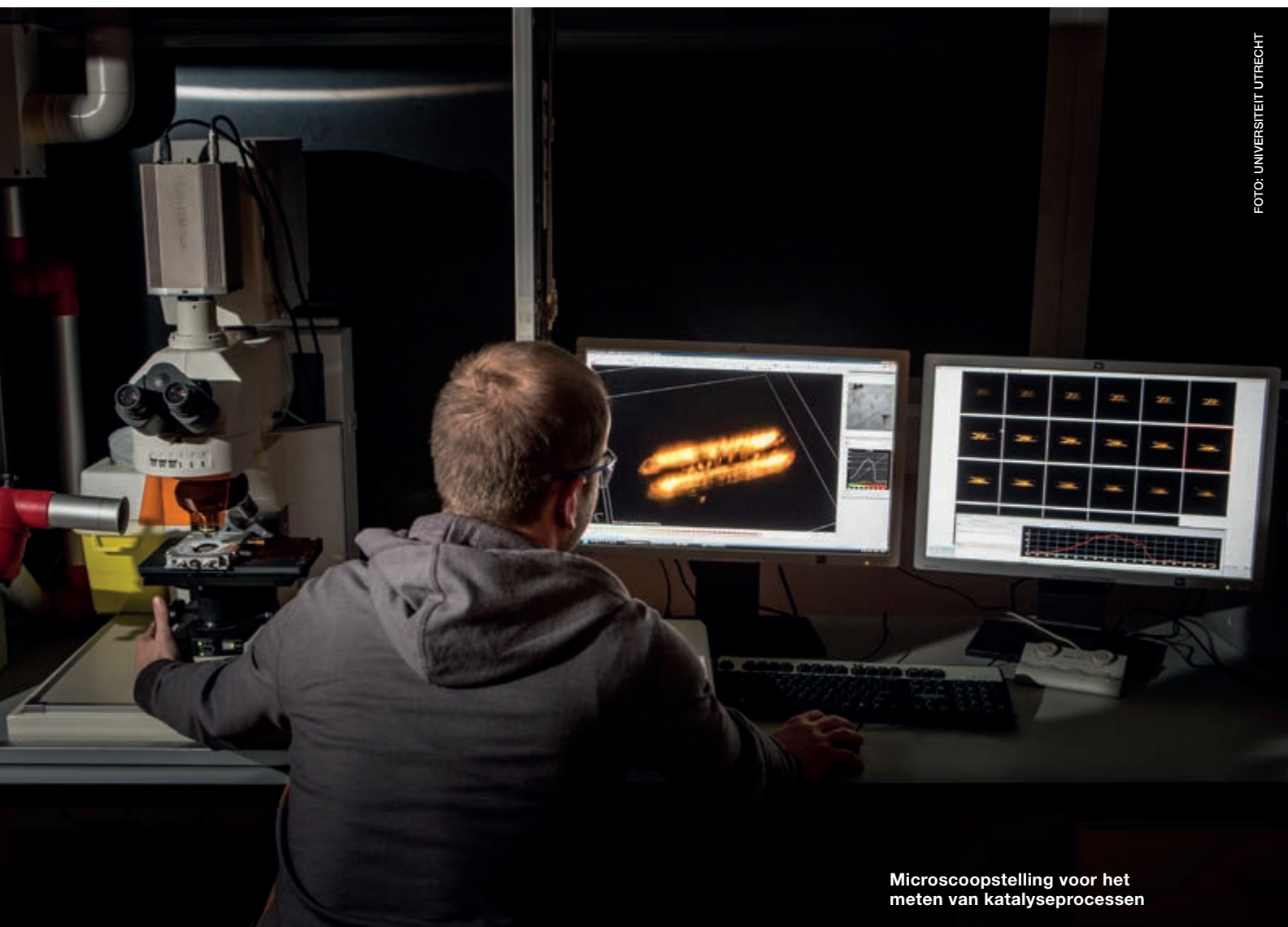
Nikkelkatalysatoren

FOTO: UNIVERSITEIT UTRECHT

Naast de directe omzetting van CO<sub>2</sub> naar bijvoorbeeld methanol en methaan staat de conversie naar synthese gas op het netvlies. Dit mengsel van CO en waterstof is de basis voor Shells huidige ‘Gas-to-Liquids’-proces om paraffine te maken, een grondstof voor de wasmiddelenindustrie, en andere producten. Dit synthese gas wordt nu nog uit aardgas verkregen. “We onderzoeken niet alleen nieuwe en betere katalysatoren, maar ook het verbeteren van fundamentele processen”, zegt Chief Scientist

Chemistry Alexander van der Made. “Het is bijvoorbeeld erg lastig, om CO<sub>2</sub> en waterstof volledig om te zetten naar methanol of synthese gas. Aan de hoge druk of hoge temperaturen die daar respectievelijk bij komen kijken, hangt een navenant hoog prijskaartje. Om het omzettingsproces economisch aantrekkelijk te maken, zijn we onder meer op zoek naar katalysatoren die methanol bij lage temperatuur uit CO<sub>2</sub> maken. We hebben op dit vlak al veel bereikt, maar er is nog een lange weg te gaan.”





Microscopstelling voor het meten van katalyseprocessen

## ‘Beprijzing kan hergebruik van CO<sub>2</sub>-conversie financieel aantrekkelijk maken’

### Groen methaan

Er dient zich nog een wellicht interessantere optie aan: conversie van CO<sub>2</sub> en groene waterstof naar methaan. Dit katalyseproces is in de vorige eeuw al ontdekt door de Fransman Sabatier.

Methanering van CO<sub>2</sub> is volgens Van der Made een aantrekkelijk proces, omdat het de CO<sub>2</sub> onder relatief milde condities volledig in methaan kan omzetten. Het groene methaan kan via het bestaande aardgasnet naar huishoudens en industrie. “Dat is een enorm pluspunt voor in de praktijk. Langzame vervanging van het huidige aardgas door groen methaan stelt een land als Nederland in staat de huidige gasinfrastructuur tot in lengte van dagen te blijven gebruiken”, zegt Van der Made. “Voor

een land als China is deze route helemaal ideaal. Eerst steenkool inruilen voor fossiel gas – dat geeft al een halvering van de CO<sub>2</sub>-emissies – en vervolgens fossiel gas vervangen door groen methaan.”

### Kosten

De katalysetechnologie achter CO<sub>2</sub>-conversie, stellen Van der Made en Weckhuysen, is over niet al te lange tijd beschikbaar. Van der Made voorspelt dat de kosten voor elektrolyse steeds verder af zullen nemen. “Deze horde wordt zeker genomen.” De Shell-wetenschapper constateert echter wel dat de kosten voor het wegvangen van CO<sub>2</sub> uit de lucht (*Direct Air Capture*, of DAC-technologie) vooralsnog te hoog zijn.

“Omdat deze technieken veel energie verbruiken, kost het doorsnee zo’n 600 euro per ton CO<sub>2</sub>, waar 100 euro een economisch acceptabel bedrag zou zijn.” Al zal deze prijs door technische verbeteringen beslist zakken, verwacht hij.

Volgens Weckhuysen is CO<sub>2</sub>-conversie naar methanol binnen vijf tot tien jaar industrieel bruikbaar, mits de prijs van groene waterstof in de buurt van uit aardgas geproduceerde waterstof komt. “Aan de technologie zal het niet liggen. Dat gaat allemaal beslist lukken. Maar we moeten wel realistisch zijn. Er is nog veel nodig om de waterstofproductie op te schalen. Bovendien kan de industrie wel grote electrolyzers gaan bouwen, zaak is dat er volop goedkope duurzame elektriciteit beschikbaar is.”

Politieke keuzes zijn nodig, stelt de katalyse-specialist. Een prima optie, aldus Weckhuysen, is CO<sub>2</sub>-beprijzing. “We moeten CO<sub>2</sub>-hergebruik stimuleren en nog meer investeren in duurzame energieopwekking.” ●●●