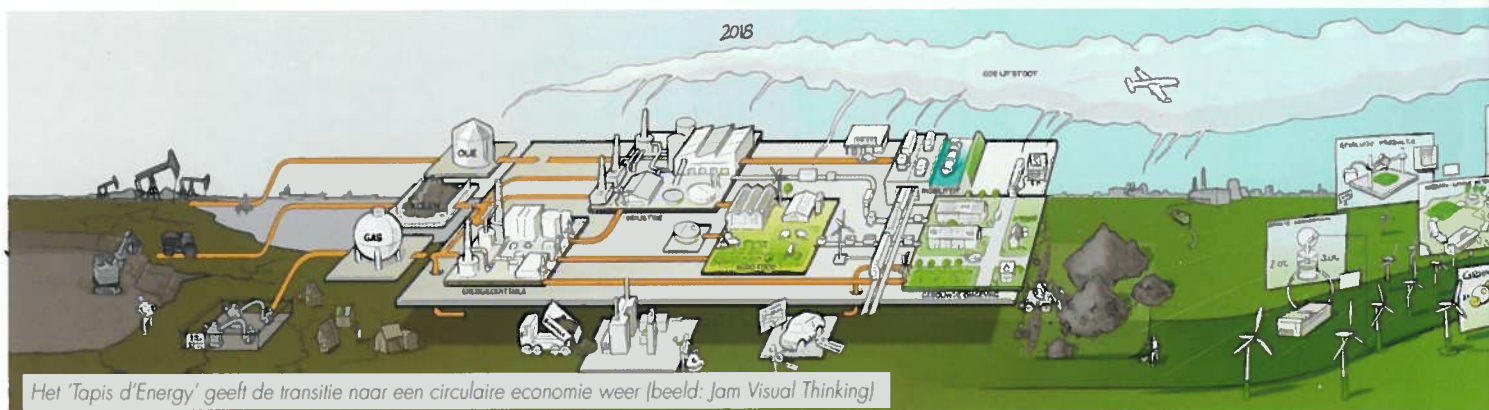


# DE WATERSTOFECONOMIE BEGINT IN DE INDUSTRIE

INTERVIEW MET ISPT-DIRECTEUR TJEERD JONGSMA EN PROGRAMMADIRECTEUR ANDREAS TEN CATE

**W**aterstof is hot. Het lijkt wel dé universele oplossing voor de energietransitie, van cv-ketel en auto's tot aan de industrie. Het werkelijke verhaal van duurzame waterstof is ingewikkelder. Op termijn moet waterstof de systeemdrager worden van de duurzame economie. Maar de weg daarnaartoe is lang en loopt de komende tien jaar waarschijnlijk vooral via de industrie. ISPT zit boven op die ontwikkeling. In dit interview schetsen directeur Tjeerd Jongsma en programmadirecteur Andreas ten Cate hoe een unieke industriële samenwerking in Nederland zal kunnen leiden tot waterstofproductie op grote schaal.

Rolf de Vos



Het 'Tapis d'Energy' geeft de transitie naar een circulaire economie weer (beeld: Jam Visual Thinking)

Via onderzoek en ontwikkeling naar schaalvergroting zal waterstof de groene grondstof voor een circulaire industrie worden, en later ook een bredere maatschappelijke functie krijgen. Dankzij de CO<sub>2</sub>-loze verbranding wordt waterstof gezien als de sleutel van de energietransitie. In de onderhandelingen over het Klimaatakkoord leek waterstof overal een

oplossing voor: in gebouwen, in transport, in de industrie. Maar de brede duurzame waterstofeconomie in al die sectoren heeft nog tijd nodig.

**Andreas ten Cate**, programmadirecteur Systeem Integratie van ISPT (Institute for Sustainable Process Technology), begrijpt de aantrekkingskracht wel. "Als we van het Groningse aardgas af willen, is waterstof een prachtige grondstof en energiedrager. Maar het grootschalige aanbod is er nog niet. De infrastructuur en de mogelijkheden om waterstof direct te gebruiken ontbreken ook. Voor de consument zijn er op dit moment nog geen tankstations en betaalbare auto's op waterstof. En het is maar de vraag of het efficiënt is. Technisch kan het, bijmengen van waterstof bij gas, maar het is voorlopig een

erg dure en waarschijnlijk niet erg efficiënte route voor huishoudelijke toepassingen als verwarming of koken. Onze analyse is: in de industrie heeft waterstof de hoogste toegevoegde waarde als grondstof, en is daar op grote schaal in te zetten."

## PRODUCTIE: VAN FOSSIEL NAAR DUURZAAM

Daarmee is de rol van ISPT als spil in het waterstofonderzoek al voor een belangrijk deel gerechtvaardigd. De ISPT-samenwerking bouwt voort op de bestaande kennis en ervaring in de industrie, die al veel waterstof toepast voor bijvoorbeeld ammoniakproductie of in de raffinage. In Nederland alleen al wordt zo'n 800.000 ton waterstof per jaar gebruikt. Die waterstof – met hoge toegevoegde waarde – wordt nu vooral gemaakt door middel van stoomreforming van aardgas. Daarbij komt CO<sub>2</sub> vrij, dus deze 'grijze' waterstof draagt nog bij aan het broeikas-effect.

Maar waterstof moet duurzaam zijn, en dat vereist andere productiemethoden. Duurzame, echt groene waterstof maak je via elektrolyse van water met duurzame elektriciteit die zelf geen broeikasgassen produceert. Het is dus op de eerste plaats nodig dat duurzame elektriciteit ruimschoots beschikbaar



**"VOOR GROOTSCHALIGE  
WATERSTOFPRODUCTIE MOETEN WE NAAR  
MEER DUURZAME ELEKTRICITEIT EN  
GOEDKOPERE ELEKTROLYSE. AAN DAT  
LAATSTE WERKEN WIJ MET EEN CONSORTIUM  
VAN INDUSTRIE, NETWERKBEDRIJVEN,  
ENERGIEBEDRIJVEN EN KENNISINSTELLINGEN"**

– TJEERD JONGSMA, DIRECTEUR ISPT



elektriciteit in Nederland is nu nog maar ongeveer 14% van duurzame oorsprong (inclusief zon, wind en biomassa). Volgens de afspraken in het Klimaatakkoord moet dat aandeel wel snel groeien, naar ongeveer 70% van alle elektriciteit in 2030. En mondiaal gezien is het nu al jaren de trend dat ongeveer twee derde van alle investeringen in nieuw elektrisch vermogen gaat naar duurzame bronnen.

Na duurzame elektriciteitsproductie is elektrolyse de volgende stap in de waterstofketen. "Voor grootschalige waterstofproductie is het beeld helder: we moeten naar meer duurzame elektriciteit en goedkopere elektrolyse", zegt **Tjeerd Jongasma**, algemeen directeur van ISPT. "Aan dat laatste werken wij met een consortium van industrie, netwerkbedrijven, energiebedrijven en kennisinstellingen (zie kader, red)."

## EERST CIRCULARITEIT, DAN CCS

Het afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub> (carbon capture and storage, CCS), bijvoorbeeld achter productie van waterstof uit aardgas, helpt weliswaar tegen het verder stijgen van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de atmosfeer. Maar ISPT ziet circulaire ketens van CO<sub>2</sub> als een fundamenteel betere methode om CO<sub>2</sub> uit de lucht te houden. Jongasma: "Volgens het internationale klimaatpanel IPCC hebben we Carbon Dioxide Removal (CDR)-technieken nodig om onder 1,5 °C temperatuurstijging te blijven. Daarvan is dit een belangrijke. Met het vastleggen van CO<sub>2</sub> in grondstoffen brengen we fossiele koolstof in een lange cyclus. Als we dit doen met koolstof van biologische oorsprong, halen we netto nog meer koolstof uit de atmosfeer." "CCS is een end-of-pipe-oplossing", zegt Jongasma. "Dat zou tijdelijk kunnen helpen. Maar investeren in CCS



**"VOOR DE LANGERE TERMIJN KIJKEN WE OOK NAAR HERGEBRUIK VAN CO<sub>2</sub>-RESTSTROMEN, NAAR DE PRODUCTIE VAN AMMONIAK MET STIKSTOF EN NAAR IJZERPRODUCTIE OP BASIS VAN GROENE WATERSTOF"**

**— ANDREAS TEN CATE  
PROGR. DIR. SYSTEEM INTEGRATIE ISPT**



## CIRCULAIRE GRONDSTOF

De grootste toegevoegde waarde van (duurzame) waterstof zit de komende tien jaar in de rol als systeemdager voor circulaire grondstofketens in de industrie. Ten Cate: "Met waterstof kunnen we de ketens circulair maken, te beginnen met die van koolstof. Als eerste stap kijken we daarbij naar het produceren van synthesegas uit de CO die gemaakt kan worden uit afvalstromen of die beschikbaar is in restgassen uit de staalindustrie. Van die CO kunnen we met waterstof weer grondstoffen of brandstoffen maken."

Ten Cate geeft een concreet voorbeeld van een dergelijke circulariteit met waterstof:

"Sommige soorten plastics kunnen we prima recycleren, maar niet allemaal. In plaats daarvan kunnen we het plastic afval ook afbreken tot op de moleculen.

Die moleculen kunnen we met waterstof weer recirculeren naar de grondstof voor nieuwe plastics. Zo ontstaat de cirkel van 'plastics-to-plastics'. Dat kan direct via Waste2Chemicals. De route van Steel2Chemicals werkt ook: dan gebruik je het plastic afval als grondstof voor de chemische reductie van het ijzeroxide. Voor de langere termijn kijken we dan ook naar hergebruik van CO<sub>2</sub>-reststromen, naar de productie van ammoniak met stikstof en naar ijzerproductie op basis van groene waterstof."

vermindert de mogelijkheid om te investeren in de werkelijke vooruitgang, namelijk in circulaire ketens. En dat is wat de industrie in 2050 wil. In CCUS, inclusief de U van 'use' van CO<sub>2</sub>, zitten meer mogelijkheden."

**"SOMMIGE SOORTEN PLASTICS KUNNEN WE PRIMA RECYCLLEN, MAAR NIET ALLEMAAL. IN PLAATS DAARVAN KUNNEN WE HET PLASTIC AFVAL OOK AFBREKEN TOT OP DE MOLECULEN, DIE WE MET WATERSTOF WEER KUNNEN RECIRCULEREN NAAR DE GRONDSTOF VOOR NIEUWE PLASTICS"**

"CCS moet je eigenlijk alleen willen gebruiken in industriële processen die je bijna niet kunt decarboniseren", vult Ten Cate aan. "Bijvoorbeeld: voorlopig zullen we voor de staalproductie nog koolstof gebruiken voor het reduceren van ijzeroxide in ijzererts. Er wordt wel onderzocht of dit ook met waterstof kan, maar dat is een langetermijntoekomstige ontwikkeling. In het Steel2Chemicals-project kijken we nu hoe we de CO met waterstof kunnen gebruiken als grondstof. Maar zolang we ijzer maken met koolstof, zullen we naast CO ook CO<sub>2</sub> blijven maken die we op zullen moeten slaan als we die niet economisch rendabel om kunnen zetten en niet in de atmosfeer willen uitlaten."

## WATERSTOF ALS BUFFER IN HET ENERGIESYSTEEM

Een andere onmisbare rol van waterstof in de circulaire industrie is die van energiebuffer. Het toekomstige energiesysteem is gebaseerd op bronnen die sterk variëren, zoals zon en wind, terwijl bijvoorbeeld de bulkchemie 24/7 energie nodig heeft. Er is dus behoefte aan een opslagmedium dat je in tijden van overschot van aanbod kan vullen en in tijden van tekort aan aanbod kan benutten. Dat kan met waterstof die wordt gemaakt uit elektriciteit, en met die waterstof kan je weer elektriciteit maken. De omzettingen gaan wel gepaard met verlies aan energie, van minimaal de helft per cycle. Daarom is waterstof voorlopig nog een tamelijk dure buffermethode voor duurzame elektriciteit, maar dat kan op termijn wellicht veranderen.

## DE PRIJS VAN WATERSTOF

De vraag is nu: wanneer zal waterstof als brandstof en grondstof op grote schaal kunnen concurreren met de huidige systeemdagers van fossiele oorsprong? Dat verschilt van markt tot markt, en zal ook sterk afhangen van de ontwikkelingen. Zoals het er nu naar uitziet: "Duurzame waterstof is in potentie en op de lange termijn vermoedelijk goedkoper dan de CO<sub>2</sub>-rijke fossiele waterstof die we nu



al kunnen maken", zegt Jongmsa. "Maar hoe snel het gaat? Dat is afhankelijk van veel factoren, die we nu onderzoeken. We zullen bijvoorbeeld toe moeten naar veel goedkopere elektrolyse." Dat streven is ook de kern van de Hydrohub, die eind vorig jaar is gelanceerd (zie kaderstuk).

ISPT streeft er in haar missie naar om alle inzichten te ontwikkelen die helpen om voor 2030 de grootschalige productie van groene waterstof te realiseren. Jongmsa: "Al onze partners zien het belang om dit samen te doen. We hebben gesproken met de CEO's van de twaalf grootste bedrijven in Nederland, die zeggen allemaal: wij willen in 2050 CO<sub>2</sub>-neutraal en circulair zijn. Dat zal niet eenvoudig zijn. Maar die belofte is niet gratis. Zij willen daaraan écht hun bijdrage leveren. Dat is anders dan pakweg vijf jaar geleden, de tijden zijn echt aan het veranderen."

Nederland is daarmee een goede bakermat voor waterstofontwikkelingen. Jongmsa: "Wij staan er in Nederland goed voor. We hebben kennis, goede infrastructuur, bedrijven en energiebedrijven met de juiste visie, en de goede handelsgeest. Het Klimaatakkoord helpt ook mee. De richting is goed, we gaan ook steeds meer werken met missies en stevige programma's – zoals we met ISPT al jaren doen. Nederland kan zich op waterstof profileren!" □

## ISPT de spil in het Waterstofconsortium

Op dit moment lopen in Nederland zo'n tien grote en een aantal kleinere onderzoeks- en demonstratieprojecten voor waterstof. ISPT concentreert zich op de innovatie die nodig is voor de grootschalige (toekomstige) productie van duurzame waterstof en op de ontwikkeling van processen waarin deze ingezet wordt. Tjeerd Jongmsa: "Een programmatische aanpak is de snelste weg naar innovatie."

Het Institute for Sustainable Process Technology (ISPT) is de spil in het Waterstofconsortium, een netwerk van tientallen partners uit industrie, kennisinstellingen, energiesector en netwerkbedrijven, die in wisselende samenstelling werken aan projecten. Hun missie is: goedkopere grootschalige waterstofproductie op basis van elektrolyse als aanjager van circulaire en groene ketens in de industrie. Enkele projecten:

- Centraal staat de **Hydrohub** in Groningen: het testcentrum voor verschillende types elektrolyse in de orde van een megawatt vermogen. Doel: verhogen van de productiviteit en verlagen van de kostprijs van de industriële elektrolyser.
- Parallel loopt een onderzoek naar het optimale ontwerp van een **elektrolysefabriek** op gigawatt-schaal en de inbedding van die fabriek in de vijf industriële regio's van Nederland.
- **HyChain**: een samenhangende studie naar waterstof en energieketens van de toekomst, zoals een statusrapportage, een analyse van de kostenimplicaties en een analyse van waterstofketens voor energie en grondstoffen.
- Verschillende projecten waarin waterstof een specifieke rol speelt, zoals het **Steel2Chemicals**-project onder coördinatie van ISPT, met DOW, ArcelorMittal en Tata en kennisinstellingen ECN/TNO en Universiteit Gent. In dit project wordt hoogoven gas met waterstof gecombineerd tot synthetisch gas en grondstof voor de chemie. Een ander project, **Waste2Chemicals**, maakt op een soortgelijke manier synthetisch gas uit afvalstromen.



# TU Delft

## Process Technology Institute (DPTI)

Proudly presents the

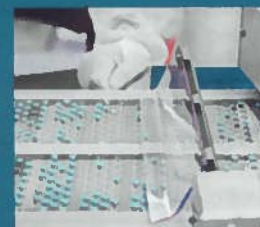
JACOBUS VAN 'T HOFF LECTURE 2019

'Encapsulating Hydrophobic Cargoes in Micelles via Scalable Nanomanufacturing Approaches'

by

Jessica Winter

(Ohio State University)



Since their introduction, micelles have offered a facile platform for generating small nano particulate carriers to promote the solubility of hydrophobic molecules and nanoparticles. This talk will explore fundamental kinetic and thermodynamic principles of using block copolymer micelles for the encapsulation of nanoparticles and drug molecules via spray-based, scalable processes.

### Date and venue

Thursday, 13 June 2019  
17.30 - 20.00 h  
Museum Prinsenhof Delft

We will start with a buffet dinner.  
The lecture is public and accessible for everyone.

### Registration

<https://vanthoff2019.eventbrite.nl>

The deadline for the registration is 1 June, 2019  
**Registration required**