



**DELFT** | Nr. 4 | DEC 2021 | JAAR-38  
**INTEGRAAL** |  **TU Delft** | GANG 38

**Jasper van Kuijk**  
Over heimwee en welzijn

Op een onbewoond eiland  
**Veldonderzoek**  
**Marker Wadden**

Virusremmers  
De schaduwzijde

**THEMA**  
**Nieuwe energie**

## Cover:

Het betreden van de ESP-hal is een beetje een surrealistische ervaring. De objecten zien er qua vorm uit of ze uit een elektronica-knutseldoos komen, maar de afmetingen zijn enorm. Het voelt alsof je als kabouter over een printplaat wandelt. (Fotograaf Sam Rentmeester)

Voorwoord  
*Tim van der Hagen*

# Nieuwe energie

Op 14 januari 2022 viert onze universiteit haar 180ste verjaardag. 180 jaar TU Delft betekent 180 jaar onderzoek, techniek en innovatie. 180 jaar vernieuwers en bruggenbouwers.

180 jaar hoogopgeleide ingenieurs die hebben bijgedragen aan welvaart, ontwikkeling en veiligheid, in Nederland en ver daarbuiten.

Een verleden waar we heel trots op zijn. Echter ook een verleden dat erg was gericht op economische groei en industriële ontwikkeling. Hoewel dat de samenleving ontegenzeggelijk veel goeds heeft gebracht, worden we steeds meer geconfronteerd met de negatieve gevolgen, waarvan klimaatverandering de meest ingrijpende is.

Daar nemen we onze verantwoordelijkheid. We voorzien nieuwe generaties ingenieurs van de kennis en kunde die ze nodig hebben om deze uitdagingen het hoofd te bieden. Met innovatie richten we ons op concrete oplossingen en in ons onderzoek werken we aan nieuwe inzichten die kunnen leiden tot oplossingen die er nog niet zijn. Zodat we allemaal een veilige en welvarende toekomst tegemoet kunnen zien.

In de strijd tegen klimaatverandering is de energietransitie een cruciaal wapen. Alleen als ons energiesysteem tegen 2050 CO<sub>2</sub>-neutraal is, kunnen we de gevolgen van klimaatverandering beperken. Maar in het huidige tempo gaat ons dat in dertig jaar niet lukken. We moeten versnellen: 'speeding up the energy transition' is daarom het thema van ons lustrumjaar, waarmee we onze actieve rol in de energietransitie vieren.

In deze editie veel aandacht voor dat thema. U maakt kennis met de tien onderzoekers die de versnelling gaan aanjagen. Hoogleraar energiesysteemanalyse Kornelis Blok deelt zijn toekomstvisie en professor Peter Palensky vertelt over zijn digitale tweeling van het energiesysteem, een platform om toekomstscenario's te testen. Alumnus Mike ten Wolde ten slotte, bevindt zich bij TenneT in het hart van de energietransitie. Net als ik is hij optimistisch over de uitkomst. Want als we met zijn allen de schouders eronder zetten, gaan we het gewoon halen.

*Prof.dr.ir. Tim van der Hagen,  
Rector Magnificus TU Delft*

Pagina 07  
Thema: nieuwe energie



**KORT DELFTS**  
04

**PERSOONLIJK**  
24

**COLUMN**  
DEBORAH NAS  
24

**DE ZAAK**  
LAYCO  
25

**ROBOT ALS  
VAKKENVULLER**  
32

**BESTE AFDUDEERDERS**  
34

**ALUMNUS**  
MIKE TEN WOLDE  
36

**HORA EST**  
38

**UNIVERSITEITSFONDS  
DELFT**  
39

## COLOFON

Redactie Saskia Bonger (hoofdredacteur),  
Dorine van Gorp, Katja Wijnands (eindredactie),  
Annebelle de Bruijn, Tomas van Dijk, Marieke Enter,  
Sam Rentmeester (beeldredactie),  
Marjolein van der Veldt, Jos Wassink  
Telefoon (015) 278 4848,  
e-mail [delftintegraal@tudelft.nl](mailto:delftintegraal@tudelft.nl)  
[tudelft.nl/delft-integraal/colofon](mailto:tudelft.nl/delft-integraal/colofon)  
Medewerkers aan dit nummer  
Sija van den Beukel, Agaath Diemel,  
Auke Herrema, Stephan Timmers, Robert Visscher  
Ontwerp Maters en Hermsen  
Vormgeving Liesbeth van Dam  
Druk Quantes  
Abonnementsadministratie  
Adres- en andere wijzigingen naar  
[delftintegraal@tudelft.nl](mailto:delftintegraal@tudelft.nl) onder vermelding van  
'Administratie' in onderwerpregel  
Advertentie H&J Uitgevers, (010) 451 5510

20

## Jasper van Kuijk

Designonderzoeker, cabaretier en columnist Jasper van Kuijk praat over zijn nieuwe boek, zijn huidige voorstelling, internationalisering, het welzijn van studenten, designpopulisme en nog veel meer.



26

## Virusremmers

Virusremmers verstoren de aanmaak van nieuwe virussen door de gastcel maar bij te lage doses kan ook resistentie ontstaan. Prof. Nynke Dekker liet voor het allereerst zien hoe dat werkt.



28

## Marker Wadden

Civielstudenten togen naar het nieuwste stukje Nederland voor een oefening in veldwerk. “Zet een stel *coastal engineers* op een onbewoond eiland en het worden vanzelf vakidioten.”



# KORT DELFTS

Meer nieuws op [delta.tudelft.nl](https://delta.tudelft.nl)



FOTO: JUSTINA BOUTER

## Corona en college

In de strijd tegen het coronavirus heeft de TU Delft de ventilatie in alle collegezalen op de vereiste standaard gebracht. Als norm wordt nu dertig kubieke meter verse lucht per persoon per uur aangehouden. Maar dat alleen is niet voldoende. Hoogleraar Atze Broerstra (building services innovation bij Bouwkunde) zegt dat de norm niet al te letterlijk genomen hoeft te worden,

omdat er meer factoren in het spel zijn. “Het gaat altijd om een combinatie van maatregelen. Met ventileren kun je de onderlinge verspreiding beperken, maar los daarvan is het belangrijk dat je tegelijk de bron aanpakt. Maak dus de kans dat er een besmette persoon in de collegezaal komt zo klein mogelijk.”



## Muren van mest

Promovendus ir. Yask Kulshreshtha (faculteit Civiele techniek en Geowetenschappen) is niet bang voor vieze handen. Samen met twee helpers mengde hij een ton verse koeienmest met zes ton modder. De smeulige mix vormt het basismateriaal voor zevenhonderd bouwblokken die een jaar lang buiten getest worden op waterbestendigheid. Door samendrukken en drogen verandert het mest-moddermengsel in bouwblokken. Als de proef op The Green Village slaagt, heeft de uit India afkomstige Kulshreshtha Nederland een veelbelovend bouw materiaal aan de hand gedaan: goedkoop, CO<sub>2</sub>-arm, energiebesparend en boervriendelijk.



## Lava Palma

De grootste golf die de mensheid ooit zag, zou de wereld teisteren als het eiland La Palma na een vulkaanuitbarsting doormidden zou breken en deels in zee zou verdwijnen. Dat nieuws ging in 2001 de wereld rond na een studie van Britse wetenschappers naar de tektoniek rond het Canarische eiland. Delftse onderzoekers, onder wie Robert Jan Labeur (Civiele techniek en Geowetenschappen) spraken dat in 2006 tegen. Het eiland was steviger dan de Britse studie deed vermoeden, stelden zij. Labeur keek dus gespannen toe toen de vulkaan Cumbre Vieja op 19 september actief werd en op diverse plekken lava begon te lekken. Twee maanden later vloeit de lava nog steeds. Opgelucht constateert Labeur dat de vulkaan het Delftse scenario volgt, en niet het Britse.



## Uitnodiging:

# Dies Natalis 14 januari 2022

Op vrijdag 14 januari viert de TU Delft haar 180-jarig jubileum. We vieren dit graag samen met u en de hele TU Delft gemeenschap en nodigen u van harte uit op de hybride Dies Natalis viering op 14 januari om 16.00 uur.

Ter gelegenheid van de Dies Natalis brengen we onze rol in de energietransitie onder de aandacht. Als we de klimaatverandering willen terugdringen, moet in 2050 het energiesysteem in de wereld zodanig zijn veranderd dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot nul of zelfs negatief is. Ons lopende onderzoek, nieuwe labinitiatieven, het opleiden van ingenieurs voor een duurzame wereld: al onze inspanningen zijn erop gericht de energietransitie te versnellen.

Het uiteindelijke doel is een schoon, betaalbaar, veilig en betrouwbaar energiesysteem. Als universiteit hebben we de verantwoordelijkheid om onze kennis in te zetten voor een betere wereld. We creëren samen impact, met onze stakeholders en onze Delftse gemeenschap. Met een spetterend Diesprogramma nemen we u mee door verleden, heden en toekomst van onze bijzondere universiteit. Ook maken we u wegwijs in het wat, hoe en waarom van de energietransitie.

Drie speciale gasten ontvangen eredoctoraten voor hun bijzondere bijdrage aan de energietransitie:

- Frans Timmermans – Vicevoorzitter van de Europese Commissie
- Prof. Jürgen Janek – Professor fysische chemie aan de Justus Liebig Universiteit Giessen, Duitsland
- Dr. Jennifer Holmgren – CEO van LanzaTech, USA, technologiebedrijf voor koolstofrecycling

Wilt u de Dies Natalis bijwonen, kijk dan op [tudelft.nl/lustrum](https://tudelft.nl/lustrum).

## Dare gelast lancering af



Na meerdere pogingen is het de studenten van Delft Aerospace Rocket Engineering (Dare) niet gelukt hun Stratos IV te lanceren. Technische problemen hielden de raket aan de grond. Een nieuw Europees hoogterecord was het doel, maar op de lanceerbasis van het Spaanse Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial kwam de Stratos IV-raket niet verder dan het lanceerplatform. Het team had van 16 tot 23 oktober de tijd om de raket te lanceren. Technische problemen en slechte weersomstandigheden noopten keer op keer tot uitstel. Of er volgend jaar wel een Stratos-raket de ruimte ingaat is nog ongewis. Die beslissing is aan het volgende cohort.



## Omarm de chaos



TU-alumnus, transitieprofessor (Erasmus Universiteit Rotterdam) en mede-oprichter van Urgenda Jan Rotmans schetst in zijn nieuwe boek hoe Nederland er over honderd jaar uitziet als het niet lukt om de zeespiegelstijging met een meter te beperken. De tekeningen zijn van het Rotterdamse ontwerp- en architectuurbureau KuiperCompagnons, met wie Rotmans samenwerkte aan een toekomstvisie 2121. Jan Rotmans en Mischa Verheijden, *'Omarm de Chaos'*, Uitgeverij De Geus.



## Vernieuwde Delft Integraal

In mei 2022 valt bij u een geheel vernieuwde Delft Integraal op de mat of in uw inbox. Uiteraard blijven we u als vanouds op de hoogte houden van ontwikkelingen aan de universiteit en het werk van Delftse ingenieurs. De focus zal meer in lijn zijn met het motto van de TU Delft: impact voor een betere samenleving. Dit betekent meer aandacht voor de grote maatschappelijke uitdagingen en de rol van de wetenschap om deze problemen samen op te lossen. Meer wetenschap voor een betere samenleving, meer samenwerking tussen universiteit, bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties, meer over een leven lang leren en het leven op de TU-campus. Zestig pagina's stevige verhalen met de mens en diens drijfveren als kern. Met een frisse blik en een eigentijdse uitstraling hopen we u meer verbinding en verdieping te bieden.

## Kentekenplaatfraude

Griekse automobilisten met ongebruikelijke cijfercombinaties in hun kentekenplaat hebben waarschijnlijk steekpenningen betaald om ze te krijgen, blijkt uit onderzoek van de Delftse hoogleraar software analytics Diomidis Spinellis (Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica). Het artikel verscheen begin september in het wetenschappelijke tijdschrift PLOS ONE. Spinellis was van 2009 tot 2011 secretaris-generaal voor informatiesystemen bij het Griekse ministerie van Financiën. De corruptie die hij zag, was hem een doorn in het oog. Direct na zijn werk als topambtenaar vatte hij het plan op om kentekenfraude te onderzoeken.



## TU-onderzoek verworpen

Een motie van Pieter Grinwis (ChristenUnie) en Agnes Mulder (CDA) kreeg op 5 oktober de steun van de hele Tweede Kamer. Ze riepen de regering op het Instituut Mijnbouwschade Groningen (IMG) niet toe te staan om gebieden in Groningen en Noord-Drenthe uit te sluiten bij het indienen van schadeclaims. Het IMG beriep zich op een rapport van TNO en TU Delft uit maart 2021 over de directe gevolgen van diepe bodemdaling. TU-hoogleraar Jan Rots concludeert daarin 'dat diepe bodemdaling (en -stijging) in de gasopslag Norg en het Groningenveld niet leidt of heeft geleid tot schade aan gebouwen'.



# THEMA

## Nieuwe energie

Op 14 januari bestaat de TU Delft 180 jaar. Een uitstekende aanleiding om de rol van de universiteit in de energietransitie onder de loep te nemen. In Delft werken ruim negenhonderd mensen aan het belangrijke vraagstuk. Slechts een klein aantal komt in dit nummer aan bod. Zo introduceren we het team van accelerators, tien onderzoekers die een belangrijke bijdrage leveren aan de versnelling van de energietransitie. Daarnaast legt Peter Palensky uit waarom zijn kopie van het huidige elektriciteitsnet belangrijk is, vertelt John Schmitz over het project 24/7 Energie Lab, presenteert start-up Tarnoc de Turbineketel en pleit Jan-Leen Kloosterman voor de gesmoltenzoutreactor.

Wilt u zich verder verdiepen en zelf een rol nemen in de energietransitie? Wellicht is dan een online cursus uit het aanbod van de TU Delft interessant. Zoals de micromaster Solar Energy Engineering, een programma dat kennis en vaardigheden biedt om expert te worden in zonne-energie. Of een cursus op het gebied van architectuur en bouw, om te leren hoe je gebouwen meer energiezuinig kunt ontwerpen of circulair maken. Scan hiervoor de QR-codes of kijk op [onlinelearning.tudelft.nl](https://onlinelearning.tudelft.nl).



# Werken aan **versnelling** van de energietransitie

De TU Delft staat bij haar 180-jarig bestaan in januari stil bij haar rol in de energietransitie, en vooral bij de versnelling daarvan. Dit is een complex vraagstuk met als uiteindelijk doel een veilig en betrouwbaar energiesysteem. Een team van tien wetenschappers geeft deze versnelling een gezicht.



Deborah Nas

**D**e energietransitie is een 'wicked problem', vertelt prof. Deborah Nas (faculteit Industrieel Ontwerpen), coördinator van het Delftse Accelerator Team. "Het heeft veel verschillende facetten die vaak met elkaar samenhangen en elkaar niet zelden tegenwerken. Bovendien verandert alles in de tijd en kun je oplossingen niet geïsoleerd beproeven." Dat lijkt een onoplosbare kwestie, maar vanwege de urgentie koos de lustrumcommissie van de 180ste verjaardag van de TU Delft er toch voor. En dan in het bijzonder de versnelling van de energietransitie. Voorzitter van de lustrumcommissie prof.

dr. Kornelis Blok, hoogleraar analyse van energiesystemen bij de faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM) en directeur van het Delft Energy Initiative, ging rekruteren onder de ruim negenhonderd Delftse onderzoekers die zich met energie bezighouden. Hij zocht wetenschappers die grote vooruitgang hebben geboekt in hun eigen onderzoeksveld en die daarnaast sterk gemotiveerd zijn om in multidisciplinair verband samen te werken aan een versnelling van de energietransitie. Het uiteindelijke tienkoppige team vormt een goede afspiegeling van de verschillende disciplines en onderzoeksthema's.

"Het gaat over technologie, maar ook over prijzen, beleid, acceptatie, en het gedrag van mensen", zegt Nas. Ze legt uit dat de TU Delft in een goede positie verkeert om – samen met bedrijfsleven, overheid en alumni – de energieversnelling te realiseren. De TU is dankzij haar veelzijdigheid aan faculteiten sterk in een multidisciplinaire benadering. En Delfts onderzoek strekt zich uit van moleculair tot systeemniveau en van fundamenteel onderzoek tot aan *fieldlabs*. Wat mogen we daarvan verwachten aan het eind van het lustrumjaar? Nas denkt dat er nieuwe projecten, demonstrators en *fieldlabs* zullen ontstaan waar technologieën in samenwerking met het bedrijfsleven en overheden klaargestoomd worden om in de samenleving een verschil te gaan maken.

**We vroegen de tien leden van het Accelerator Team wat de belangrijkste obstakels in de versnelling zijn in hun eigen domein, en hoe ze dat aanpakken.**



## LAURE ITARD, ENERGIE-EPIDEMIOLOOG



'Data scientists moeten leren van gebouwexperts, en omgekeerd'

**P**rof. Laure Itard (faculteit Bouwkunde) is hoogleraar energie-epidemiologie van de gebouwde omgeving. Net zoals epidemiologen data verzamelen over de volksgezondheid, doet zij dat met haar team over het energiegebruik van gebouwen. En dan blijkt dat de energiebesparing van renovatiemaatregelen vaak minder rooskleurig uitpakt dan becijferd. Bijvoorbeeld omdat het gedrag van de bewoners niet correct is ingeschat. Haar onderzoeksgroep gebruikt data van onder meer het CBS, woningcorporaties en particulieren. Daarmee brengen ze het energiegebruik in kaart, van individuele panden tot aan de gehele nationale voorraad aan gebouwen. En daar is volgens Itard een wereld te winnen: "Het verlies aan energie in gebouwen in Nederland is net zo

groot als de totale jaarlijkse productie aan zonne- en windenergie." Het grootste obstakel op weg naar een beter energiegebruik in gebouwen is volgens haar het gebrek aan kennis: er zijn te weinig mensen die expertise van complexe klimaatbeheer- en energiesystemen combineren met de vaardigheid om te gaan met grote databestanden. Als remedie werkt de groep van Itard samen met woningcorporaties en overheid aan betere voorspellingsmodellen, en samen met de installatiebranche ontwikkelen ze energiebeheerssystemen voor gebouwen. Zo'n systeem moet gebouwbeheerders op grond van actuele data ondersteunen in hun beslissingen over binnenklimaat, gebruik of opslag van energie, en de momentane CO<sub>2</sub>-voetafdruk van de elektriciteit op het net.

## OLINDO ISABELLA, PV-PROFESSOR

**'Z**onnepanelen overal' is de kortste formulering van professor Olindo Isabella's missie voor meer zonne-energie. Hij staat aan het hoofd van de onderzoeksgroep Photovoltaic Materials and Devices van de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica. Om de hoeveelheid zonne-energie te vergroten, zegt hij, moeten zonnecellen en zonnepanelen beter worden in de omzetting van zonlicht in elektriciteit. Onderzoekers werken in het TU Delft PV Technology Centre aan een tandemcel: een kristallijne silicium zonnecel met daarbovenop een perovskiet zonnecel. Perovskiet is de naam voor een mineraal met een bepaalde structuur. Wanneer je die namaakt, krijg je een materiaal dat als zonnecel kan worden

gebruikt. Perovskiet zonnecellen zijn goedkoop en makkelijk te produceren bij lage temperaturen. Isabella verwacht dat de perovskiet toplaag 6 procent omzetting toevoegt aan de 24 procent van de silicium cel, zodat over een paar jaar een rendement van meer dan 30 procent bereikt wordt. Iedere plek met genoeg blootstelling aan de zon zonder esthetische bezwaren (zoals bij monumentale gebouwen) is een potentiële energiebron. In samenwerking met de directie Campus Real Estate werkt Isabella aan de uitbreiding van zonnepanelen op de campus. Hij schat dat de productie van de huidige 1 GWh/jaar kan groeien naar 8 GWh/jaar, waardoor de TU niet slechts 1,5 procent maar 12 procent van het eigen gebruik produceert.



'Met perovskiet over een paar jaar een rendement van meer dan 30 procent'

## GERDIEN DE VRIES, KLIMAATPSYCHOLOOG



'De 'gedoe-factor' weerhoudt mensen ervan om hun huis te verduurzamen'

De 'gedoe-factor' staat versnelling van de energietransitie enorm in de weg, stelt klimaat-psycholoog dr. Gerdien de Vries, universitair hoofddocent bij de faculteit Techniek, Bestuur en Management. Het uitzoekwerk, subsidies aanvragen, een aannemer vinden, de zolder opruimen – dat weerhoudt mensen ervan om hun huis te verduurzamen. Uit het onderzoek *Groen & Gemak* (TU Delft en TNO, 2020) bleek dat Nederlanders zich erdoor laten ontmoedigen", zegt De Vries. "We horen steeds over een crisis, maar er is geen aanwijsbaar moment dat er iets gaat gebeuren. Er is geen aanwijsbare persoon die het moet oplossen." Complexiteit en stress verlammen mensen zodat er van vergroening niet veel terecht komt, zelfs al zijn technische of

financiële obstakels uit de weg geruimd.

Een deel van de remedie ligt in het 'ontzorgen' van huiseigenaren door bijvoorbeeld een energiecoach, die veel van het regelwerk overneemt. Maar ook dan blijven er mensen weigeren omdat ze er geen trek in hebben. Gedragsverandering is een complexe factor waarbij ook de stijgende gasprijs en imitatiegedrag een rol spelen. Toch ondergaat de maatschappij gedragsveranderingen die eerder moeilijk voorstelbaar waren. "Wie rookt er nog bij een ander in de auto? Wie drinkt er nog als hij moet rijden?" vraagt De Vries retorisch. Haar conclusie: grote maatschappelijke gedragsveranderingen vinden wel degelijk plaats. Meestal door een combinatie van informatie, wetgeving, prijs en sociale omgeving.

## PETER PALENSKY, EXPERT INTELLIGENTE ELEKTRISCHE NETWERKEN

Onzekerheid is het grootste obstakel in de versnelling van de energietransitie", zegt prof.dr. Peter Palensky, expert in intelligente elektrische netwerken aan de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica (EWI). Er is geen gebrek aan technologieën om duurzame elektriciteit op te wekken of op te slaan, en er zijn tal van mogelijkheden om die bronnen te combineren in een elektriciteitsnet. Maar hoe doe je dat op een eerlijke en betrouwbare manier? Het huidige elektriciteitsnet is al "een complex beast", en het wordt door de toevoeging van veel variabele bronnen alleen maar ingewikkelder. "Het traditionele elektriciteitsnet ontleende zijn stabiliteit aan de traagheid van de zware generatoren, aangedreven door stoom of gas. Hernieuwbare

energiebronnen hebben die inherente stabiliteit niet - eerder het tegenovergestelde." Mensen kunnen moeilijk omgaan met complexe systemen, zegt Palensky. Daarom, en uit voorzichtigheid, maakt men kleine stapjes in de veranderingen in het elektriciteitsnet. Het goede nieuws is dat het onlangs geopende Electrical Sustainable Power (ESP)-Lab onderdak biedt aan een supercomputer waarmee onderzoekers kunnen experimenteren met de complexiteit van het Nederlandse elektriciteitsnet. Uiteindelijk is het doel om de onzekerheid over veranderingen te verminderen, en een veilige versnelling van de energietransitie te bespoedigen.

(Zie ook het artikel op pagina 18).



'Het al complexe elektriciteitsnet wordt alleen maar ingewikkelder'

## ANDREA RAMÍREZ RAMÍREZ, HOGLERAAR KOOLSTOFARME SYSTEMEN



“Onderwijs is de manier waarop we het menselijk kapitaal vormen voor de energietransitie”

**V**erduurzaming van de industrie is lastig door de complexiteit van industriële installaties en het grote aantal opties, zegt prof dr.ir. Andrea Ramírez Ramírez, hoogleraar in Low Carbon Systems and Technologies aan de faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM). “Er zijn veel manieren om CO<sub>2</sub>-emissies terug te dringen, maar de meeste daarvan zijn nog niet kostendekkend. En de implementatie ervan vereist vaak grote veranderingen in het industriële proces. Veel van het werk dat wij hier doen is belanghebbenden ondersteunen bij het doorgronden van complexe industriële systemen. Voor een goede beslissing is het belangrijk ook op de hoogte te zijn van de schaduwkanten van nieuwe

technologieën; kennis te verwerven over de technische, sociale en milieuaspecten, en te begrijpen hoe de techniek in het grotere systeem past. Bij TBM willen we de bezwaren van technologieën al vroeg identificeren, bij voorkeur nog in de laboratoriumfase. Dan kan die kennis gebruikt worden om de ontwikkeling bij te sturen tot een technologie waarmee de industrie kan verduurzamen. Tot slot draagt ook de opleiding van onze studenten bij aan de versnelling van de energietransitie. Onderwijs wordt makkelijk over het hoofd gezien, maar het is de manier waarop we het menselijk kapitaal vormen voor de energietransitie. Zonder goed geschoolde mensen gaat dat niet gebeuren.”

## DAVID VERMAAS, DOCENT ELEKTROCHEMISCHE SYSTEMEN

**M**inder broeikasgas in de atmosfeer, daar draait het bij de energietransitie uiteindelijk om. Dat krijg je voor elkaar door minder uit te stoten, maar je kunt ook CO<sub>2</sub> actief uit de natuur verwijderen. Deze insteek verkiest universitair docent elektrochemische systemen dr.ir. David Vermaas (faculteit Technische Natuurwetenschappen). Hij leidt het electrochemical flow systems lab van de TU. Hij werkt aan technieken om koolstofdioxide uit water te halen. De verwijdering van CO<sub>2</sub> uit rookgassen is al goed ontwikkeld, maar daarmee heb je amper de helft van alle CO<sub>2</sub>-emissies te pakken. CO<sub>2</sub>-afvang uit zeewater is een oplossing, meent Vermaas. “Er zit 150 keer zo veel

CO<sub>2</sub> in een liter water als in een liter lucht.” Koolstofdioxide kun je wegvangen door een membraan in het water onder stroom te zetten. Het watermolecuul ontleedt zich dan in het zure H<sup>+</sup> en het basische OH<sup>-</sup>. “Als je een membraan plaatst tussen het zure en het basische deel zet je twee chemische reacties in werking. In het zure deel wordt koolzuur gevormd. Die bubbelt na verloop van tijd vanzelf uit het water en kan zo worden afgevangen. In het basische deel ontstaan stoffen als calcium- en magnesiumcarbonaat. Anders gezegd: kalksteen. De uitdaging bestaat er nu vooral uit om de productie op te voeren. We moeten het publiek kennis laten maken met onze projecten. De politiek volgt wat het publiek wil.”



“Er zit 150 keer zo veel CO<sub>2</sub> in een liter water als in een liter lucht”

## PHIL VARDON, GEOTHERMIE-EXPERT



'Volgend jaar hopen we aardwarmte onder de campus te gaan winnen'

**D**e helft van het energieverbruik in Nederland is gerelateerd aan warmte. "Dat komt goed uit, want op tal van plekken bevindt zich warm water op twee à drie kilometer diep", zegt geothermie-expert dr. Phil Vardon (faculteit Civiele techniek en Geowetenschappen). "Over deze energiebron is al veel bekend door de boringen die in het verleden zijn verricht voor gasexploratie." Om de energietransitie te bespoedigen moeten we volgens Vardon vaart maken met de winning van deze energie. Nederland maakt nog maar weinig gebruik van geothermie omdat een bron al gauw tientallen miljoenen euro's kost.

De exploitatie zelf is goedkoop, maar je moet wel een goede bestemming weten te vinden voor al die energie. Vardon: "In de winter kun je de warmte goed gebruiken om huizen

te verwarmen. Maar in de zomer niet. Toch wil je het hele jaar door energie winnen anders heb je geen goede *business case*. Een idee is om de warmte die je in de zomer wilt op te slaan in minder diepe aardlagen van waaruit je de warmte in de winter makkelijk tevoorschijn haalt. Die warmte moet je dan wel kwijt kunnen op warmtenetten." "Volgend jaar hopen we aardwarmte onder de campus te gaan winnen. We willen onderzoek doen naar allerlei aspecten van deze vorm van energiewinning. De warmte kunnen we deels kwijt op de campus, want de TU heeft immers een warmtenet. En een deel van de warmte zal gaan naar woonwijken net buiten de campus. Als alles slaagt, hebben we een mooi voorbeeldproject voor de rest van het land."

## RUUD KORTLEVER, DOCENT GROOTSCHALIGE ENERGIE-OPSLAG

**V**olgens universitair docent grootschalige energie-opslag dr. Ruud Kortlever (faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen) kan een transitie naar duurzame energie niet los worden gezien van een transitie naar duurzame grondstoffen. Het Delftse e-Refinery instituut, waar Kortlever aan verbonden is, speelt daarin een sleutelrol. Onder de paraplu van het e-Refinery instituut werken onderzoekers van de TU samen aan technologieën voor de elektrochemische omzetting van duurzame elektriciteit, water en lucht in brandstoffen en chemische bouwstenen. "We gebruiken duurzame elektriciteit om chemische reacties aan te sturen, bijvoorbeeld voor de productie van

waterstof, syngas en ethyleen." Onderschat het belang van ethyleen niet, zegt Kortlever. "Deze stof kan als bouwsteen dienen voor plastics en polymeren. Als we in 2050 fossielvrij willen zijn, moeten we ook werk maken van een grondstoftransitie. Hoe we de beide transities versnellen? Er is op dit moment een gebrek aan een langetermijnvisie, aangezien zowel de overheid als het bedrijfsleven niet weten welke technologieën uiteindelijk een oplossing kunnen bieden. Met alle kennis die de TU Delft in huis heeft kan ze helpen om nieuwe technologieën te ontwikkelen en om een gezamenlijke koers te bepalen."



'We moeten werk maken van een grondstoftransitie'

## HADI HAJIBEYGI, EXPERT ONDERGRONDSE OPSLAG



'Alleen al onder de Noordzee moeten we mogelijk op honderden plekken waterstof gaan opslaan'

**P**etroleum engineering. Zo heette de vakgroep bij de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen waar dr. Hadi Hajibeygi werkt tot enkele jaren geleden. Die tijd lijkt lang vervlogen. Tegenwoordig heet de groep reservoir engineering. "We doen niet veel meer op het gebied van fossiele brandstoffen", zegt Hajibeygi. De naamsverandering heeft alles met de energietransitie te maken, vertelt de ingenieur die een onderzoeksgroep leidt die zich focust op ondergrondse opslag. Denk aan de opslag van groene waterstof en van CO<sub>2</sub>. Hajibeygi en zijn collega's zijn onder meer geïnteresseerd in het gedrag van vloeistoffen in verschillende aardlagen. "Die kennis is cruciaal als je bijvoorbeeld waterstof wilt opslaan in de grond. Nu gebeurt dat nog maar op vier plekken in de wereld, in oude zoutmijnen

en lege gasvelden. Drie van die plekken zijn in Texas en een in het Verenigd Koninkrijk. Willen we de energietransitie van de grond krijgen, dan moet de opslag enorm worden opgeschaald. Alleen al onder de Noordzee zullen we op termijn mogelijk op honderden plekken waterstof moeten gaan opslaan. Er is al een klein beetje ervaring mee, maar opslag realiseren op meer plekken is niet simpelweg een kwestie van *copy paste*. Er is namelijk interactie tussen de velden. Je moet goed weten hoe de velden elkaar beïnvloeden voordat je er waterstof in pompt."

## AXELLE VIRÉ, SPECIALIST DRIJVENDE WINDPARKEN

**W**e hebben geluk in Nederland. We grenzen aan een ondiepe zee waar je windturbines op de bodem kunt bevestigen. Om windparken op zee op te schalen moeten er drijvende turbines komen, meent windenergie-expert dr. Axelle Viré van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek. "Zodra de zee dieper is dan ongeveer vijftig meter, kun je de molens niet meer vastzetten op de bodem. Althans, het is dan veel gedoe en niet meer rendabel. Je zult ze op drijvende platforms moeten zetten die je met kabels en ankers op hun plek houdt."

De techniek staat nog in de kinderschoenen. Voor de kust van Schotland ligt een park met vijf drijvende turbines van het bedrijf Equinor. Dit bedrijf wil in 2022 nog

eens elf turbines plaatsen voor de kust van Noorwegen. Het zijn niet bepaald hoge aantallen. Voor een substantiële impact van drijvende molens op onze energievoorziening is het dus nog even wachten. Maar de potentie is enorm, meent Viré. "Je zou de turbines ook ver op zee kunnen plaatsen en ze waterstof kunnen laten produceren. Die energiedrager kun je goedkoop aan wal halen."

Om de technologie vooruit te helpen is het van belang om beter te snappen hoe de beweging van zo'n enorme dobber met wieken de aerodynamica beïnvloedt. De molen beweegt als gevolg van de stroming, wind en golven" zegt Viré. "Met simulaties en berekeningen proberen we daar meer zicht op te krijgen."



'Je moet snappen hoe de beweging van zo'n enorme dobber met wieken de aerodynamica beïnvloedt'

# 24/7 Energie Lab: lokaal,

Huishoudens zorgen op dit moment voor 20 procent van de Nederlandse energiebehoefte. Met het project 24/7 op The Green Village wordt daarom gewerkt aan een lokaal, autonoom en CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem voor de bebouwde omgeving.

In de zuidoosthoek van het terrein staat een onopvallende container die alle ingrediënten bevat voor opwekking, omzetting en opslag van CO<sub>2</sub>-arme stroom: (1) zonnepanelen (6 kWp); (2) een 14 kWh huisbatterij, (3) een 2,4 kW elektrolyser die elektriciteit in waterstof omzet, een compressor (4) en een 2,3 kW brandstofcel (5). Naast de container staan twee maal 27 cilinders (6) voor de opslag van 60 kilogram H<sub>2</sub> onder een druk van 300 bar. Het 24/7 Energie Lab is gedimensioneerd op een klein huishouden (7) met een verbruik van 2.200 kWh per jaar. Een regelsysteem met vermogenselektronica (8) stuurt de diverse elementen aan. “In principe is de regeling eenvoudig” legt voormalig EWI-decaan en bestuursvoorzitter van The Green Village John Schmitz uit. “Als er meer aanbod van zonne-energie is dan er gebruikt wordt, gaat de rest eerst naar de batterij. Is die vol, dan wordt de elektriciteit omgezet in waterstof en opgeslagen voor de winter. ‘s Winters is er weinig aanbod van zonne-energie, maar levert een brandstofcel uit waterstof zowel warmte als elektriciteit.” De omzettingen bij elektrolyse en in de brandstofcel hebben een ketenrendement van ongeveer 30 procent. Maar dat hoeft geen ramp te zijn, legt Schmitz uit. “We dimensioneren de PV-cellen zodanig dat we in de zomer een surplus aan stroom hebben die we dan gebruiken om er waterstof mee te maken.”

Het 24/7 Energie Lab zit op een knooppunt van drie energiestromen:

brandstof, elektriciteit en warmte. Dat maakt een goed werkend Energie Management Systeem (EMS) tot een complexe unit, ontwikkeld door de onderzoeksgroep Intelligent Electrical Power Grids en het Flexinet-project (beide van de faculteit EWT). De bedoeling is om tot een open-source ontwerp van zo'n EMS te komen met de nodige aandacht voor communicatieprotocollen. Energie-onafhankelijkheid is niet het doel van het 24/7 Energie Lab, vertelt Schmitz. Wel kan lokale opwekking voor lokaal gebruik de belasting van het elektriciteitsnet verminderen, wat in de context van toenemend elektrisch rijden en verwarmen natuurlijk erg welkom is. “Met het 24/7 Energie Lab zullen we uiteindelijk een residentieel duurzaam energielab hebben waar onderzoekers en studenten van alle faculteiten kunnen samenwerken met hogescholen en bedrijven.” besluit Schmitz.

Marjan Kreijns, directeur van The Green Village, benadrukt dat het project naast systeemintegratie en smart control ook over niet-technische aspecten gaat. Zoals de economie (hoe wordt energie verrekend?), juridische aspecten (zoals vergunningen en aansprakelijkheid) en de acceptatie door de bewoners (die vooral weinig gedoe willen). “Met twaalf echte bewoners op het Fieldlab zien we onszelf als opstap tussen het laboratorium en de vierkante-kilometerschaal,” vertelt Kreijns. “Hier kunnen onderzoekers en ondernemers de kinderziektes uit hun prototypen halen om daarna op te schalen naar buurt- en wijkniveau.” 

# autonoom en CO<sub>2</sub>-vrij



"Ik vind dat we een leefbare planeet moeten achterlaten aan toekomstige generaties en dus ook aan mijn eigen kinderen en kleinkinderen. Dit project is mijn manier om een steentje bij te dragen." Niets doen is voor John Schmitz geen optie. Als alumnus kunt u ook meedoen. Met een

donatie aan het Universiteitsfonds Delft maakt u uitbreiding van dit project mogelijk en draagt u bij aan het versnellen van de energietransitie. Scan de code hiernaast of ga naar [tudelft.nl/techforenergy](https://tudelft.nl/techforenergy) voor meer informatie.



# ‘Er lijkt nu echt momentum te komen voor de thoriumreactor’

Komt de thoriumreactor eindelijk van de grond? Hoogleraar reactorfysica Jan-Leen Kloosterman heeft hoge verwachtingen van de recente ontwikkelingen in China.



Een schaalmodel (1:6) van het Oak Ridge National Laboratory's Molten Salt Reactor Experiment. De MSRE bereikte kritische kritische (criticality) op 1 juni 1965 en bereikte zijn volledige vermogen van 7.500 kilowatt in mei 1966. De foto is gemaakt in 1968. (Foto: US Department of Energy)

**D**e beloften zijn groot: een vrijwel onuitputtelijke brandstofvoorraad, slechts een zeer klein veiligheidsrisico en geen uitstoot van koolstofdioxide. Al jaren heeft men het er over, maar nu komt de ontwikkeling van een reactor die werkt met gesmolten zout en thorium in een stroomversnelling. China stampst zo'n reactor uit de grond in de buurt van de stad Wuwei. Volgend jaar zal hij in gebruik genomen worden, is de verwachting. De eerste draait op uranium, maar latere versies – zo is de hoop – draaien ook op thorium. Al zo'n vijftien jaar doet hoogleraar reactorfysica Jan-Leen Kloosterman onderzoek naar de thorium gesmoltenzoutreactor, ook wel Thorium MSR genoemd (*molten salt reactor*). Hij is verheugd over het nieuws uit China. “Er lijkt nu echt momentum te komen voor deze technologie. Hopelijk zien Europese landen nu ook in dat de techniek veelbelovend is en dat er geld in moet worden gestoken.” China investeerde volgens Kloosterman 500 miljoen euro in de proefreactor die nu verrijst. In Europa is dat slechts een fractie van dat bedrag. Nadeel van de recente ontwikkeling in China is wel dat de Chinese collega's, met wie Kloosterman nauw contact onderhoudt, nu hun kaarten meer tegen de borst houden. “Ze schermen hun kennis af.”

## HOE HET WERKT

In de Thorium MSR zit de brandstof (thorium) opgelost in een vloeibaar zout van lithiumfluoride of lithiumberylliumfluoride dat tegelijk



dient als koelmiddel. De druk in de reactor is laag. Als er een lek is, stroomt tegelijk met het koelmiddel ook de brandstof uit de reactor weg waardoor de reacties in de reactor stilvallen, zo is het idee. De reactor produceert geen langlevend radioactief afval (het afval blijft zo'n driehonderd jaar schadelijk in plaats van vele tienduizenden jaren). Het kan ook bestaand afval van kerncentrales en kernwapens opruimen en omzetten in energie.

De technologie van de gesmolten-zoutreactor is niet nieuw. De bedenker, Alvin Weinberg, had van 1965 tot 1969 een MSR in bedrijf bij het Oak Ridge National Laboratory in de Verenigde Staten. De Weinbergreactor leek veelbelovend. Toch werd het project stopgezet. Een van

## De reactor produceert geen langlevend radioactief afval

de verklaringen: door de energiecrisis wilde men snel kernenergie introduceren en lichtwaterreactoren werkend met uranium waren hiervoor direct beschikbaar.

Maar nu is er dus weer een opleving van de technologie. Kloosterman hoopt dat er op meer plekken op aarde gesmolten-zoutreactoren worden gebouwd. In eerste instantie zullen die nog moeten werken met uranium. Er zijn namelijk nog enkele technische hindernissen die moeten worden getackeld. Eén ervan is het efficiënt zuiveren van het zout. Net als bij de dialyse van een nierpatiënt, moet de gesmolten-zoutoplossing continu worden opgeschoond – van zijn splijttingsproducten ontdaan - en na toevoeging van onder meer thorium weer teruggevoerd naar de reactorkern. “Dat proces moet nog worden verbeterd”, zegt Kloosterman. Het is een van de aspecten waar hij en zijn collega's onderzoek naar doen. “We onderzoeken ook of de materialen in het binnenste van de reactorkern goed bestand zijn tegen de barre omstandigheden die daar heersen.”



# Tarnoc ontwikkelt elektrische CV-ketel

De Delftse technostarter Tarnoc werd met hun warmtepomp, de Turbineketel, een van de winnaars van de WarmteWissel 2020.

**D**e WarmteWissel is een initiatief vanuit de praktijk. Acht Brabantse woningcorporaties met meer dan 100 duizend woningen in bezit vervangen jaarlijks 5 duizend gasketels, en zochten gasvrije alternatieven. Toen Tarnoc in maart vorig jaar als een van de drie winnaars uit de bus kwam, kregen ze een geldprijs van 20 duizend euro en de kans om een prototype drie maanden op proef te laten draaien in een woning in Tilburg.

Een warmtepomp kennen we inmiddels: die transporteert warmte van lage naar hoge temperatuur met als voordeel dat de afgegeven warmte een veelvoud bedraagt van de hoeveelheid verbruikte elektriciteit. De Tarnoc is een bijzondere warmtepomp, legt oprichter, TU-alumnus Vincent Wijdeveld uit. Anders dan andere warmtepompen of koelkasten pompt de Turbineketel van Tarnoc geen fluorhoudend koudemiddel rond, maar pure buitenlucht. De compressor perst de lucht samen waardoor deze opwarmt. Deze warmte wordt vervolgens aan het water van de centrale verwarming afgegeven. De afgiftetemperatuur kan tot 80 graden Celsius bedragen. De samengeperste lucht drijft na de warmtewisselaar een turbine aan, die een deel van de energie terug levert. De elektromotor, compressor en turbine zijn op één as gemonteerd. Het thermisch vermogen van de ketel ligt op 20 kW. Mede-oprichter, alumnus Tijmen de Jong verdiepte zich in verschillende cycli. Hij stuitte op de Brayton-



cyclus, die in de industrie gebruikt wordt voor de airconditioning in vliegtuigen en bij het vloeibaar maken van aardgas. Omgekeerd produceert die cyclus warmte op hoge temperatuur, met veel vermogen en zonder koudemiddel. Dat principe was nog nooit in woningen toegepast. Zo begon hun ontwikkeling van de Tarnoc Turbineketel.

Het proefdraaien in Tilburg is goed verlopen, meldt Wijdeveld. Dat exemplaar wordt nu in campusproeftuin The Green Village gemonteerd. De volgende stap is de levering van acht Turbineketels aan de woningcorporaties van de WarmteWissel. Het is de bedoeling om in 2022 de eerste serieproductie op te starten. “Het apparaat is relatief simpel, en makkelijk op industriële schaal te maken”, zegt Wijdeveld. “De intelligentie zit in de software.” 

# Levensecht evenbeeld van stroomnet

Hoogleraar Peter Palensky ontwikkelt een digital twin van het Nederlandse elektriciteitsnet. Zo'n digitaal evenbeeld maakt het mogelijk vrijuit onderzoek te doen naar vernieuwingen in het energiesysteem, zonder een black-out te riskeren.

**D**e digital twin van het energienet vormt de ideale proeftuin voor onderzoek en experimenten. De werking is levensecht maar volkomen virtueel: niemand bezeert zich, alles blijft heel, nergens valt de stroom uit. Maar koppel er in het nieuwe ESP-Lab fysiek een transformator of kabel aan, dan zegt die wel degelijk 'poef' bij kortsluiting of overbelasting in de digitale netversie. Palensky's doel is een supercomputer met voldoende rekenkracht om het volledige Nederlandse energienet te modelleren, inclusief de verbindingen met onze buurlanden en de cruciale interconnectoren van en naar Groot-Brittannië, Noorwegen


en Denemarken. De financiering vormt een drempel - hopelijk biedt een NWO-aanvraag soelaas. "Maar we weten dat het kan," aldus Palensky, "want een kwart is al klaar." Hij doelt op de digital twin van het net in Noord-Nederland, gemodelleerd voor een studie naar de impact van waterstof op het energiesysteem. Voortbouwend op die ervaring kan de 'grote' twin relatief snel klaar zijn, verwacht de hoogleraar.

## NIET TE BEVATTEN COMPLEXITEIT

Een van dingen waarin zo'n digital twin uitblinkt, is weging van een grote hoeveelheid elkaar beïnvloedende variabelen en onzekerheden. Wat gebeurt er als waterstof op grote schaal wordt toegevoegd aan de energiemix, wat als de krachtpatserij van de nog vrij jonge HVDC-techniek (high voltage direct current) een vlucht neemt - en wat als dat allemaal tegelijkertijd gebeurt? Menselijkerwijs valt zo veel complexiteit niet of amper te bevatten. "Zeker omdat de verbruikskant



ook een totaal andere dynamiek krijgt", aldus Palensky. Hij noemt een paar voorbeelden: nieuwe diensten zoals flex-aggregators, elektrische voertuigen die via internet of things hun (ont)laadgedrag op elkaar afstemmen." Een supercomputer heeft er geen moeite mee om complexe 'wat als'-scenario's door te rekenen - en biedt dus houvast bij beslissingen over bijvoorbeeld investeringen of net-architectuur. Het is een van de redenen dat oogspanningsnetbeheerder TenneT partner is. Palensky's digital twin bestaat uit een hele serie. 'Neefjes' bijvoorbeeld, cousins, zijn nauwkeurig

genoeg voor onderwijs en onderzoek, maar vormen omwille van rekenkracht en risico's geen perfecte evenbeelden van het net. "Het échte werk blijft namelijk het domein van de energienetbeheerders. Zij hebben de echte data, de echte parameters - en die delen ze niet, uit veiligheidsoogpunt", vertelt de hoogleraar. Voor Palensky en de zijnen is dat geen probleem. Sterker nog: "Dankzij de cousins kunnen wij onbelemmerd onderzoeken hoe het net reageert op bijvoorbeeld cyberaanvallen of extreme elektrotechnische krachten, zonder dat de netbeheerders steeds in de stress schieten." 

Tot voor kort kende Nederland een vrij overzichtelijke 'energiehuishouding': stroom werd opgewekt in een beperkt aantal perfect regelbare energiecentrales en van daaruit getransporteerd naar de afnemers. Door de energietransitie verandert die dynamiek ingrijpend. Met duurzame energiebronnen zoals zon en wind fluctueert het aanbod veel heviger, is het minder voorspelbaar en geografisch veel meer versnipperd - zowel de grootschalige wind- en zonneparken als de zonnepanelen op particuliere daken. Ondertussen verandert

ook de vraagkant ingrijpend. Denk aan de opkomst van elektrisch vervoer en de elektrificatie van warmtevoorziening en industriële processen waarvoor nu nog aardgas wordt gebruikt. Die optelsom van ontwikkelingen heeft een enorme impact op het energienet en de netbeheerders: balanshandhaving en netstabiliteit zijn veel complexer geworden. Tegelijkertijd ontstaat hiermee ook een uniek momentum. Zoals Palensky zegt: "We are at a turning point in history and we have a real chance of changing the world for the better."

# Visie

Prof.dr. Kornelis Blok is voorzitter van het TU Delft Energy Initiative en hoogleraar analyse van energiesystemen bij TBM. Hij is een van de auteurs van het meest recente IPCC-rapport over klimaatmitigatie. Binnen 20 tot 30 jaar zal het hele energiesysteem veranderen, weet hij. Maar hoe?

“**H**et wereldwijde energiegebruik bestaat nu voor 20 procent uit elektriciteit en voor 80 procent uit warmte en brandstoffen. De elektriciteit wordt voor twee derde opgewekt met fossiele


bronnen. Brandstoffen en warmte komen voor zo'n 90 procent uit een fossiele bron. In Europa, waar het energiegebruik vrij constant is, kan verbetering van de efficiëntie het energiegebruik verlagen. Op wereldschaal is dat anders. Door een veel grotere groei van bevolking en economie buiten Europa kan een betere energie-efficiëntie daar hooguit het energiegebruik stabiliseren.

Een van de belangrijke neveneffecten van efficiëntieverbetering is elektrificering. De meeste scenario's met lage CO<sub>2</sub>-uitstoot gaan uit van een groei van elektriciteit. Nu is 20 procent van de energievoorziening elektrisch, dat groeit op termijn naar 40 tot 50 procent. De meeste scenario's gaan uit van een grote groei in zonne- en windenergie omdat de prijs daarvoor de afgelopen tien jaar sterk is gedaald. Andere CO<sub>2</sub>-arme stroombronnen zoals waterkrachtcentrales, kerncentrales en gas- en kolencentrales met afvang en opslag van CO<sub>2</sub> zullen ook een bijdrage leveren.

Het grote aandeel van zonne- en windenergie wordt een uitdaging voor ons elektriciteitsnet, dat flexibeler moet worden. De productie uit zon en wind houdt nu eenmaal geen gelijke tred met de vraag. Dit kan op verschillende manieren. Uitbreiding van de elektriciteitsnetten is er één van, om de internationale uitwisseling te

faciliteren. De vraag sturen vanuit het aanbod vergroot ook de flexibiliteit, net als opslag van elektriciteit voor lange en korte termijn.

Daarnaast zullen we behoefte houden aan warmte en brandstoffen. Lage-temperatuur warmte, tot zo'n 100 graden Celsius, kunnen we betrekken uit een geothermische bron of zonnecollectoren. Maar we hebben ook brandstoffen nodig voor hoge temperaturen voor industrie en vervoer. Daarvoor zijn er drie mogelijke bronnen: biobrandstof, fossiele brandstof met CCS (carbon dioxide capture and storage, red.) of waterstof in pure of gebonden vorm. CO<sub>2</sub>-arme waterstof is op twee manieren te maken: groene waterstof uit elektrolyse met groen stroom of blauwe waterstof uit methaan met CO<sub>2</sub>-afvang en opslag. Waterstof is ook te verwerken tot een nieuwe grondstof als ammonia of ethyleen.

De ontwikkelingen in brandstof en warmte zijn minder ver gevorderd dan de transitie van de elektriciteitssector. Groene brandstoffen zijn duurder. Waar zonne- en windenergie zeer betaalbaar geworden zijn, blijven hernieuwbare brandstoffen een stuk duurder dan de fossiele alternatieven. De wereld heeft slechts 20 tot 30 jaar om de energietransitie voor elkaar te krijgen. Dat is een erg korte tijd om het hele energiesysteem opnieuw te ontwikkelen.” 

*In de MOOC Designing a climate neutral world geeft professor Kornelis Blok inzichten over het ontwerpen van een klimaatneutrale wereld. Deelnemers leren over strategie met betrekking tot klimaatverandering en krijgen handvatten om alternatieve oplossingen te beoordelen. Kijk op [onlinelearning.tudelft.nl](https://onlinelearning.tudelft.nl) via de QR-code.*



A black and white photograph of a man with short, slightly messy hair, looking directly at the camera with a serious expression. He is wearing a dark, textured cable-knit cardigan over a dark shirt. The background is solid black, making the man stand out. The lighting is dramatic, highlighting his facial features and the texture of his sweater.

‘Een jaar in het  
buitenland wrikt  
zekerheden los’

A black and white close-up portrait of Jasper van Kuijk. He has dark, slightly messy hair and is looking directly at the camera with a serious expression. He is wearing a dark, textured sweater. The background is dark and out of focus.

Laat designonderzoeker, cabaretier en Volkskrant-columnist Jasper van Kuijk vertellen over wat hem bezighoudt en het komt allemaal voorbij: designpopulisme, de topsportmentaliteit aan Nederlandse universiteiten, het welzijn van zijn studenten, de grenzen van internationalisering, zijn nieuwe cabaretvoorstelling Tot hier en niet verder en zijn nieuwe boek Bonusland, over zijn verblijf in Zweden met zijn gezin.

TEKST SASKIA BONGER  
FOTO'S SAM RENTMEESTER

Je boek *Bonusland* verscheen deze zomer, nadat je alweer een jaar terug was in Delft. Wat voor reacties krijg je?

“De leukste die ik hoorde, ging over plaatsvervangende heimwee. Mensen lijken te willen dat we teruggaan, zodat het verhaal verder gaat. Ik denk dat veel van hen stiekem zelf zoiets zouden willen doen.”

Wat heb je overgehouden aan dat jaar in Zweden?

“Een soort onderstroom van heimwee. Terug in Delft voelden we ons meteen ingesloten. Voorheen wisten we niet beter dan dat er altijd mensen om je heen zijn. Nu missen we de rust van het platteland. Ook is er een blijvende twijfel ontstaan over wat een goed leven is, hoe je dat inricht, wat je wil doen. Zo’n jaar in het buitenland wrikt zekerheden los.”

Hoe hangt dat samen met je nieuwe theatershow *Tot hier en niet verder?*

“Zweden is daarin onvermijdelijk. Mijn regisseur zei: ‘Die ervaring maakt jouw verhaal uniek en persoonlijk én biedt de kans om van buiten naar Nederland te kijken’. Het verhaal begint ermee dat ik nu een jaar terug ben uit Zweden, maar nog steeds niet alle doelen heb uitgekapt. Waarom eigenlijk niet?”

Julie kwamen middenin coronatijd terug in Nederland, vlak voor de tweede golf. Dat hielp de gewenning vast niet.

“Klopt. Het was best leuk om groepjes studenten online te coachen, maar zonder fysieke aanwezigheid op de campus kreeg ik een extra gevoel van onthechting. De hechting begint nu te komen.”

Hoe gaat het in jouw ogen met de studenten in Delft?

“We hadden tijdens de coronacrisis als sector wel iets harder voor onze studenten kunnen gaan staan. Waarom zetten we geen tenten neer, zodat ze konden samenkomen toen dat weer een beetje kon? Ze hebben hun vakken en punten gehaald, maar hoe voelden ze zich daarbij?

Ik zie mijn afstudeerders vastlopen. Ze hebben thuis moeten zitten met hun eigen project, nadat hun master ook al online was. We hebben steeds veel werk gemaakt van hun mentale welzijn, afstudeerders digitaal bij elkaar gezet, ze vlogjes laten maken, maar het was te eenzaam. Ik spreek mijn afstudeerders nu om de twee weken, soms om de week. Dat deed je vroeger niet. Maar het is nodig, anders zakt hun energie weg.”

Je schrijft in *Bonusland* over de waarde van de fika-cultuur (samen koffie drinken) in Zweden. Die was er ook op de universiteit van Karlstad waar je aan je aankomende boek over publiek begrip van ontwerpen mocht komen schrijven. Fika kun je ook in Delft introduceren, toch?

“Ik ben hier maar twee dagen in de week. Het nadeel van parttime werken is dat je de ‘sociale overhead’ vergeet, omdat je zo gericht bent op wat er af moet op die dagen. Fika werkte bij mij. Dan zat ik anderhalf, twee uur alleen in mijn kamertje te knallen, omdat ik wist: straks moet ik weer koffie drinken. Er ontstond een duidelijker scheiding tussen het sociale en de rust. Nu deel ik in Delft een kamer met twee collega’s, maar voorheen zat ik in het Studiolab. Dat is een heel levendige plek, maar toch ook niet zo sociaal. Uiteindelijk zitten mensen er met oordoppen in en

*‘Ik zie mijn afstudeerders vastlopen’*

halen ze koffie wanneer zij dat willen.

De sfeer op Zweedse universiteiten is volgens mij ook gemoedelijker doordat het financieringsmodel anders is. In Nederland heerst een enorme topsportmentaliteit.”

Waarom is die mentaliteit erg en hoe komen we er vanaf?

“De universiteiten draaien op promovendi, postdocs en tenure trackers die met tijdelijke contracten, in verschillende landen en met veel onzekerheid hun werk moeten doen. En dat vanuit de illusie dat we zo het beste uit mensen halen en de beste mensen overhouden. Consultants werkten ook heel lang met zulke competitie en wat bleek? De meest lompe mensen bleven over, degenen zonder leven die vooral keken naar zichzelf.

Ik heb hét antwoord niet, maar kunnen we niet af van die grote onderzoeksbeurzen die steeds naar dezelfde mensen gaan? Deel ze op. Sommige vakgebieden kunnen met kleinere beurzen van bijvoorbeeld honderdduizend euro per jaar al heel veel doen.

Ook het systeem waarbij de financiering van universiteiten is gebaseerd op hun marktaandeel studenten helpt niet. De enige manier om als universiteit hetzelfde aandeel in de rijksfinanciering te houden is om meer internationale studenten te werven, omdat het aantal Nederlandse studenten demografisch niet toeneemt. Iedereen weet dit en niemand kan eruit stappen. Dat is best verdrietig om te zien.”

## CV

Jasper van Kuijk (1976) is twee dagen in de week universitair docent user-centered design & innovation aan de faculteit Industrieel Ontwerpen, de faculteit waar hij ook studeerde en promoveerde. In de Volkskrant schrijft hij de wekelijkse column ‘Hoe moeilijk kan het zijn?’ over denkfouten in hedendaags ontwerp. Ook over zijn ervaringen in Zweden deed hij in die krant verslag en op basis van deze columns verscheen afgelopen lente het boek *Bonusland*. Daarnaast treedt hij op als cabaretier. Die carrière begon tijdens zijn studie aan de TU met Delfts Blok, de groep waarmee hij in 2001 het Groninger Studentenfestival won. In 2010 won hij – twee weken voor hij promoveerde – solo zowel de jury- als de publieksprijs van het Cameretten festival. Momenteel toert hij door het land met zijn show *Tot hier en niet verder*. Zijn eerdere show *Janus* is te zien op Netflix. Van Kuijk is getrouwd en heeft drie kinderen.



### Moet de universiteit minder internationale studenten aannemen, iets wat overigens niet zomaar kan?

“Hoe willen we zijn, wat willen we bereiken? Dat zijn interessante vragen. Je kunt de antwoorden ontwerpen, maar dan moet je er een gesprek over kunnen voeren zonder elkaar xenofobie te verwijten. Is groter altijd beter? Welke rol speelt taal? Nederland ziet Amerika graag als voorbeeld, maar wat ik mis in de discussie is dat internationale studenten de taal van Nederland als gastland niet spreken. We hebben als universiteit ook een regionale en nationale verantwoordelijkheid en internationals kunnen geen projecten doen waar Nederlands voor nodig is. Kun je het maken om bij bepaalde projecten te zeggen *Dutch speaking required*?

We moeten niet stoppen met internationaliseren. Dat is een verrijking en het is tof om andere kennis, perspectieven en achtergronden te zien. Je moet alleen niet van tafel schuiven in welke taal wij les geven. De vraag speelt of bacheloropleidingen Nederlandstalig moeten blijven. Is dat handig voor kinderen die niet zo'n goede taalbasis hebben, van wie het Nederlands al niet superstevig is? Hoe gaan we om met onze connectie met de maatschappij? Aan de andere kant, dat onze masters nu Engelstalig zijn heeft de instroom versterkt van internationale, Engelssprekende topcollega's. Het zou gek zijn om die niet in een bachelor in te zetten. Daar moet toch een gesprek over kunnen plaatsvinden? Docenten hebben op praktijkniveau heel veel opgelost, dat

op voorhand door het bestuur beter doordacht had kunnen zijn.”

### Zoals wat bijvoorbeeld?

“Hebben bestuurders er over nagedacht wat dat betekent, een dubbele instroom? Twee keer per jaar komt er een nieuwe lichter masterstudenten binnen. Dat betekent dat een docent van zijn

## 'De meest lompe mensen bleven over'

masterstudenten niet weet in welke volgorde zij hun vakken pakken. Als je het dan hebt over stressniveau. De staf krijgt het gevoel van 'oké, dus wij mogen het weer oplossen.'”

### Dat kun je toch aankaarten? Zoals nu.

“Ik weet niet hoe populair ik me daarmee maak. Ik hoor op de universiteit soms: je bent wel scherp in je Volkskrant-columns (over ontwerpfouten, red.), kun je niet wat meer voor je sector gaan staan? Nou, waar ik echt niet tegen kan, is als ontwerpers dingen als kant-en-klare oplossing presenteren waarvan het overduidelijk is dat ze niet kunnen.

Neem Phonebloks, telefoons bestaande uit losse componentjes. Vanuit de Dutch Design Week kwam dat idee bij De Wereld Draait Door. Er zaten enorme technische bezwaren aan het concept, die het zo goed als onmogelijk maakten, maar het verhaal dat er bij DWDD bij werd verteld was dat bedrijven het zouden tegenhouden. Phonebloks was in mijn ogen geen oplossing, maar kunst, want het project stelde goede vragen over de wegwerpmaatschappij. Maar wat me dan enorm stoort is dat net werd gedaan alsof het al zou kunnen. Ik heb dat wel eens designpopulisme genoemd, omdat het bij het publiek de reactie oproept van 'Zie je nou wel, waarom is dat er nog niet?' Terwijl: het kan niet!”

### Je zit weer vol in het onderwijs, vol in het cabaret. Zijn jullie van plan om opnieuw te emigreren naar Zweden?

“Na een jaar in Zweden weet ik dingen minder zeker. Teruggaan sluit ik dus ook niet uit. Ik wil geen dingen wegduwen, laat de onzekerheid meer toe. De context bepaalt heel erg hoe je leeft. Voordat we naar Zweden gingen was ik vaak met mijn hoofd afwezig als ik thuis was. Mijn vrouw zei: 'In Zweden was jij er helemaal'. En nu? Nee, niet helemaal, maar wel meer dan voorheen. Als je in een andere context hetzelfde wilt doen of laten, dan kost dat gewoon meer energie.”

## PERSOONLIJK

Docent van het Jaar 2021 is dr. **Tom Burdyny**, 'een erkend voorbeeld van uitmuntendheid'. Burdyny is sinds drie jaar docent bij de faculteit TNW. Hij geeft colleges geeft over chemische reactoren en transportverschijnselen. Zijn passie voor zijn vak en voor zijn studenten 'maakt het volgen van zijn colleges tot een plezier', aldus een van zijn studenten.

Bij een verkeersongeval in november is **Antonia Terzi** overleden, destijds een van de drijvende krachten achter de Superbus van de TU Delft. Terzi was tussen 2005 en 2014 universitair hoofddocent bij Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek en chief vehicle designer van de Superbus. Terzi kwam uit de Formule 1, waar ze bij het toentertijd onverslaanbare Ferrari en later bij Williams werkte. Na Delft ging ze in Groot-Brittannië bij Bentley aan de slag. In 2020 werd ze hoogleraar aan de Australian National University.

De Delftse onderzoekers dr. **Mohamed Abobeih** (QuTech), dr. **Maurice Krielaart** (TNW) en dr. **Sebastien Callens** (3mE) hebben van onderzoeksfinancier NWO een Rubiconbeurs gekregen om ervaring op te doen in het buitenland. Abobeih zal aan Harvard onderzoek doen naar de foutgevoeligheid van quantumcomputers. Krielaart wil aan MIT de vraag beantwoorden of licht dat door middel van een enkele elektron wordt gegenereerd voorspelbare en consistente eigenschappen heeft. Callens gaat naar het Imperial College Londen om de manipulatie van botweefsel te onderzoeken.

Prof.dr. **Marileen Dogterom**, hoogleraar bionanoscience en internationaal gelauwerd onderzoeker, volgt volgend jaar Ineke Sluiter op als president van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. Momenteel is ze daar vicepresident. Dogterom wordt benoemd voor een periode van drie jaar, en zal het presidentschap combineren met haar werk in de wetenschap. Ze is een van de pioniers in het vakgebied biomoleculaire en cellulaire fysica. Haar onderzoek richt zich op het cytoskelet: de microbuisjes die levende cellen hun vorm en mechanische functie geven.

## Energietransitie? Energiereductie!

De TU Delft ontstond tegen het einde van de eerste industriële revolutie.

Men verplaatste zich destijds met paard en wagen en huizen werden verlicht met olielampen en kaarsen.

Pas toen de TU Delft haar 66ste verjaardag vierde rolde de eerste

Ford Model T van de band. Het duurde nog langer voor de tweede industriële revolutie onze woningen elektriciteit bracht. Tegenwoordig heeft ieder huishouden gemiddeld (meer dan) één auto en omgeven we ons met elektriciteit-slurpende elektronica. Bij een stroomstoring komt ons normale leven tot een abrupte stilstand. Nu is dat nog een zeldzaamheid maar als we ons energienetwerk niet snel aanpassen dan kan dat zomaar vaker gebeuren.

Want als we op grote schaal duurzame energiebronnen gaan ontsluiten dan komt de stabiliteit van ons huidige energiesysteem in gevaar. En dat is slechts één van de enorme uitdagingen in de energietransitie.

Het is overigens niet voor het eerst dat we de transitie maken naar andere energiebronnen: ooit waren kolen, olie en gas nieuwe energiebronnen met grote beloftes.

Ze hebben ons veel gebracht, maar kwamen met ongewenste bijeffecten die we totaal hebben onderschat. En alhoewel het niet de eerste keer is dat we overstappen naar nieuwe energiebronnen, is de snelheid waarmee we dit moeten doen wél nieuw. Energietransities in het verleden werden geïnitieerd door technologische innovaties en aangejaagd door markt vraag zodra de technologie, en daarmee de energiebron, overduidelijke voordelen bood op het gebied van

kostprijs en/of betrouwbaarheid. In essentie waren dit energie-evoluties; nu hebben we een revolutie nodig. Wachten tot de markt zijn werking doet, is een luxe die we ons dit keer niet kunnen veroorloven. Als we de klimaatverandering willen beperken dan moeten we met ongekende snelheid overstappen op CO<sub>2</sub>-neutrale energiebronnen, op grote schaal CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer halen én oplossingen vinden om zuiniger met energie om te gaan. Kortom, we hebben technologische innovaties nodig om de problemen op te lossen die we met oude technologie gecreëerd hebben. Dat is de ironie van technologische vooruitgang in de energiesector. Laten we het deze keer alsjeblieft beter aanpakken. Om versnelling te realiseren, moeten we tegelijkertijd werken aan technologische doorbraken, gedragsverandering én sturende maatregelen. Het is niet één technologie of één partij die dit probleem kan oplossen, we hebben een multidisciplinaire aanpak nodig om de energietransitie tot een succes te maken. Onze alumni spelen hierin een cruciale rol: wetenschap en bedrijfsleven moeten de krachten bundelen om samen een versnelling te forceren. We moeten samen een energierevolutie realiseren. Ik nodig u daarom allemaal uit om actief deel te nemen aan de discussies, projecten en events die tijdens het 180 dagen durende lustrum georganiseerd zullen worden. Ik zal er zijn. Zie ik u daar?

Deborah Nas is deeltijdprofessor strategisch design for technology-based innovation bij de faculteit Industrieel ontwerpen.





# DE ZAAK

Alumnus Dieuwertje Drexhage wil met haar start-up Layco Medical Devices een betaalbare beademingstool ontwikkelen.

**M**eer dan 90 procent van alle medische apparatuur wordt gemaakt in hoge-inkomenslanden. Voor lage-inkomenslanden is het moeilijk om aan betaalbare apparatuur te komen. Dat gat probeert Dieuwertje Drexhage te dichten met de start-up Layco.

Een ondernemer worden was nooit Drexhages plan. “Ik heb mezelf nooit als een echte ondernemer gezien, ik vind onderhandelen verschrikkelijk.” Toch kwam het op haar pad tijdens haar master biomechanical design. “Ik deed mijn masterstage in een ziekenhuis in Kenia. Daar zag ik met eigen ogen wat het gebrek aan betaalbare apparatuur betekent voor de ziekenhuizen daar.”

Bij het TU-onderzoeksprogramma Surgery for All liep al een onderzoek naar een beademingstool die artsen hard nodig hadden, maar te duur was.

‘Uiteindelijk moet je die ene gek vinden die zegt: we gaan ervoor’

Een vertrekende junioronderzoeker vroeg Drexhage om verder te gaan met het product. Dat resulteerde in de start-up, die Drexhage samen met financiële partner Thom Weustink runt.

Drexhage: “In het begin was het een beetje zwemmen. We stalkten iedereen die we enigszins kenden die aan het werk was in Afrika of in de medische wereld om tips te vragen. Thom had nog een vaste baan en op vrijdag en zondagavond schreven we aan het businessplan.” Inmiddels is een grote subsidie binnen en heeft Weustink zijn



Dieuwertje Drexhage: “Ik heb mezelf nooit als een echte ondernemer gezien.”

Bedrijf: Layco  
 Product: Video-laryngoscopen, ook wel Goodscope  
 Opgericht in: 2020  
 Studie: Biomechanical Design  
 Aantal werknemers: 5  
 Omzet: Nog geen (subsidies, aanbesteding)  
 Doelgroep: Ziekenhuizen in lage-inkomenslanden  
 Over vijf jaar: Tien medische apparaten verkopen, exponentiele groei, achtduizend Goodscope's verkocht.

baan bij Friesland Campina kunnen opzeggen. Drexhage: “We zitten nog in de R&D-fase en hebben nog geen product verkocht.”

Het product is de video-laryngoscoop, “een verschrikkelijk woord”, vindt Drexhage, en door haar daarom omgedoopt tot Goodscope. Artsen gebruiken een laryngoscoop om voor een operatie een beademingsbuis in te brengen om de patiënt te beademen. Een videocamera helpt om de buis goed tussen de stembanden door naar de luchtwegen te begeleiden. “Er zijn al veel video-laryngoscopen op de markt, maar die zijn heel duur en sluiten niet goed aan op de lokale context”, vertelt Drexhage. “Wij hebben het scherm losgekoppeld, zodat de arts ook een telefoon of tablet kan gebruiken. Het product is volledig herbruikbaar en werkt intuïtiever, zodat minder training nodig is.”

Ziekenhuizen en kennisinstanties waren en zijn bereid om met Drexhage mee te denken. “Maar op het moment dat je op zoek gaat naar een zakenpartner om onderdelen in te kopen of afspraken te maken, dan merk je wel dat je heel jong bent”, zegt Drexhage. Bedrijven vinden het tricky om te investeren. “Uiteindelijk moet je die ene gek vinden die zegt: we gaan ervoor.”

De droom is om Layco uit te breiden met veel meer producten. “Dat is ook een valkuil, er zijn nog zo veel producten te ontwikkelen.” De Goodscope willen ze in februari 2022 af hebben. Het moet dan nog wel de certificering door. “We verwachten dat we over ongeveer een jaar de eerste Goodscope kunnen verkopen.” 

# De schaduwzijde van virusremmers

Virusremmers verstoren de aanmaak van nieuwe virussen maar bij te lage doses kan resistentie ontstaan. Prof. Nynke Dekker liet voor het eerst zien hoe dat gaat.

**D**e onderzoeksgroep van prof.dr. Nynke Dekker (faculteit Technische Natuurwetenschappen) heeft de moleculaire oorsprong van recombinitie in virussen doorgrond, ofwel, hoe nieuwe virusvarianten kunnen ontstaan. Dat virusvarianten rampzalige gevolgen kunnen hebben, is inmiddels evident. Dekker verstoort de moleculaire machine (polymerase geheten) die een kopie maakt van het RNA van een virus. Polymerase leest de bouwstenen in een RNA-keten en plaatst telkens de volgende bouwsteen op de juiste plek in de kopie. Zo vermenigvuldigt een virus zich.

De verstoring komt van een molecuul dat erg veel lijkt op één van de bouwstenen, maar er toch niet lekker tussen past. Daardoor loopt het kopieerproces vast en komt de opmars van het virus tot stilstand. Dat is althans één van de mogelijke uitkomsten van het antivirale middel dat Dekker beproefde.

Andere mogelijkheden zijn dat het kopieerproces toch weer op gang komt, maar foute kopieën maakt. Foute kopieën zullen meestal defecte virussen opleveren. Maar door toeval



Prof.dr. Nynke Dekker: "Wij hebben nu voor het eerst laten zien dat een antiviraal middel ervoor zorgt dat een polymerase sprongen in het RNA veroorzaakt."

kan ook een beter virus ontstaan dat resistent is en/of besmettelijker dan het origineel. Dat is, althans in theorie, een mogelijk risico van antivirale middelen.

### Resistentie

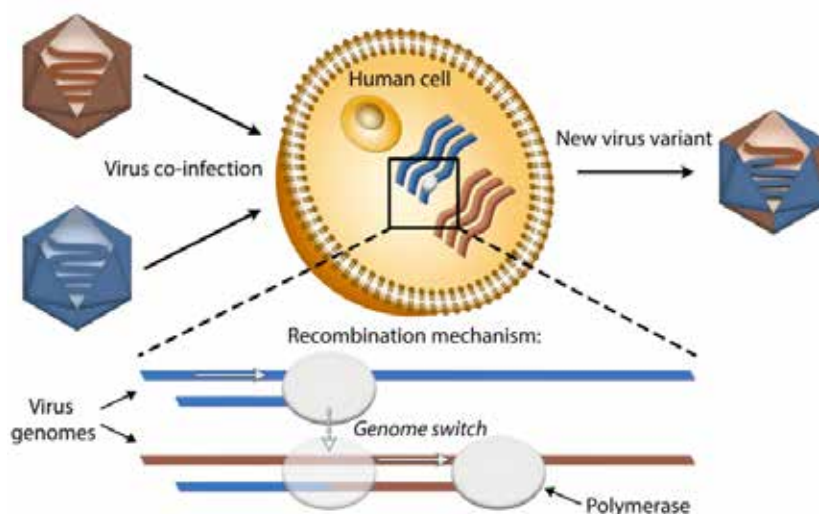
Hoe zit dat in de praktijk? Prof. dr. Louis Kroes is afdelingshoofd medische microbiologie aan het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC). “Wij behandelen mensen met virale infecties en gebruiken daar antivirale middelen bij”, vertelt Kroes. Hij kent voorbeelden van mutaties als gevolg van behandeling van antivirale middelen. “Lamivudine werd als eerste middel ingezet tegen Hepatitis B-infectie, maar was eigenlijk een anti-HIV-middel. Er ontstond al gauw resistentie als gevolg van mutaties in het virus.”

Kroes heeft ervaren dat te laat beginnen met een therapie, niet-specifieke middelen inzetten en het niet bereiken van een volledige remming het risico op resistentie vergroten.

Resistentie is het gevolg van gunstige mutaties. “Wij hebben nu voor het eerst laten zien dat een antiviraal middel ervoor zorgt dat een polymerase sprongen in het RNA veroorzaakt”, vertelt Dekker enthousiast. “Voor zover ik weet worden medicijnen er niet op gescreend of ze op deze manier veranderingen in het RNA in de hand werken.”

### Supervirus

Volgens Kroes hebben farmaceuten wel degelijk oog voor het risico van mutanten. Bij de bestrijding van corona met het middel Remdesivir bijvoorbeeld, betaalt de fabrikant voor genetische analyses van het virus tijdens de behandeling om controle te houden op de mutaties. Voor zover Kroes gezien heeft was er bij corona weinig genetische variatie. “Ik leid eruit af dat het virus



Recombinatie is een belangrijk evolutionair mechanisme bij RNA-virussen dat aanpassing en genetische diversiteit stimuleert. Recombinatie treedt op wanneer ten minste twee virussoorten dezelfde (menselijke) gastheercel co-infecteren en genetische segmenten uitwisselen. Het onderzoek onthulde het onderliggende moleculaire mechanisme en de triggers van het overspringen van polymerase tussen verschillende ouderlijke virusgenomen tijdens RNA-replicatie, wat kan resulteren in recombinitie en de daarmee gepaard gaande nieuwe genetische combinaties. (Beeld: University of North Carolina/TU Delft)

niet veel druk ondervindt van het middel.” Om diezelfde reden raadt de wereldgezondheidsorganisatie WHO de inzet van het middel bij covid-19 af, ongeacht de ernst van de ziekte, meldt dr. Richard Janissen, collega-

### Om diezelfde reden raadt de WHO de inzet van het middel bij covid-19 af

onderzoeker van Nynke Dekker en eerste auteur van de publicatie.

### Magnetisch pincet

Onderzoekers in het Nynke Dekker Lab bouwden een opstelling waarmee ze een enkel RNA-kopieerproces op de voet kunnen volgen. Met een ‘magnetisch pincet’ kunnen ze als het ware voelen wat er precies gebeurt tijdens het kopiëren, ook wanneer dat wordt verstoord door een virusremmer. Ze publiceerden hierover in het blad *Molecular Cell*.

In samenwerking met de Universiteit van North Carolina (Verenigde Staten) en de Chang Gung University (Taiwan) toonden TU-onderzoekers aan dat recombinitie kan toenemen onder druk van virusremmers. Cellen werden geïnfecteerd met het virus, en de hoeveelheid gerecombineerd virus RNA gemeten. Een deel van de cellen kreeg een virusremmer toegediend die het RNA-kopieerproces verstoort. Onder die laatste groep was er ook meer gerecombineerd RNA meetbaar, precies wat de moleculaire metingen in Delft voorspelden. In algemene zin zou dit kunnen betekenen dat men zou moeten waken voor te lage doses virusremmers, die wel recombinitie doen toenemen maar niet genoeg virussen doden. Dekker benadrukt dat vooral de basiskennis over deze processen is toegenomen. “We zijn begonnen met de moleculaire mechanica. Daarna hebben we hetzelfde proces in levende cellen gezien. Dat was erg interessant om te beleven.”

**D**e morfologische ontwikkeling onderzoeken van strand en duinen op een jong man-made eiland (zie kader), is al best bijzonder. Extra bijzonder is het als dat eiland onbewoond is en je er een week mag blijven. Tien Delftse masterstudenten civiele techniek (en hun begeleiders) schreven er zelfs een beetje geschiedenis mee. In de nog jonge historie van

de Marker Wadden waren ze de eerste studentengroep die er meerdaags onderzoek deed vanuit het daarvoor bestemde veldstation en de groepsaccommodatie. Ze waren er voor het vak fieldwork hydraulische engineering.

#### Sociaal experiment

Florine Speth is een van de studenten. "Ik had er zin in, maar zag er vooraf ook wel

trekjes in van een sociaal experiment: 'ga een week naar een onbewoond eiland met tien studenten die je amper kent'. Maar het was heel gaaf, zeker als aan het einde van de middag de laatste veerboot met dagbezoekers vertrok en we het eiland voor onszelf hadden. De stilte, de diepe duisternis 's avonds – heel bijzonder, het was prachtig sterrenkijken.

Lees verder op pagina 30

# Op een onbewoond eiland

Tien Delftse masterstudenten waterbouwkunde hadden eind september de primeur om als eersten meerdaags onderzoek te doen op de Marker Wadden. “Na vijven hadden we het eiland voor onszelf.”



De installatie van jetpalen. Op de palen komt de acoustic doppler velocimeter, om in de branding nauwkeurig de stroomsnelheid en golfrichting vast te kunnen stellen. (Foto: via Anne Ton)

Ze vervolgt: “Leuk vond ik ook dat de eilandwachters en bezoekers erg geïnteresseerd waren in wat we deden. We werden regelmatig aangesproken tijdens onze metingen. Voor mij onderstreepte dat hoe speciaal het is om hier onderzoek te mogen doen.”

Dat de studenten uitgerekend op de Marker Wadden de fijne kneepjes van het veldwerk konden leren, was mede te danken aan de contacten die onderzoeker Anne Ton heeft met eigenaar Natuurmonumenten. Voor haar PhD-project was ze er al een keer of tien eerder geweest

(‘ik kwam er al toen de eilanden nog een puist zand waren; ik heb ze echt zien ontwikkelen’) en ze wist dat Natuurmonumenten er graag onderzoekers verwelkomt. Samen met de studenten bracht ze nu, onder de vlag van en in opdracht van Nationaal Park Nieuw Land,

### Man-made natuur

De Marker Wadden bestaan uit vijf onbewoonde eilanden op hemelsbreed 9 kilometer van Lelystad, waarvoor 30 miljoen kubieke meter zand, klei, slib en veen zijn opgespoten (zie Boskalis' making of video). Alleen het hoofdeiland is (beperkt) toegankelijk voor mensen. De eilanden zijn aangelegd met het oog op ecologisch herstel van het Markermeer. Daar was ooit de laatste Zuiderzeepolder bedoeld; de dijk (Enkhuizen-Lelystad) ligt er al sinds 1976. Maar de inpoldering werd afgeblazen en het

Markermeer veranderde in een dode bak water vol ronddwarrelend slib. De aanleg van de Marker Wadden (2016) moet daar verandering in brengen. Het project heeft tot dusverre positieve ecologische resultaten: het slib bezinkt en flora en fauna herstellen zich razendsnel. Twee nieuwe natuureilanden zijn momenteel in de maak. De Marker Wadden vallen onder het in 2018 aangewezen nationaal park Nieuw Land, een belangrijke tussenstop op de vogeltrekroute tussen Scandinavië en Afrika.

de ontwikkelingen op en rond de zandige randen van Marker Wadden in kaart.

Ondanks haar vertrouwdheid met de plek, overnachtte Ton er nooit eerder. “Zou ik dat idee niet te veel geromantiseerd hebben, vroeg ik me vooraf af. Maar nee, je komt écht in een soort bubbel als je een week op een onbewoond eiland bent. Vooral 's avonds had ik sterk het gevoel los van de wereld te zijn. Terwijl we hemelsbreed helemaal niet zo ver van de bewoonde wereld waren. De lampjes van Lelystad en Almere waren 's avonds goed te zien vanaf het eiland.”

### Niet even naar het lab

Veldwerk op zo'n bijzondere plek vraagt om een bijzondere voorbereiding, vertelt student Koen van Asselt. “Een van de grote uitdagingen was om alle spullen mee te krijgen, zowel levensmiddelen als onderzoeksmaterialen”, vertelt hij. “Ook moet je vooraf heel goed bedenken wat je allemaal nodig hebt. Tussendoor even naar het lab of de Gamma om iets op te pikken, is immers geen optie. Door die beperking leer je ter plekke te improviseren.”

### Metingen

De studenten maakten lange dagen; van 9 tot 19 uur verrichtten ze in tweetallen allerlei verschillende soorten metingen: op land, in het water en zelfs in de lucht. Onder leiding van docenten Matthieu de Schipper en Sander Vos leerden ze bijvoorbeeld werken met de ADV, de acoustic doppler velocimeter, om in de branding nauwkeurig de stroomsnelheid en golfrichting vast te stellen. Of met een stereovisie, twee camera's die op vaste afstand van elkaar in een bepaalde sequentie opnames maken en zo een 3D-beeld



Met camera's op de schroefpalen wordt door stereovisie een 3D-beeld gemaakt van het duin. (Foto: via Anne Ton)

vormen van het nog piepjonge land. Met de meegenomen drone leerden de studenten de techniek om opnames te maken waarmee bodemhoogtes zijn vast te stellen. Onderzoeker Ton: “Al die gegevens samen vertellen veel over de hydrodynamica en morfologie op en rond de Marker Wadden: waar knabbelen wind en water welke bodemdeeltjes weg, waarheen worden ze verplaatst? Voor het behoud van de Marker Wadden is het superbelangrijk dat we goed begrijpen hoe de eilanden zich gedragen. De data uit de metingen van de studenten zijn van grote waarde daarvoor.”

Student Koen van Asselt vond het een verademing om de hele dag buiten bezig te zijn. “En dan ook nog in nauwe samenwerking

met anderen; het contrast met de corona-afzondering van vorig jaar kon bijna niet groter” vertelt hij.

### Vakidioten

Lovend is hij over de onderlinge dynamiek van de in totaal veertien studenten en begeleiders. “Iedereen was sterk begaan met hoe het veldwerk verliep. De korte bijpraatsessies 's avonds waren maar zelden écht kort; meestal werd er lang nagepraat over interessante observaties. Het is me wel duidelijk nu: zet een stel *coastal engineers* op een onbewoond eiland en het worden vanzelf vakidioten.”

# Vakkenvullende robot zelfstandig aan de slag

Een robot die winkelpersoneel helpt door zelfstandig door de supermarkt te bewegen en producten op hun plaats te zetten. Volgens onderzoeker Carlos Hernández Corbato kan dit in de toekomst. Als de robot tenminste is ingespeeld op de uitdagende dynamiek in een supermarkt.



Carlos Hernández Corbato ontwikkelt robots die zich kunnen aanpassen aan de omstandigheden.

**C**arlos Hernández Corbato onderzoekt de dynamiek van robots bij de afdeling Cognitive Robotics van 3mE (faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen). “Ik ben in mijn onderzoek bezig om met behulp van kunstmatige intelligentie (AI) de machines slimmer en betrouwbaarder te maken door hen symbolische kennis te leren. Het doel is om ‘robothersenen’ voor intelligente robots te ontwikkelen zodat ze hun beslissingen kunnen uitleggen. Op deze manier kunnen mensen de robots

vertrouwen om mee samen te werken.” Een supermarkt is typisch een plek waar voortdurend onverwachte dingen gebeuren. Niet alleen staan er duizenden producten met uiteenlopende vormen en kleuren, er wandelen ook steeds mensen in en uit. Hoe kan een zelfstandig opererende machine daar veilig, efficiënt en intelligent mee omgaan?

## Symbolische kennis

Door symbolische kennis te activeren die wij mensen ook gebruiken, zegt Hernández Corbato. “Een blad met vier poten eronder herkennen wij als een symbool: ‘tafel’. Wij hebben er geen foto voor nodig. Wanneer we

dergelijke symbolentaal coderen en geschikt maken voor robots, kunnen zij complexere taken uitvoeren.” Eén blik met zijn camera-ogen en de robot weet dat hij tegenover een object staat waarop je borden en kopjes kunt zetten. Op basis daarvan kan hij besluiten wat te doen. De versnelling die dat oplevert moet robots in staat stellen meerdere handelingen tegelijkertijd uit te voeren: navigeren, voorwerpen oppakken en verplaatsen, en uiteindelijk ook communiceren met mensen.

Voor Hernández Corbato komt in het onderzoekprogramma AI for Retail Lab van supermarktketen Ahold Delhaize alles samen dat hem



fascineert aan kunstmatige intelligentie. Werken in de detailhandel vereist een breed scala aan vaardigheden voor de robot: hij moet zijn dynamische omgeving kunnen waarnemen, navigeren daar waar nodig, samenwerken met mensen en objecten kunnen pakken. En dit soms allemaal tegelijk. Het draait voor Hernández Corbato om de vraag welke algoritmes er nodig zijn om een machine net zo intelligent te laten reageren als een menselijk brein. Als specialist in software voor autonoom opererende robots won hij in 2016 de Amazon Picking Challenge met een team van de TU Delft. Daarbij zette een robotarm foutloos producten uit een container op hun plek in een schap.

De 'supermarktrobot' is nog veel uitdagender. Dit vereist namelijk de sprong van een statische fabrieksomgeving naar de dynamiek

## 'We moeten robots zelfbewustzijn meegeven zodat we ze kunnen vertrouwen'

van een winkel. De traditionele manier, waarbij robots leren van de data die ze verzamelen, is daarvoor te omslachtig. De robot zou dan al vastlopen bij het voorraadbeheer. Je kunt niet voor iedere sinaasappel, fles, soepblik, melkpak of komkommer een robotbehandeling op maat programmeren.

"We willen symbolische kennis in één keer in het besturingssysteem van de robot injecteren", zegt Hernández. "Als die kennis beschikbaar is, kan hij zich voortdurend aanpassen aan zijn veranderende omgeving. Bijvoorbeeld door daarvoor een andere handbeweging te downloaden."

De robot moet zelfstandig een ander algoritme kunnen kiezen als hij onderweg een probleem tegenkomt. Zodat hij een blikje dat uit zijn handen

valt weer kan oppakken, of de greep van zijn hand iets kan wijzigen bij het oppakken van een onbekend object. De technici hebben al een proefwinkel ingericht waar robot Tiago ermee kan oefenen. Het moet over pakweg vijf jaar machines opleveren met een mobiele basis, twee armen en twee camera-ogen, die 24 uur per dag zelfstandig supermarkt schappen bijvullen. En dat moeten ze onder alle omstandigheden kunnen, dag en nacht.

### Zelf nadenken

Dat laatste geldt niet alleen voor de supermarktrobot. Feitelijk zou elke robot een 'volgende generatie' besturingssysteem moeten krijgen om beter met veranderende omstandigheden te kunnen omgaan. Hiervoor moet de robot naast verschillende robotvaardigheden ook cognitieve vaardigheden geïntegreerd krijgen in zijn systeem zodat hij kan nadenken over deze skills. De robot moet begrijpen hoe hij deze kan gebruiken en wat de consequenties kunnen zijn van zijn acties. Hernández Corbato: "Kortom, we moeten robots (of wat voor soort intelligent autonoom werkend systeem) zelfbewustzijn meegeven zodat we ze kunnen vertrouwen."

Dit is de kerngedachte achter het

Europese project Metacontrol for ROS2 systems (MROS) dat de afdeling Cognitive Robotics recentelijk heeft afgerond. De AI-techniek die Hernández Corbato hiervoor gebruikte heet de 'metacontrol' methode. Deze beschrijft op een gestructureerde manier de eigenschappen en vaardigheden van de robot, waardoor deze de kennis kan gebruiken om problemen te overwinnen.

### Prototypes

In het kader van dit onderzoek ontwikkelde hij verschillende prototypes van deze volgende generatie robots met Bosch Corporate Research, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Politecnica de Madrid en IT University Copenhagen. Presteren deze beter dan traditionele robots? "Ja, ze navigeren veiliger en kunnen zich, dankzij hun symbolische kennis, aanpassen aan de omstandigheden. Toen een sensor kapot ging, lukte het om zelfstandig over te schakelen op een andere", vertelt Hernández enthousiast. "Dat is waar we naartoe willen: een robot met voldoende verstand om te kunnen omgaan met mislukkingen."

## VAN TECHNOLOGIE NAAR DE MENS

De focus in robotontwikkeling ligt normaal gesproken op de techniek, of het versnellen van productieprocessen. De TU Delft legt de focus juist op mensen, met name op vakmensen in fysieke beroepen. In het nieuwe TU Delft Vision Team Robotics werkt de universiteit samen met sociale en geesteswetenschappers, maar ook met mensen uit de samenleving. "Er is geen tekort aan mensen maar aan goede banen, en technologie kan bijdragen aan het helpen verbeteren van de banen," zegt David Abbink, hoogleraar Human-Robotinteractie en vertegenwoordiger van dit Vision Team. "Veel werk in fysieke beroepen moet gezonder, veiliger, zinnvoller of uitdagender worden dan het nu is."

# De beste afstudeerders van 2021

Zhuo-ming Shia is verkozen tot beste afstudeerder van de TU Delft 2021. Hij kreeg, net als de zeven andere genomineerden, een hoog cijfer van de examencommissie. Shia ontwierp een sociaal verantwoord proces voor grootschalig woningontwerp.



Zhuo-Ming Shia: "Sociale architectuur heeft veel te maken met het stellen van de juiste vragen."

**D**e TU Delft Best Graduate Award Ceremony, georganiseerd door het Universiteitsfonds Delft, werd dit jaar live uitgezonden vanuit de Aula. De acht beste afstudeerders (één van elke faculteit) presenteerden hun afstudeerscriptie en vertelden het persoonlijke verhaal achter hun onderzoek. Wie zijn zij en wat maakt hun werk bijzonder?

## Zhuo-Ming Shia

(BOUWKUNDE)

Het wereldwijde tekort aan woningen was voor Zhuo-Ming Shia aanleiding om een proces te ontwerpen voor grootschalige woningbouw met

oog voor het individu. In zijn ontwerpproces worden al vroeg de bewoners betrokken. "Als architecten moeten we ons bezighouden met urgente problemen in de samenleving", zegt hij. "Het mag nooit alleen maar gaan om lucratieve projecten die interessant zijn voor de architect." Zijn methode is bedoeld voor massawoningbouw, maar met ruimte voor maatwerk. Zelf ervoer hij in Beijing hoe door de toenemende behoefte aan woningen, nieuwe appartementsgebouwen steeds verder van de stad komen te liggen. "Mensen moeten verhuizen van hun sociale verbanden en dat heeft grote impact op de levensstandaard." Shia kreeg de extra onderscheiding 'Best Design'.

## Eduardo Gutiérrez Prieto

(WERKTUIGBOUWKUNDE, MARITIEME TECHNIEK EN TECHNISCHE MATERIAALWETENSCHAPPEN)

De trilharen in ons lichaam zijn belangrijk voor onze gezondheid. Ze helpen om vloeistoffen, zoals slijm uit de longen, te verplaatsen. Eduardo ontdekte hoe trilharen in beweging komen: een inzicht dat de medische wereld kan helpen gezondheidsproblemen op te lossen. Gutiérrez Prieto: "Tot dusver vermoedde men dat de trilhaar in beweging werd gezet door een eiwit in het lichaam. Het is veel simpeler: trilharen trillen uit zichzelf. Mijn onderzoek maakt modellering veel simpeler en daardoor kunnen we het gedrag van trilharen veel beter voorspellen en beïnvloeden." Gutiérrez Prieto kreeg ook de extra onderscheiding 'Best Engineering'.

## Friederike Nintzel

(TECHNISCHE NATUURWETENSCHAPPEN)

Friederike Nintzel wil de farmaceutische en chemische industrie helpen vergroenen door de productie van medicijnen te verduurzamen. "De inzet van enzymen kan daarbij een belangrijke *game changer* zijn" zegt ze. "Enzymen zijn natuurlijke eiwitten die je als katalysator kunt inzetten om chemische reacties te versnellen. Momenteel worden schaarse grondstoffen als katalysator gebruikt.

Nadeel: enzymen reageren nog niet altijd precies zoals we voor ogen hebben en hun water *footprint* is groot.” Met het verpakken van de enzymen in een ‘jasje’ van gelei op basis van water loste ze beide problemen op. “De enzymen deden hun werk drie keer beter dan zonder ‘jasje.’”

### Riel Bessai

(INDUSTRIEEL ONTWERPEN)

Een modulaire stoel gemaakt van blokken waarin CO<sub>2</sub> zit opgeslagen en die je kunt ombouwen tot andere meubels. “Met mijn stoel Unito maak ik het wereldwijde CO<sub>2</sub>-probleem tastbaar en hoop ik mensen aan te zetten om op een andere manier naar onze consumptiemaatschappij te kijken, zegt Bessai. De Unito-blokken zijn gemaakt van *bio high-density polyethylene*: een bio-kunststof waarin je CO<sub>2</sub> kunt opslaan. In elk blok is ongeveer één kilogram CO<sub>2</sub> opgeslagen die dus niet in de atmosfeer terecht komt. “De blokken gaan minstens honderd jaar mee en zijn daardoor bovendien een duurzame vorm van CO<sub>2</sub>-opslag.”

### Rico Herzog

(TECHNIEK, BESTUUR EN MANAGEMENT)

Verstedelijking zorgt voor uitdagingen in de ruimtelijke planning. Rico Herzog bracht waardeconflicten binnen een stad in kaart en ontwikkelde een model om met die conflicten om te gaan. Door conflicterende waarden van bewoners en beleidsmakers duurt het soms jaren voordat een project, zoals de bouw van een luchthaven of woningen, van start gaat. Herzog: “Dat ligt niet zozeer aan inefficiëntie besluitvorming, maar aan het feit dat beleidsmakers en stedenbouwkundigen geen goed beeld hebben van welke waarden conflicteren en hoe ze daarmee moeten omgaan.” Aan de hand van Herzogs model kunnen stedenbouwkundigen betere keuzes maken voor het inrichten van de openbare ruimte.



Van links naar rechts: Marianne Schaaphok, Friederike Nintzel, Rico Herzog, Zhuo-Ming Shia, Riel Bessai, Sarah Hanus en Eduardo Gutierrez Prieto. Bart Duisterhof ontbreekt op de foto.

### Sarah Hanus

(CIVIELE TECHNIEK EN GEOWETENSCHAPPEN)

Door hogere temperaturen smelten sneeuw- en ijsmassa's steeds sneller, waardoor de afvoer van rivieren in sommige periodes sterk toeneemt. Hanus onderzocht hoe de waterafvoer in zes stroomgebieden in de Oostenrijkse Alpen verandert. Ze bedacht, ontwierp en ontwikkelde een nieuw hydrologisch model voor het voorspellen van toekomstige afvoerpatronen van regen- en smeltwater. “Dit model was heel complex, door de diverse data en de hoeveelheid data die ik erin wilde verwerken. Mijn eigen model coderen was het beste en het slechtste van mijn afstuderen. Toen ik het plots kloppend kreeg was ik euforisch.” Hanus ontving ook de extra onderscheiding ‘Best Engineering’.

### Marianne Schaaphok

(ELEKTROTECHNIEK, WISKUNDE EN INFORMATICA)

Twintig minuten onder lauwwarm water, dat is de eerste hulp bij brandwonden. Wiskunde kan een belangrijke rol spelen bij de keuze van de daaropvolgende behandeling. Maar dan moeten de modellen voor het herstel van de huid wel snel genoeg zijn. Met behulp van neurale

netwerken versnelde Marianne ze meer dan een miljoen keer. Schaaphok: “Neurale netwerken zijn vooral bekend vanwege hun gebruik bij beeld- en spraakherkenning. Nu groeit de interesse in het gebruik ervan voor dit soort acceleratiedoelinden. Schaaphok leverde naast een *proof-of-concept*, ook twee casestudies naar medische toepasbaarheid én een app die samenstelling van de huid op basis van gegevens zoals leeftijd, huidskleur, wondgrootte en wondlocatie kan bepalen.

### Bart Duisterhof

(LUCHTVAART- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK)

Drones ontwikkelen die kleiner en lichter zijn dan normale drones, maar toch dezelfde taken kunnen uitvoeren. Voor zijn masterscriptie maakte Bart Duisterhof slimme, goedkope minidrones die zelfstandig gaslekken kunnen opsporen. “Zulke ruimtes zijn vaak niet of slecht toegankelijk en je hebt te maken met explosiegevaar”, zegt Duisterhof. Een probleem voor hulpverleners, maar ook voor grote, kostbare drones. “De technologie kan ook worden toegepast voor andere doeleinden”, benadrukt Duisterhof. Duisterhof kreeg ook de extra onderscheiding ‘Best Engineer’.

# ‘We hebben maar één belang, dat is het maatschappelijke belang’



Mike ten Wolde: “Financieel is de energietransitie haalbaar – we hebben het over enkele procenten van ons bruto binnenlands product – technisch is het ook haalbaar.”

Sinds de ramp in Fukushima propageert alumnus Mike ten Wolde over te stappen op duurzame energie. Met zijn werk bij TenneT zit hij wat dat betreft op de juiste plek. Daar wordt hard gewerkt aan de uitdagingen van de energietransitie.

**T**en Wolde zit helemaal op zijn plek bij TenneT: een combinatie van techniek en finance had al heel lang zijn belangstelling. Tijdens zijn bachelor werktuigbouwkunde deed hij de minor finance, daarna zocht hij een master waar hij zijn passie voor techniek en finance in kwijt kon. Het werd Transport, Infrastructuur en Logistiek, de gezamenlijke opleiding van de drie faculteiten Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek

en Materiaalwetenschappen (3mE), Civiele Techniek en Geowetenschappen (CiTG) en Techniek, Bestuur en Management (TBM). “Mijn vrije ruimte vulde ik met mastervakken financiële wiskunde”, vertelt hij. Ook studeerde hij een half jaar aan de ETH Zürich, die samen met de Universiteit Zürich een quantitative finance-programma aanbood. “Op de ETH Zürich volgde ik onder meer vakken in energy economics, over de financiële impact van energie. Ik leerde er bijvoorbeeld

de term Dutch Disease. Het wordt de Hollandse ziekte genoemd omdat in de jaren 60 – door de ontdekte aardgasreserves en de verkoop van een deel daarvan aan het buitenland – de waarde van de gulden steeds meer steeg. De concurrentiepositie voor het bedrijfsleven werd daardoor steeds slechter.”

### Het begin van de energietransitie

Ten Wolde studeerde aan de ETH Zürich toen de kernramp in Fukushima zich voltrok in 2011. “Toen gebeurden er dingen ver van ons bed, maar ook dichterbij huis. Japan sloot versneld zijn kerncentrales en ging meer steenkool importeren, met als gevolg een verhoogde CO<sub>2</sub>-uitstoot. En Duitsland besloot dit ook te doen en ging meer bruinkool verstoffen”, vertelt hij. “Sindsdien verkondig ik tegen al mijn vrienden: ja, duurzame energie moeten we doen. Maar men vergeet het belangrijkste: de infrastructuur die je daarvoor nodig

### ‘Wetenschappers zouden vaker een standpunt mogen innemen’

hebt.” Daar legt hij zich nu op toe bij TenneT. Want na jaren als consultant, fusies en overnames te hebben geleid, en ook nog een jaar bij een investeringsmaatschappij, stelde hij zich vorig jaar de vraag: waar wil ik me nu aan verbinden? “Juist toen kwam de vacature bij TenneT op mijn pad. Nu kan ik als het ware van mijn interesses mijn werk maken.”

Als adviseur business development bij TenneT bevindt hij zich in het hart van de energietransitie. TenneT gaat de komende negen jaar vijf à zes miljard euro per jaar investeren in de voor de energietransitie benodigde infrastructuur, nieuwe technologie en digitalisering. Hoewel de uitdagingen groot zijn, heeft Ten Wolde er vertrouwen in. “We weten waar we

naar toe moeten. Als we er met zijn allen de schouders onder zetten, moet het lukken. Financieel is het haalbaar – we hebben het over enkele procenten van ons bruto binnenlands product – technisch is het ook haalbaar. Alleen beleidstechnisch zou er nog meer snelheid moeten komen. Van de acht tot tien jaar die we nu als TenneT voor een infrastructureel project nodig hebben, zit er zes of zeven jaar in het vergunningentraject. Als we de energietransitie willen versnellen, zullen we dat vergunningentraject korter moeten maken.”

### Fietsenmaker

De TU Delft herinnert hij zich vooral als een plek waar veel mogelijk was als je hard studeerde. En dat deed hij: “Samen met mijn groepje afstudeerders kregen we het hoogste cijfer van dat jaar voor ons bachelor-eindwerk. Dat is een mooie herinnering.” De geuzennaam fietsenmakers eer aandoend, ontwikkelden ze een methode om fietsontwerpen te modelleren en te testen. “Samen met Batavus maakten we een aanpasbaar frame, zodat je een fiets kon dimensioneren met bepaalde karakteristieken. We keken bijvoorbeeld naar wat er gebeurde als er een kinderzitje voorop zat. Via allerlei sensoren verkregen we meetdata om te kijken of het zo werkte als we gemodelleerd hadden. Vervolgens legden proefpersonen een parcours af en moesten dan een vragenlijst invullen hoe ze het ervaarden. Een van de dingen die in die periode bekend werd, is dat wie linksaf wil slaan, eerst een beetje naar rechts zal sturen. Je zwenkt dan een beetje uit. Dat zagen we terug in de data. Ons onderzoek is destijds ook gepubliceerd.”

### Ingenieur voor het leven

Het contact met zijn alma mater is altijd gebleven. Hij is al heel wat jaren lid van het alumni-panel. “We proberen

het alumniteam te helpen bij het op de juiste manier aandacht besteden aan alumni. In mijn ogen heb je elkaar namelijk blijvend nodig, door je hele leven heen. Ingenieur ben je voor het leven. Hoe kun je dus je studenten blijvend aan je binden als universiteit? Eigenlijk hebben we ons doel daarin al bereikt, dankzij het huidige alumniteam dat heel goed werk doet. Alle randvoorwaarden zijn er, dan zou die verbintenis moeten volgen.” Als hij iets zou kunnen veranderen bij TU Delft, dan betreft dat de deelname aan het maatschappelijke debat. “Wetenschappers zouden vaker een standpunt mogen innemen. Er zijn TU Delft-hoogleraren die dat wel doen. TU Delft heeft gigantisch veel kennis in huis, met de beste experts in allerlei vakgebieden. Laat ze die kennis overbrengen op politici die het beleid maken. Ik zeg altijd, ook tegen mijn collega’s bij TenneT: we hebben maar één belang, dat is het maatschappelijke belang.”

#### Contact:

Vragen, opmerkingen of ideeën?

E-mail: [alumnirelations@tudelft.nl](mailto:alumnirelations@tudelft.nl)

Website: [alumni.tudelft.nl](http://alumni.tudelft.nl)

Community: [tudelftforlife.nl](http://tudelftforlife.nl)



‘TU Delft for Life’ is de online community voor alle Delftse alumni. Bred je netwerk uit, kom in contact met oud studiegenoten en blijf op de hoogte van het laatste nieuws en evenementen. Meld je aan via [tudelftforlife.nl](http://tudelftforlife.nl). Je kunt er ook je gegevens of communicatievoorkeuren wijzigen.

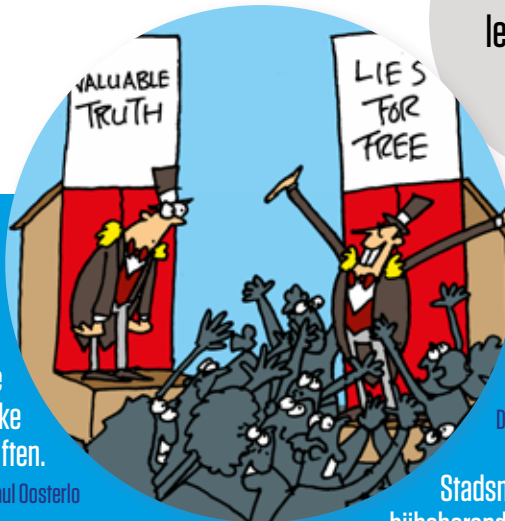
## HORA EST

Waarheid  
 is duur, maar  
 leugens zijn gratis.

Daniël Bouman

De covid-19-pandemie heeft aangetoond dat de impact van complottheorieën op sociale media net zo groot kan zijn als die van artikelen in wetenschappelijke tijdschriften.

Paul Oosterlo



De samenleving heeft een slecht geheugen en vereist af en toe een ramp ter herinnering aan wat haar prioriteiten zijn.

Daniël Bouman

Stadsmobiliteit door de lucht en de bijbehorende ontwikkeling van eVTOL-voertuigen

We zijn omringd met genoeg goede ideeën om onze wetenschappelijke problemen op te lossen, maar missen de correcte richting om de juiste oplossingen te vinden.

Paul Johan Denissen

is de beste manier om investeringen aan te trekken en technologie te ontwikkelen die nodig zijn om de volledige luchtvaartsector te verduurzamen.

Tom Stokkermans

Gebruiksvriendelijke interfaces zijn niet de oplossing voor complexe modellen.

Bas des Tombe

In plaats van een katalysator voor veranderingen, is anonimiteit het grootste probleem van sociale netwerken.

Sining Pan

Wintersport is een zelfvernietigende industrie.

Joeri Frederik

Het gemak en de beschikbaarheid van computers tegenwoordig heeft een negatieve invloed op de gemiddelde productiviteit.

Daniel Kraak

Miniaturisering verlegt technologische barrières en leidt altijd tot nieuwe fysieke inzichten en ontdekkingen.

Maurice Krielaart

Ziekten komen in de mond, rampen komen uit de mond.

Ziuhan Chen

Gepersonaliseerde online advertenties zijn een bedreiging voor de open samenleving.

Leon van der Graaff

Bij wetenschappelijk onderzoek is het noodzakelijk om de balans te bewaren tussen volharding in een bepaald gezichtspunt en de bereidheid tot compromissen met alternatieve perspectieven.

Wenting Ma

Voor PhD-onderzoek moet er meer nadruk komen op samenwerkingen in plaats van op individuele prestaties.

Michelle van der Helm

# Tech for Energy

## Samen versnellen we de energietransitie

Twintig procent van de Nederlandse energiebehoefte komt uit de huizen, buurten en wijken waar we met z'n allen wonen. Wanneer we erin slagen om die energievraag CO<sub>2</sub>-neutraal te maken, zetten we een grote stap vooruit in de energietransitie. Met het project 24/7 Energie Lab ontwikkelen we daarom een lokaal, autonoom en CO<sub>2</sub>-vrij energiesysteem voor de bebouwde omgeving. Hiervoor gebruiken we alle kennis en innovaties van de TU Delft en andere partners en combineren en testen we bestaande en nieuwe technologie in het unieke *living lab* 'The Green Village'. Daarbij kijken we nadrukkelijk ook naar betaalbaarheid, acceptatie en regelgeving.

### Living lab The Green Village

We staan in Nederland aan het begin van een enorme energietransitie. Noodzakelijk om onze CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen en bij te dragen aan het beperken van de opwarming van de aarde. Het gebruik van olie, gas en kolen zal langzaam maar zeker afnemen. Het gebruik van duurzaam opgewekte elektriciteit zal spectaculair stijgen. Maar hoe zorgen we ervoor dat energie opgewekt door wind- en zonnekracht altijd beschikbaar is? En hoe maak je het huidige elektriciteitsnetwerk geschikt voor het grote aanbod van en vraag naar stroom?

“Dit project is mijn manier om een **steentje bij te dragen**. Om lokaal **impact** te maken en anderen te **inspireren** hetzelfde te doen. Zodat ik tegen mijn kleinkinderen kan zeggen: **ik heb gedaan wat ik kon**”

**Prof.dr. John Schmitz**

Een deel van het antwoord ligt in het aanpassen van de stroomvoorziening van de huishoudens in de bebouwde omgeving. Want stel je eens voor dat iedere buurt een lokaal energiesysteem heeft. Zonder uitstoot van CO<sub>2</sub> en zonder belasting van het landelijke energienetwerk. Dat zou een echte duurzame oplossing zijn! Aan de TU Delft zijn we gestart met de ontwikkeling van dat systeem. We bouwen aan een eerste installatie met opwekking van groene elektronen door zon en wind, energieopslag in batterijen en in waterstof én conversie van waterstof in elektronen. Dit gaat gebeuren in het *living lab* The Green Village op de TU Delft campus.



### ► Helpt u mee?

Met een donatie aan het Universiteitsfonds Delft maakt u uitbreiding van het 24/7 Energie Lab mogelijk en draagt u bij aan het versnellen van de energietransitie. Scan de code hiernaast of ga naar [tudelft.nl/techforenergy](https://tudelft.nl/techforenergy) voor meer informatie



# ALLEMAAL FAMILIE

Anders dan nu speelde de hospita in het studentenleven van vroeger een belangrijke rol. De eerste kamer van opa Cees Distelbrink (elektrotechniek 1958-1965) was op de Spoorsingel, aan de voorzijde, waar ieder kwartier een trein langs denderde. Daarna kwam hij bij een 'oud omaatje' terecht waar hij een jaar lang een kamer deelde met zijn jongere broer. "Dat was een beetje een vies huis. Onze hospita had kippen die overal mochten lopen. Wilde je een eitje bakken, dan moest je bij wijze van spreken eerst de kippen van het aanrecht halen."

Kleindochter Anne Jacobs is masterstudent strategic product design en woonde ruim zes jaar in dezelfde studentenflat. Ze deelde er een woning met zeven anderen, een hospita was er niet. "Het was er lang leve de lol. Alles kon en bijna alles mocht. Zo gaven we bijvoorbeeld ieder jaar een huisfeestje." Opa Cees en oma Manon knippen met hun ogen. Een huisfeest? Dat lieten ze vroeger wel uit hun hoofd. MvdV

## Van hospita tot tuinfeest

Binnen een familie studeren vaak hele generaties aan de TU Delft. In deze serie praten (groot)ouders en (klein)kinderen over hun studententijd.

