



UITDAGENDE CHEMIE TUSSEN EINDHOVEN EN UTRECHT

Sinds de TU/e in 2011 een strategische alliantie sloot met de Universiteit Utrecht en het Universitair Medisch Centrum Utrecht wordt er op drie onderzoeksgebieden intensief samengewerkt. Duurzame energie in de vorm van zonnebrandstof, de zogeheten *solar fuels*, is er een van. Samenwerkingspartners hoogleraar Emiel Hensen (TU/e) en hoogleraar Bert Weckhuysen (UU) zijn meer dan enthousiast over de meerwaarde van dit *preferred partnership* voor de ontwikkelingen binnen hun onderzoeksgebied.

De zon als directe energieleverancier. Hoewel het de meest logische bron van hernieuwbare energie is, staat het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van zonnebrandstof relatief gezien nog in de kinderschoenen. Maar daar komt verandering in. Want met het opraken van fossiele brandstoffen wordt er in toenemende mate gekeken naar andere, duurzamere vormen van energie. De mogelijkheid tot het opslaan van zonne-energie in chemische bindingen

die gebruikt kunnen worden als brandstof (zie kader op pagina 14), krijgt mede dankzij het schone karakter ervan steeds meer aandacht. Het is een van de redenen waarom de Eindhovense hoogleraar Emiel Hensen (heterogene katalyse) en zijn Utrechtse collega Bert Weckhuysen (anorganische chemie en katalyse) in vol vertrouwen hun onderzoek bundelen.

Hensen: 'Onze focus ligt op het ontwikkelen van katalysatoren, chemische stoffen die de omzetting kunnen versnellen op een manier die zo energiezuinig mogelijk is. Omdat de omzetting van zonlicht naar brandstof nieuw is, zijn er ook nieuwe versnellers nodig. Het Nederlandse katalyse-onderzoek is al jaren sterk georganiseerd en ook Eindhoven en Utrecht weten elkaar al lange tijd te vinden op dit vlak.'

'De samenwerking tussen onze beide universiteiten op het katalytisch vlak is onderdaad niet geheel nieuw', benadrukt ook Weckhuysen. 'Al sinds 1991 bestaat er tussen beide instellingen een onderzoeksas op dit gebied. Zo wisselt het wetenschappelijk directeurschap van het toonaangevende Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse (NIOK) al tijden tussen Eindhoven en Utrecht. Op dit moment ben ik wetenschappelijk directeur en is Emiel Hensen voorzitter. In dat kader wilden we graag iets nieuws en uitdagends neerzetten. Toen de plannen bekend werden voor een strategische alliantie tussen de TU/e en UU hebben we de koppen bij elkaar gestoken en solar fuels voorgedragen als één van speerpunten. En met succes.'

Complementariteit

Juist de complementariteit van beide groepen draagt daar volgens Hensen aan bij. Waar de expertise van de TU/e zit in het modelleren hoe moleculen op katalytische oppervlaktes worden omgezet, gebruiken de onderzoekers in Utrecht veel experimentele spectroscopische technieken om met licht te bekijken hoe katalysatoren precies werken. En die twee benaderingen

zijn synergetisch. Hensen: 'Je kunt wel allerlei spectroscopie willen doen, maar voor interpretatie van de resultaten op moleculair niveau zijn onze berekeningen van belang. Andersom willen wij berekeningen doen aan relevante systemen, waarbij experimentele kennis over hoe een katalytisch oppervlak er precies uit ziet, noodzakelijk is. Niet voor niets bestond al lang de wens om intensiever samen te werken.'

Dat de groepen elkaar al kennen, zien beide hoogleraren als een groot voordeel. 'We zijn geen eendagsvlieg', aldus Weckhuysen, 'en we hebben al laten zien dat deze samenwerking kans van slagen heeft. Investeren in een nieuwe relatie hoeft niet meer, want die is er al. De lijntjes zijn kort. Zo heb ik de mobiele nummers van Emiel en Rutger van Santen (emeritus hoogleraar Katalyse aan de TU/e). We hebben 's avonds heel wat heen en weer gebeld – welke richting willen we nu precies op, welk project heeft het meeste potentie? Dit alles heeft zeker geholpen om uitgekozen te worden als een van de drie speerpunten binnen de alliantie.'

Van spuitwater wijn maken

Er werd gekozen om 'het onderzoeksmandje wiseful te vullen'. Zo vindt er onderzoek plaats naar de omzetting van water naar waterstof onder invloed van zonlicht (zie kader op pagina 15). Uiteindelijk is het ultieme doel om waterstof en koolstofdioxide om te zetten naar stoffen als azijnzuur en methanol, een complex proces dat Weckhuysen omschrijft als 'van spuitwater wijn maken'. Onderzoek op het scherpst van de snede, dat is volgens Hensen hoe beide wetenschappers het graag zien. 'De meest spannende vindingen binnen de wetenschap vinden plaats op de grensvlakken van disciplines. Je ziet nu dat er verschillende invalshoeken binnen de katalyse samenkomen en dat kan tot hele mooie dingen leiden.'

Het vergroten van de kritische massa op het gebied van solar fuels sluit aan bij de komst van FOM-instituut DIFFER (Dutch Institute for Fundamental Energy Research) naar



de TU/e-campus in 2015. DIFFER heeft een coördinerende rol binnen het fundamentele energieonderzoek in Nederland, met als een van de thema's kernfusie en solar fuels. Hensen: 'Het is vooruitzien om een onderzoeksgroep neer te zetten waarvan de expertise aansluit bij het onderzoeksprofiel van DIFFER. Op deze manier wordt gezorgd dat nieuwe samenwerkingen ondersteund worden. Solar fuels is een veld met een lange tijdhorizon, waardoor het belangrijk is te investeren in nieuwe mensen met nieuwe inzichten.'

Ook Weckhuysen ziet de aansluiting met DIFFER als een belangrijke impuls van het zonnebrandstofonderzoek. 'Ik zie veel nieuwe mogelijkheden. Denk aan het ontwikkelen van geavanceerde apparatuur voor Nederlandse energie-onderzoekers en die van de alliantie in het bijzonder. We bouwen als het ware een vliegwielt. Een mooi solar fuel-programma waarbinnen we jonge mensen opleiden en uitdagend onderzoek doen. Een eerste kiem is recent gelegd doordat de Colleges van Bestuur in het kader van de alliantie twee tenure-tracks hebben gefinancierd.' Met de komst van de nieuwe universitair docenten Jan-Philippe Hoffman, die Utrecht verruilde voor Eindhoven en Monica Barosso, in Utrecht aangenomen als expert op het gebied van solar fuels, is de kruisbestuiving tussen de twee universiteiten begonnen.

Nieuw talent

Door het strategisch aannemen van bepaalde wetenschappers kunnen er volgens Weckhuysen nu meters gemaakt worden in de vorm van gezamenlijke experimenten, publicaties en nieuwe projectvoorstellen. 'Je ziet dat we elkaar op allerlei vlakken versterken. Zo'n alliantie genereert nieuwe projecten; je hebt voor jezelf de focus weer scherp, maar kijkt tegelijkertijd ook een stapje verder. Ook voor subsidieaanvragen, zeker op het internationale vlak, is het steeds belangrijker dat er op de grensvlakken van disciplines gewerkt wordt en heeft multidisciplinair werken zeker een meerwaarde.'

Naast het doen van excellent onderzoek vinden er ook interessante ontwikkelingen plaats op educatief vlak. Hensen: 'Vanuit het NIOK en met steun van NWO zijn we bezig met de opzet van een onderzoeksschool die dit najaar al van start gaat. Bachelorstudenten kunnen instromen in een tweearig masterprogramma waarin ze een gedegen basis in de katalyse krijgen met een specialisatie op het gebied van fotokatalyse. Naast de TU/e

en de UU doen ook de Universiteit Leiden en de Universiteit Twente hieraan mee. Een lokale master die aan de thuisuniversiteit gevolgd wordt, maar met voldoende keuze-ruimte om specifieke vakken aan de andere universiteiten te volgen, zodat studenten een goed overzicht krijgen van het onderzoek op de diverse locaties. Aan het einde van de master bestaat de mogelijkheid om een PhD-voorstel te schrijven, waarbij de

vier besten gehonoreerd worden met een aanstelling. Maar het opleiden van jong talent is voor ons ook van belang richting het bedrijfsleven. Voor de industrie zijn solar fuels nog een brug te ver, het moet meer bekendheid krijgen. Door het leveren van studenten met een herkenbaar profiel kunnen we solar fuels ook bij hen in de picture zetten.'

Maatschappelijk draagvlak

De onderzoeksgroep van Weckhuysen wordt vaak als voorbeeld gezien als het gaat om samenwerking met het bedrijfsleven. De Utrechtse hoogleraar erkent dat duurzame industriële relaties waardevol zijn, zeker in een tijd waarin de eerste geldstroomfinanciering aan onderzoeksgroepen schaarser is. Al werd in juni van dit jaar aan Weckhuysen nog een prestigieuze Spinozaprijs van 2,5 miljoen euro toebedeeld door NWO. Maar investeringen vanuit het bedrijfsleven in het solar fuels veld zijn voorlopig nog toekomstmuziek. 'We zijn nu zo ver dat we het principe van zonnebrandstof kunnen beschrijven, maar de fundamenteen staan er nog niet. Zeker op het gebied van de complexere omzettingen is er nog veel onzeker en is onderzoek daarnaar des te belangrijker. Doordat we nu meer kritische massa kunnen inzetten, komt dat hopelijk in een versnelling en zijn we eerder bij een echte doorbraak. En die is weer belangrijk om de industrie over de streep te trekken.'

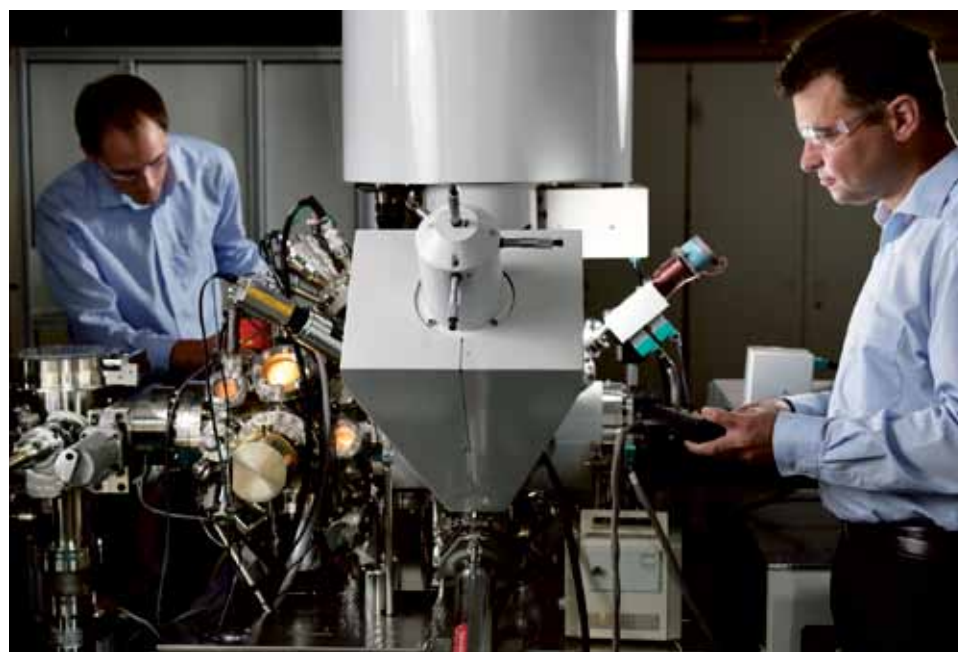
Ook Hensen geeft aan dat samenwerken met het bedrijfsleven kan leiden tot een win-win situatie. 'Op de lange termijn kan het werk aan fundamentele vraagstukken voor het bedrijfsleven zeer relevante informatie opleveren. Als je op moleculair niveau begrijpt hoe een katalysator werkt, kun je met deze kennis richting geven aan het industriële onderzoek. Katalyse is een vrij toepasbaar onderzoeksveld, daar kunnen aan twee kanten de vruchten van geplukt worden.' Even zo belangrijk als aandacht vanuit het bedrijfsleven vindt Weckhuysen het creëren van maatschappelijk draagvlak voor zonnebrandstof. De recente aandacht in media, mede

ZONNEBRANDSTOF IN HET KORT

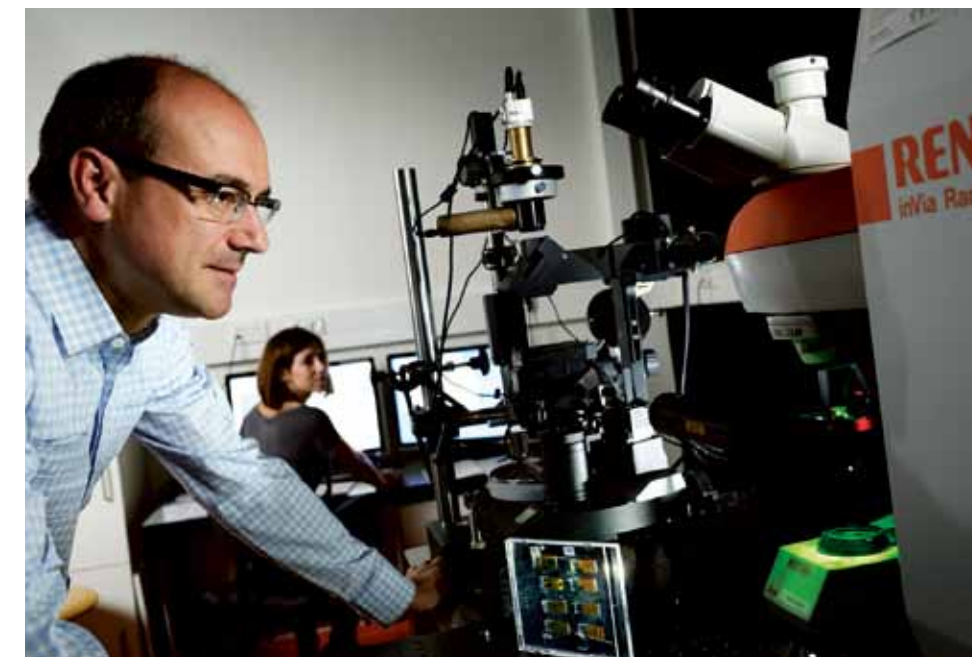
Bij zonnebrandstof wordt zonlicht gebruikt als directe energiebron door het om te zetten in chemische bindingen. Dat kan waterstof zijn, of meer complexere moleculen, zoals methanol. In de natuur is het gebruik van zonne-energie een bekend concept in de vorm van fotosynthese. Daarbij zetten

plantenbladeren koolstofdioxide om in suikers. Het maken van solar fuels wordt daarom ook wel artificiële fotosynthese genoemd. Om de omzetting van grondproducten in brandstoffen te versnellen en de reactie zo energiezuinig mogelijk te laten verlopen, worden katalysatoren ingezet -

chemische versnellers. Het uiteindelijke reactieproduct kan afgestemd worden op wat het meest gunstig is voor de chemische industrie. Vloeibare solar fuels zijn het meest compatibel met het huidige brandstofsysteem en zijn daarom het voorlopige einddoel.



Emiel Hensen (rechts) en Jan-Philippe Hoffman van de TU/e.



Bert Weckhuysen en op de achtergrond Monica Barroso van de Universiteit Utrecht.

SLIMME MOLECULEN VANGEN MEER LICHT

Een van de gezamenlijke projecten die de TU/e en de UU gaan opstarten op het gebied van zonnebrandstof, richt zich op het optimaal opvangen van zonlicht. Want hoe meer zonlicht, hoe hoger de uiteindelijke brandstofopbrengst. In dat kader wordt ook samengewerkt met de faculteit Technische

Natuurkunde. Zij kunnen een stuk glas of plastic voorzien van bepaalde lichtvangende moleculen waardoor licht van verschillende golflengtes gescheiden kan worden. Uiteindelijk moeten deze nieuwe manieren om zonlicht te vangen gaan resulteren in een apparaatje, bijvoorbeeld

een soort zonnecel. Daarnaast willen wetenschappers van beide universiteiten nieuwe fotoabsorberende materialen gaan ontwikkelen om de huidige veelal kostbare edelmetalen te kunnen vervangen door goedkopere systemen.

dankzij de toekenning van de Spinozaprijs, kan daar volgens hem zeker aan bijdragen. 'Er is een groeiende interesse voor dit onderwerp, het algemene publiek vindt het iets exotisch hebben. Ook kunnen we zo uitleggen wat er met hun belastinggeld gebeurt, dat chemie niet vies en vervuilend is en dat we duurzaamheid ook hoog in het vaandel hebben staan. Transitie gaat traag,

zeker in het energieveld. Maar als we deze verduurzaming willen realiseren, moeten we nu stappen maken. Mede dankzij de strategische alliantie kunnen we daar nu echt voor gaan. Zo ben ik weer terug bij het vliegwielt, dat we nu op alle fronten kunnen laten draaien: intellectueel, educatief en maatschappelijk. Daar moet uiteindelijk toch iets heel moois uit voortkomen.' ●