



DELFT | Nr. 4 | DEC 2020 | JAAR-GANG 37
INTEGRAAL |  TU Delft

Behnam Taebi
Waakhond
ationale
veiligheid

DINOSCHEDEL IN 3D
Herrijzenis door
ambacht en data

De beste
afstudeerders
2020



THEMA
Waterstof

Cover:
Het waterstofkstation in Rhoon staat een beetje van de weg af, en er staat geen groot bord bij. Dat is waarschijnlijk niet nodig, want de vaste klanten weten het toch wel te vinden. Er zijn er nu nog maar een paar in Nederland, maar dat staat op het punt te veranderen.
(Fotograaf Sam Rentmeester)

Voorwoord
Tim van der Hagen

Waterstof

Waterstof wordt wel de *missing link* genoemd in het toekomstige energiesysteem. Als energiedrager voor opslag en transport kan het de weg vrijmaken voor grote wind- en zonneparken op zee. Als alternatief voor aardgas kan het onze huizen verwarmen via de bestaande gasinfrastructuur. Als tankbare brandstof kan het de scheepvaart verduurzamen. Kortom, groene waterstof heeft de toekomst. Dat vindt ook onze overheid, die dit jaar een ambitieuze waterstofvisie voor Nederland presenteerde.

Om al die groene waterstof te produceren, hebben we wel elektrolyse-installaties nodig die op grote schaal water kunnen omzetten in zuurstof en waterstof met behulp van duurzaam opgewekte energie. En dat is nog maar één stap op weg van de visie naar de realiteit.

Het goede nieuws is dat we op onze campus onderzoek doen naar vele aspecten van de waterstof-economie, van

fundamenteel onderzoek naar nanodeeltjes om de productie efficiënter te maken tot aan pilotprojecten voor toepassingen. Van een groene toekomst naar een grijs verleden: de 66 miljoen jaar oude botfragmenten die 129 jaar geleden hun weg naar Delft vonden, zijn inmiddels met behulp van de modernste technologie gerestaureerd en de Triceratops-schedel is terug op het honk. Minder lang geleden, maar even boeiend is het verhaal van de eerste vrouwelijke ingenieur aan de Technische Hogeschool Bandung. Inmiddels zijn vrouwelijke ingenieurs gelukkig geen zeldzaamheid meer. Bij de verkiezing van TU Delfts Best Graduate zijn de mannelijke en vrouwelijke finalisten en winnaars de laatste jaren redelijk in evenwicht. En al is de nabije toekomst nog wat in het ongewisse, een toekomst die mede wordt vormgegeven door onze beste afstudeerders van dit jaar kijk ik met vertrouwen tegemoet.

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



KORT DELFTS
04

PERSOONLIJK
24

COLUMN
DEBORAH NAS
24

DE ZAAK
VANBOVEN
25

BANDUNG
EERSTE VROUWELIJKE INGENIEUR
32

STUDENTENWELZIJN
IN CORONATIJD
34

**ALUMNUS
VOLUNTEER**
TIMO GERRES
36

BOEKEN
38

UNIVERSITEITSFONDS
39

COLOFON

Redactie Saskia Bonger (hoofdredacteur),
Dorine van Gorp, Katja Wijnands
(eindredactie), Annebel de Bruijn, Tomas van Dijk,
Sam Rentmeester (beeldredactie),
Marjolein van der Veldt, Jos Wassink
Telefoon (015) 278 4848,
e-mail delftintegraal@tudelft.nl
tudelft.nl/delft-integraal/colofon
Medewerkers aan dit nummer
Sija van den Beukel, Agaath Diemel, Christian
Jongeneel, Auke Herrema, Desiree Hoving, Elise
Mooijman, Deborah Nas, Stephan Timmers
Ontwerp Maters en Hermesen
Vormgeving Liesbeth van Dam
Druk Quantas
Abonnementsadministratie
Adres- en andere wijzigingen naar
delftintegraal@tudelft.nl onder vermelding van
'Administratie' in onderwerpregel
Advertentie H&J Uitgevers, (010) 451 5510

Delft Integraal is een uitgave van de TU Delft

20

Behnam Taebi

Met het Safety & Security Institute wil hij Nederland en de hele wereld veiliger maken. Waarom is veiligheid zo belangrijk voor techniekfilosoof Behnam Taebi?



26

Dino herrijst

De Triceratops-schedel is terug in het Science Centre. Restaurateurs combineerden 66 miljoen jaar oude botfragmenten met wetenschappelijk gemodelleerde 3D-prints.



30

Beste afstudeerder

Elk jaar reikt het Universiteitsfonds een award uit aan een van de acht beste afstudeerders van de faculteiten. Wie zijn zij en wat doen ze?



KORT DELFTS

Meer wetenschapsnieuws op delta.tudelft.nl



FOTO: SM. RENTMEESTER

FOTO: SM. RENTMEESTER



Diversity officer

Hoogleraar smart products and environments David Keyson is op 1 september begonnen als diversity officer. Het is zijn opdracht om 'diversiteit, inclusie en gelijkwaardigheid bij de TU Delft te bevorderen'. Waarom is hij de aangewezen persoon voor deze functie? "Ik ben opgegroeid in een zeer progressieve familie",

vertelde Keyson in een interview met Delta. "Mijn oma voerde in het New York van de jaren dertig al actie voor gelijke rechten voor zwarten. De Nederlandse maatschappij is heel open, maar tegelijk is de TU Delft vrij blank. Er zijn weinig minderheden in hogere functies."



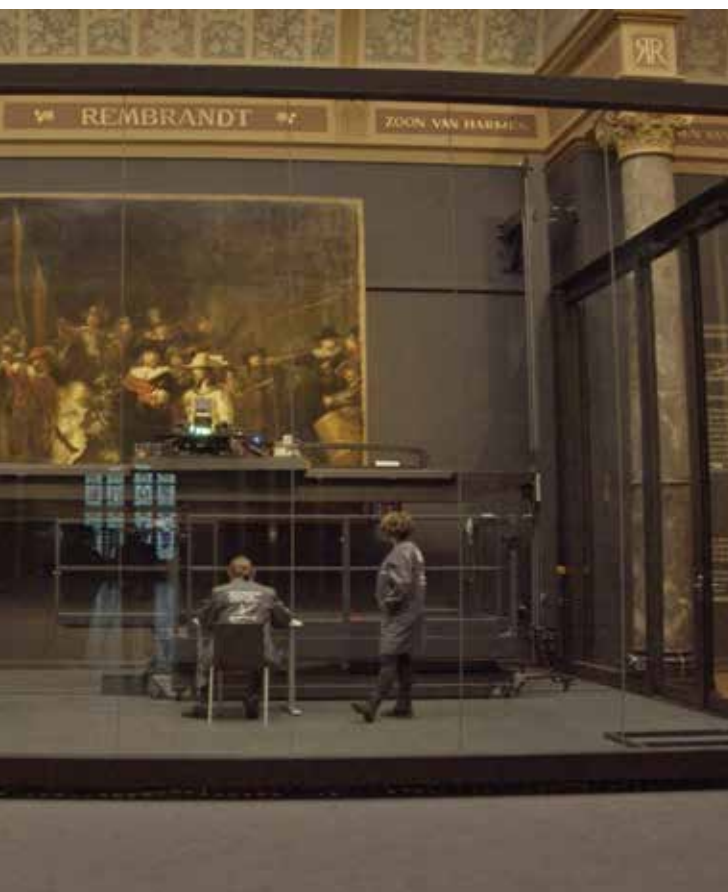
Nachtwacht gescand

IO-onderzoekster Willemijn Elkhuzen heeft afgelopen najaar het oppervlak van Rembrandts schilderij De Nachtwacht in het Rijksmuseum gescand. Nog niet eerder werd het reliëf zo uitgebreid bestudeerd. "Je kunt dit zien als een nulmeting", vertelt Elkhuzen. "Door de hoogteverschillen van de verf in kaart te brengen kunnen we goed zien wat de huidige staat is van het schilderij en welk effect de tand des tijds tot nu toe heeft gehad op het geschilderde oppervlak. Wanneer we dergelijke metingen herhalen, bijvoorbeeld over tien of twintig jaar, kunnen we ook te weten komen, hoe en in welk tempo veranderingen in het 3D oppervlak plaatsvinden."



Telefoon dumpen

Bij de aankoop van een nieuwe telefoon zou je de oude moeten inleveren om te recyclen. Toch leggen de meeste mensen hun afgedankte telefoon(s) in een lade, waardoor een circulaire economie in edelmetalen niet van de grond komt. Hoe kunnen ontwerpers helpen om een ‘cultuur van terugkeer’ te creëren, vroeg dr. Flora Poppelaars (Industrieel Ontwerpen) zich af. Als leidraad voor ontwerpers ontwikkelde Poppelaars tien principes in haar promotieonderzoek *Let It Go. Designing the Divestment of Mobile Phones in a Circular Economy from a User Perspective*, dat zij in oktober verdedigde.



Bekroonde online cursus



Dr. Andy van den Dobbelsteen, Eric van den Ham, Siebe Broersma en Tess Bloom (faculteit Bouwkunde) stonden in de finale van de 2020 edX-prijs voor uitzonderlijke bijdragen in online onderwijs met hun mooc ‘Zero-Energy Design: een aanpak om een gebouw duurzaam te maken’. De edX-prijs viert de bijdragen en innovaties van docenten en benadrukt de belangrijke rol die online onderwijs op grote schaal speelt in de ontwikkeling van onderwijs. Daarnaast won de korte film ‘Energy Slaves’ van deze cursus de Gold Heron Award voor creativiteit en innovatie.



Drie miljoen online cursisten

De TU Delft heeft de drie miljoenste inschrijving voor een online cursus op het edX platform geregistreerd. De aanmeldingen beleefden een piek vanaf medio maart, toen in veel landen de eerste lockdown begon. Het aantal inschrijvingen voor moocs (massive open online courses) verdrievoudigde toen van zo’n zesduizend naar 20 duizend per week.

Solar Energy was in september 2013 de eerste mooc van de TU Delft en trok tot nu toe de meeste aanmeldingen: meer dan 230 duizend. Sindsdien is het aanbod uitgebreid tot meer dan 120 moocs met onderwerpen die variëren van gezondheid tot de energietransitie en van quantum computing tot duurzame steden en de circulaire economie. Meer weten over online cursussen en moocs? Bezoek de website online-learning.tudelft.nl/courses of scan de QR-code.



Nieuwe partner voor QuTech

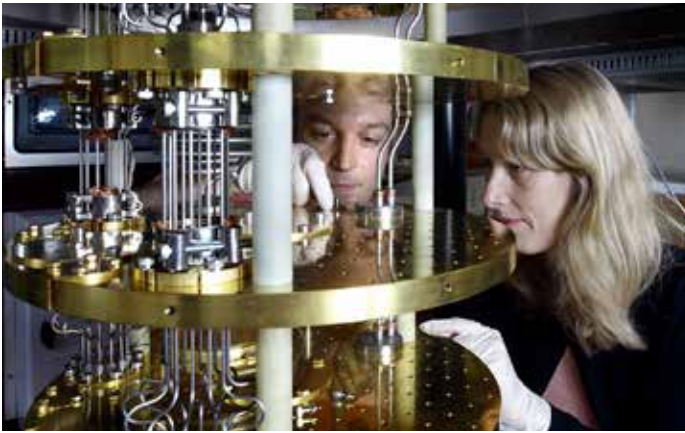


FOTO: SAM RENTMEESTER

Na Microsoft en Intel heeft nu ook de Japanse elektronica- en computerfabrikant Fujitsu een samenwerkingsovereenkomst met QuTech getekend. QuTech werkt aan de ontwikkeling van vier verschillende soorten quantumbits, ook wel: qubits. De ontwikkeling van supergeleidende quantumbits en quantumdots in silicium wordt mede ondersteund door de Amerikaanse chipfabrikant Intel. Microsoft heeft ingezet op de ontwikkeling van de ongreepbare Majorana's als quantumbit. En dankzij de deal met Fujitsu heeft ook de vierde variant, spin qubits in diamant, een industriële partner.



Statuettes in beeldenpark



FOTO: SAM RENTMEESTER

Kunstenaar Henk Zweerus (1920-2005) was tussen 1962 en 1982 lector Vormstudie en driedimensionaal ontwerpen aan de TU Delft. Hij had een eigen atelier op de universiteit. Bouwkunde-alumnus Johans Kreek wees de redactie erop dat in het beeldenpark van stichting World Art Delft aan de Rotterdamseweg vijftien zogenaamde statuettes staan uit zijn voormalige atelier. Zweerus schreef over deze beelden: 'Het atelier in Delft maakte het voor mij mogelijk om een serieel "rechthoekig vormonderzoek" te verrichten aan de hand van schetsontwerpjes. Het materiaal (witte) beton verkoos ik ter kostenbesparing en ten behoeve van de bestendigheid. Gedurende tien jaren heb ik achtereenvolgens zeventig ritmische variaties gecomponeerd volgens zo'n ordeningsprincipe.'



Flexibele vleugel vliegt met gevoel



FOTO: SAM RENTMEESTER

Een vliegtuigvleugel die windvlagen kan opvangen, net als een vogel, zo kun je de SmartX-Alpha van L&R-alumnus Tigran Mkhoyan omschrijven. Wanneer een vogel landt, vergroot hij de hoek van zijn vleugels ten opzichte van de wind zodat de wrijving toeneemt en de lift vermindert. Door met zijn veren plaatselijk de druk te voelen en met spiertjes de stand van de veren aan te passen reageert hij op fluctuaties in de wind. Het ontwerp van Mkhoyan doet hier nauwelijks voor

onder. Het bevat druksensors, glasvezels als zenuwbanen en servo's in plaats van spieren. Uit windtunneltests blijkt dat de actieve vleugel het effect van plotselinge vlagen met meer dan de helft vermindert.



Drempels voor cybercriminelen

Zijn online anonieme marktplaatsen, zoals Silk Road en AlphaBay snoepwinkels waar cybercriminelen allerhande instrumenten en technologieën kunnen kopen om te hacken en geld weg te sluisen? Veel deskundigen vrezen dat het steeds makkelijker wordt om de cybercrimineel uit te hangen. Rolf van Wegberg (TBM) onderzocht jaren aan transactiegegevens van acht van dit soort online anonieme marktplaatsen. In zijn proefschrift, dat hij eind oktober verdedigde, concludeert hij dat er geen sterke groei te zien is in deze markt en dat er nog grote drempels zijn voor aspirant cybercriminelen om aan hun benodigdheden te komen.



THEMA Waterstof

De hemelsblauwe Forze VII zorgde in augustus 2017 voor een wereldprimeur: voor het eerst ging een elektrische waterstofauto de strijd aan met auto's die op fossiele brandstof rijden. Het Delftse studententeam dat de raceauto bouwde, viel dat jaar niet in de prijzen. Dat lukte twee jaar later wel met de roze opvolger Forze VIII. Deze elektrisch aangedreven waterstofauto met een topsnelheid van meer dan 210 km/u versloeg benzine-auto's en werd overall tweede op het circuit van Assen, emissievrij. Groene waterstof is de toekomst, leest u in dit thema van Delft Integraal. Maar het heeft nog heel wat voeten in de aarde om de productie ervan op te schalen. Delftse ingenieurs werken er op alle mogelijke manieren aan.



Groene waterstof brengt elektriciteit en gas samen

Waterstof is de ultieme CO₂-vrije energiedrager. TU-onderzoekers maken plannen voor een toekomst met groene waterstof in de hoofdrol, voor zowel elektriciteit als brandstof.

Er is iets vreemds aan de hand met groene waterstof – waterstof die CO₂-vrij is opgewekt met stroom uit zon of wind. Tedereen wil het hebben, maar feitelijk bestaat het niet. De Kabinetsvisie Waterstof stelt: ‘Industriële clusters en havens zien waterstof als een onmisbaar onderdeel van hun toekomst. Voor de transportsector is waterstof cruciaal voor het bereiken van emissievrij vervoer. De agrarische sector ziet kansen (...). Steden, regio’s en provincies willen met waterstof aan de slag.’ Tegenover dit eensluidende enthousiasme steekt de realiteit nogal schrikel af. Want nog geen 0,1% van de waterstof is CO₂-vrij geproduceerd, constateert een recent rapport (1) van het International Energy Agency (IEA). Het kleurloze gas waterstof kent in publicaties een waaier aan kleuren. Het meest algemeen is ‘grijze’ waterstof dat uit aardgas wordt

bereid door methaan en stoom onder hoge druk en temperatuur samen te brengen. Als de daarbij vrijkomende CO₂ afgevangen en opgeslagen wordt, heet de waterstof ‘blauw’. ‘Groene’ waterstof ontstaat bij elektrolyse (splitsing van water in H₂ en O₂) met stroom uit zon of wind. Als die stroom in Nederland is opgewekt kleurt de waterstof ‘oranje’.

Momenteel is grijze waterstof het goedkoopst en kost groene waterstof uit elektrolyse ongeveer het dubbele (2). Die prijzen bewegen mee met de aardgasprijs respectievelijk het tarief voor groene stroom. In de komende tien jaar wordt als gevolg van opschaling van elektrolyse een prijsdaling voor groene waterstof tot wel 60% verwacht. (3)

SCHAKEL

Groene waterstof is de schakel tussen elektriciteit en gas. Elektrische stroom produceert

waterstof door elektrolyse, en waterstof produceert elektrische stroom in een brandstofcel of als brandstof in een gasturbine. Dat besef van omkeerbaar uitwisseling tussen energievormen heeft de netbeheerders TenneT (stroom) en Gasunie (gas) in elkaars armen gedreven, met een gezamenlijke toekomstvisie (4) tot gevolg. Volgens het klimaatakkoord van Parijs moet de emissie in 2050 met 95 procent gereduceerd zijn. Onder druk hiervan, voorzien Gasunie en TenneT een sterke groei in zonne- en windenergie in combinatie met grootschalige omzettingen van elektriciteit in waterstof, de productie van synthetische brandstoffen en de ontwikkeling van energieopslag. Gas biedt oplossingen voor hardnekkige problemen uit de zich vergroenende elektriciteitssector. Zo maakt fluctuerende stroom uit zon en wind het moeilijk

om het evenwicht te bewaren tussen productie en gebruik van elektriciteit. Dat balanceren wordt een stuk eenvoudiger als een overschot aan productie weggesluisd kan worden naar elektrolysefabrieken.

OPSLAG

Een ander probleem is de opslag. Grote hoeveelheden elektriciteit zijn eigenlijk alleen goed op te slaan in stuwmeren (*pumped hydro*) die we hier niet hebben. Maar zoutkoepels, waar jaarvoorraden gas in passen, hebben we wel. Tot slot: capaciteitsproblemen zijn te verwachten wanneer huishoudens massaal overstappen op warmtepomp en elektrisch rijden. Maar energieaanvoer via waterstof door een voormalige aardgasleiding heeft een tienmaal grotere capaciteit dan een hoogspanningsleiding. Een kleine WKK-centrale op waterstof produceert ter plekke de elektriciteit en warmte. Door een gelukkig toeval zijn de zorgen van de elektriciteitssector (balans, opslag en capaciteit) uitgerekend de sterke kanten van het gasbedrijf.

GIGAPROJECT

Het fossielvrije energielandschap van 2050 steunt zwaar op immense offshore windparken ver op zee. Van daaruit stroomt waterstof via pijpleidingen naar het land. Schepen brengen waterstof uit streken met goedkope zonne- en windenergie in de havens aan land. Water-stofleidingen van West- naar Oost-Nederland voorzien zware industrie van energie, tankstations van brandstof en gedeelten van steden van warmte en elektriciteit. Waterstof is een steun in de rug voor lokale energienetwerken. Maar hoe komen we daar? Offshore

wind speelt een grote rol. Nederland had begin 2020 iets meer dan 1,1 gigawatt aan offshore windparken staan (5). Volgens planning van de Rijksoverheid zal dat moeten stijgen tot 11 GW in 2030 en 70 GW in

De wegen naar waterstof zijn de Deltawerken van de energievoorziening

2050. Dat is bedoeld om voldoende groene stroom te produceren. Maar dat is bij lange na niet genoeg om ook de overige driekwart van het energieverbruik (brandstof) te vervangen. ‘Waterstofprofessor’ prof.dr. Ad van Wijk gaat er dan ook vanuit dat Nederland straks, net als nu, een flink deel van het energiebudget zal importeren. Maar dan uit streken met goedkope zonne- en windenergie.

Ook elektrolyzers zullen enorm opgeschaald moeten worden. Nu staan er naar schatting enkele tientallen megawatts aan elektrolyzers in Nederland, vooral in chloorfabrieken, waar waterstof als bijproduct ontstaat. Volgens de Kabinetsvisie Waterstof zou er in 2025 500 MW aan elektrolyzers moeten staan, in 2030 3-4 GW, en in 2040 10 GW offshore.

Van Wijk heeft een voorstel (6) geschreven voor 2 x 40 GW in Europees verband in 2030. Dat plan is onderdeel geworden van de waterstofstrategie van de Europese commissie (7).

Zowel offshore wind als elektrolyse zullen dus in de komende decennia een ongekende expansie behoeven. De wegen naar waterstof zijn de Deltawerken van de energievoorziening.

STARTPUNT

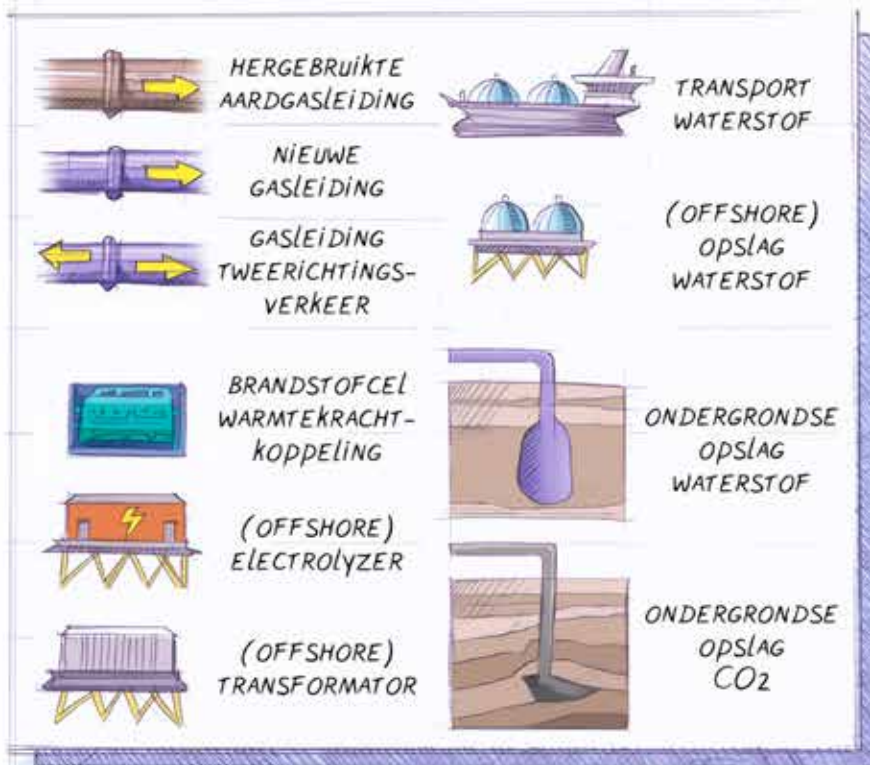
De gaswinning boven Ameland kan een mooi startpunt zijn, vindt Van Wijk. Het aardgas kan ter plekke omgezet worden in CO₂ en H₂, waarbij het CO₂ opgeslagen wordt in een leeg gasveld en het (blauwe) waterstofgas het begin kan zijn van een fossielvrij waterstofnetwerk. Waterstof is duurder dan aardgas, weet prof.dr. Kornelis Blok (TBM). “Net als bij zonne- en windenergie zal er in het begin geld bij moeten om de onrendabele top te overbruggen.”

En dat blijft waarschijnlijk ook zo. Als groene waterstof in grote hoeveelheden beschikbaar komt, drukt dat de vraag naar aardgas waardoor de prijs ervan zakt. Het succes van groene waterstof verslechtert zo de eigen de concurrentiepositie. Zonder subsidie of regulering komt de waterstofeconomie daarom niet van de grond.

Uiteindelijk verwacht Blok dat een energiesysteem gebaseerd op duurzame bronnen vergelijkbaar, of misschien 10% duurder, uit zal komen dan het huidige energiesysteem.

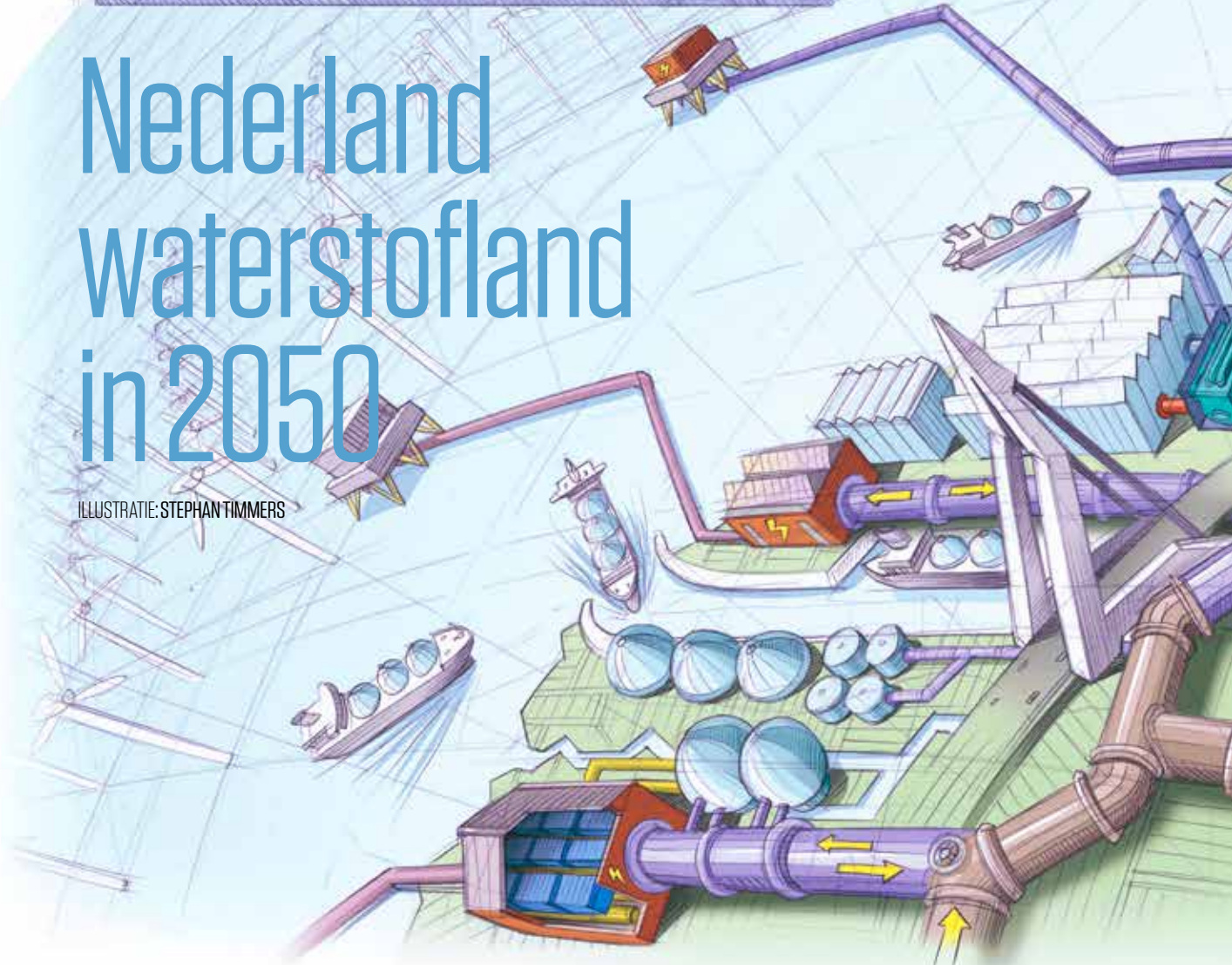
1. IEA, The Future of Hydrogen, 14 juni 2019
2. Machiel Mulder, Peter Perey, José L. Morega, Outlook for a Dutch Hydrogen market, maart 2019
3. Hydrogen Council, Path to hydrogen competitiveness, A cost perspective, 20 Jan 2020
4. Gasunie, TenneT, Infrastructure Outlook 2050, April 2020
5. NWEA, Nederland start inhaalrace offshore wind, 7 feb 2020
6. Ad van Wijk, Jorgo Chatzimakakis, Green Hydrogen for a European Green Deal. A 2x40 GW Initiative, 2020
7. European Commission, A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, Juli 2020

Lees verder op pagina 10



Nederland waterstofland in 2050

ILLUSTRATIE: STEPHAN TIMMERS





Elektrolyse wacht op opschaling

Elektrolyse van water is als methode om waterstof te maken meer dan twee eeuwen oud. Nu waterstof in beeld is als opslagmedium voor duurzame energie, zijn gigantische installaties nodig. Dat vraagt om een efficiëntieslag.

Waterstof is vooral nodig voor de productie van kunstmest en explosieven. Voor de productie ervan waren in de vorige eeuw elektrolyse-installaties van meer dan 100 MegaWatt gangbaar. Op een gegeven moment werd het echter goedkoper om waterstof uit aardgas te maken. De laatste 100+ MW elektrolyse-installatie sloot in 1992. Nu energie uit wind en zon een hoge vlucht neemt, met het bijbehorende piekaanbod, is er vraag naar opslagmethoden. Batterijen liggen voor de hand, maar hebben nadelen. Waterstof is een goed alternatief: chemisch stabiel en makkelijk te transporteren. Het maken uit aardgas zorgt voor CO₂-uitstoot, dus komt elektrolyse weer in beeld. Heel groot in beeld zelfs.

China wil binnen vier jaar een capaciteit hebben van 5500 MW. Nederland mikt op 4000 MW in 2030, aldus de Kabinetsvisie Waterstof, in april verzonden aan de Tweede Kamer. De visie stelt dat de opschaling gepaard moet gaan met een kostenreductie van 50 à 60 procent. Een hogere efficiëntie van de elektrolyse is daarvoor essentieel. Daar wordt onder andere aan de TU Delft onderzoek naar gedaan. Bekend is de battolyser, een innovatieve combinatie van batterij en elektrolyser (zie Delft Integraal, december 2018), maar er loopt ook meer fundamenteel onderzoek.



Dr. ir. Willem Haverkort bij een proefopstelling voor elektrolyse.

EXPLOSIEF

Bij elektrolyse wordt elektrische spanning op een zoutoplossing gezet. Aan de kathode komt dan waterstof vrij, aan de anode zuurstof. Die gasbellen belemmeren contact tussen de elektroden en de oplossing, dus moeten snel afgevoerd worden. Ook reizen ionen door de oplossing tussen de twee elektroden. Het proces verloopt efficiënter als de elektroden dichter bij elkaar staan, maar dan komen de gasbellen ook dichter bij elkaar en die vormen samen een explosief mengsel. Het is dus puzzelen

met de juiste afmetingen, materialen, druk, spanning, temperatuur, enzovoort.

“Een typische alkaline elektrolyser van 2 MW is een buis van bijna twee meter doorsnee en tien meter lang”, vertelt dr. ir. Willem Haverkort, die zich bij 3mE bezig houdt met de optimalisatie van elektrochemische energiesystemen. “Daarin zitten platen die dienen als elektroden, gescheiden door separatoren die voorkomen dat de twee gassen met elkaar in aanraking komen. Die separatoren belemmeren echter ook

Zeeleven profiteert mogelijk van waterstofproductie

het transport van de ionen en vormen dus een rem op het tempo waarin het apparaat waterstof produceert.”

Haverkort: “Een van de oplossingen waar we naar kijken is het vervangen van de separator door stroming om de gasbellen naar de buitenkant te drijven. Dan kan het transport van de ionen mogelijk efficiënter zonder het risico van gasmenging.”


Samen met student Pim van der Stigchel bedacht Haverkort ook een innovatieve elektrode: niet een vlakke plaat, maar een zigzag. Zo krijg je in hetzelfde volume meer elektrode-oppervlak. Er moet nog veel onderzoek aan verricht worden, maar het patent is alvast binnen.

OUDE VELD

“Elektrolyse is een oud veld, maar er valt nog veel aan te onderzoeken”, zegt Haverkort. “Er zit vermoedelijk nog kennis bij het bedrijfsleven, maar die kennis heeft de academie nooit bereikt. In de jaren zestig van de vorige eeuw werd de separator bijvoorbeeld vaak direct aan de elektroden vastgemaakt. Als we dat nu proberen, gaat het eventjes goed, maar een

‘Elektrolyse is een oud veld, maar er valt nog veel aan te onderzoeken’

heel kleine afstand blijkt toch beter te werken. Oude patentaanvragen suggereren dat men dit wist, maar welke kennis daaronder ligt, is onbekend, in elk geval voor ons aan de universiteit.”

Wat ze indertijd in elk geval niet hadden waren de uitgebreide computermodellen waar Haverkort over beschikt. Die maken het zoeken naar kansrijke oplossingen stukken makkelijker. Maar of die vijftig procent van het kabinet haalbaar is, valt momenteel niet met zekerheid te zeggen. 



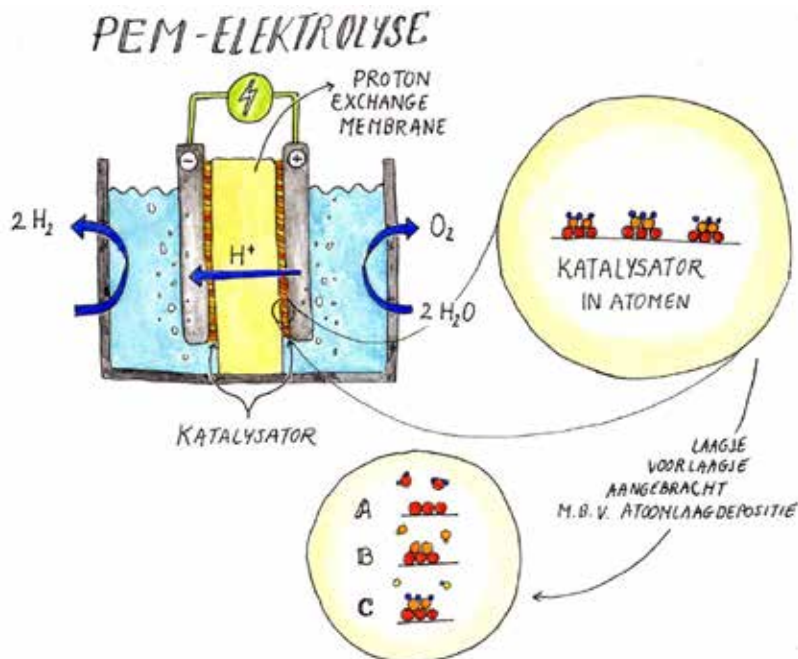
Waterstof en oesters: op het eerste gezicht lijken die twee weinig gemeen te hebben. Maar als windmolenparken op zee terrein winnen om tegemoet te komen aan de vereiste duurzame energie voor waterstofproductie, kunnen oesters daarvan profiteren. Rondom de funderingen van offshore windmolens moet de zeebodem hard zijn om zanderosie te voorkomen. Door betonnen constructies te plaatsen met hierop volwassen oesters ontstaat een win-winsituatie. Als deze oesters zich voortplanten vormen ze het begin van een nieuw oesterrif. Er wordt duurzame energie gewonnen en het zeeleven bloeit op. Met die gedachte ging masterstudent civiele techniek Victor van Rie aan de slag tijdens

zijn stage bij ingenieursbureau Van Oord. Hij ontwierp een betonnen constructie die als kickstart moet dienen voor de ontwikkeling van oesterriffen. De platte oester (*ostrea edulis*) vormde vroeger riffen die bij elkaar een stuk Noordzeebodem bedekten dat qua oppervlakte ongeveer zo groot was als de helft van Nederland. De riffen fungeerden als leefgebied voor tal van vissen, krabben en kreeften. Door ziektes, overbevissing en vervuiling zijn die oesterpopulaties nagenoeg verdwenen. De hoop is dat de oesterriffen met dit soort steuntjes in de rug weer terrein winnen. In oktober werden enkele structuren gebaseerd op het werk van Van Rie afgezonken bij windmolens in het windpark Borssele voor de kust van Zeeland. 

Nanomaterialen voor waterstofproductie

Ruud van Ommen ontwikkelt technieken om nanomaterialen te produceren op industriële schaal. Dure edelmetalen die nodig zijn als katalysator vormen de bottleneck voor het opschalen van waterelektrolyse.

“Grofweg zijn er twee soorten waterelektrolyse”, legt chemisch technoloog Ruud van Ommen (faculteit Technische Natuurwetenschappen, TNW) uit, “de alkaline elektrolyse, een oudere technologie uit de industrie, en de Polymer Electrolyte Membrane (PEM) elektrolyse.” Deze laatste techniek scheidt door het proton *exchange membrane* direct waterstof en zuurstof en lijkt de hoogste ogen te gooien. Van Ommen: “De uitdaging is dat je voor deze techniek dure edelmetalen nodig hebt als katalysator.” De efficiëntie van waterelektrolyse ligt tussen de 60-75, maximaal 80 procent. “De efficiëntie heeft alles te maken met de stroomdichtheid”, legt onderzoeker duurzame energieopslag Hans Geerlings (TNW) uit. “Als je de elektriciteit langzaam laat stromen, is de efficiëntie groter, maar als je de elektrolyser op zijn staart trapt wordt de omzetting minder efficiënt. Dat is altijd een afweging als je wilt opschalen.”



Volgens Van Ommen is op de doelmatigheid van PEM-elektrolyse nog weinig winst te behalen: “Het gaat er vooral om dat je de hoeveelheid katalysator iridium sterk terugbrengt. Nu is 200 milligram iridium per kilowatt nodig, dat moet met minstens een factor twintig omlaag.”

PLUKJES ATOMEN

Aan deze stap werkt Van Ommen door gebruik te maken van atoomlaagdepositie (ALD), een techniek uit de chipindustrie. De atomen van de katalysator worden plukje voor plukje aangebracht, waardoor het oppervlak groter wordt en minder katalysator nodig is. Deze techniek werkt ook voor

andere energietoepassingen zoals platina voor waterstofauto's, en kobalt voor elektrische auto's. Uit het onderzoek van Van Ommen is een spin-outbedrijf opgericht, Delft IMP (Intensified Materials Production). Delft IMP produceert nanomaterialen met ALD op kilogramschaal. De technologie is nog in ontwikkeling, maar Van Ommen verwacht dat IMP de nanomaterialen binnen enkele jaren al op tonschaal produceert. Ook Geerlings voorziet een snelle opschaling van waterelektrolyzers: “Zonne- en windenergie zit in de lift, en dat vraagt om goede elektrolyzers. Binnen tien jaar gebruiken we waterelektrolyse wereldwijd op grote schaal.” 

Waterstof in een vaste drager

Natriumboorhydride is een waterstofdrager waarbij dubbel zoveel waterstof vrijkomt.

Deze uitvinding van start-up H2Fuel moet waterstofopslag praktischer maken.

Klaas Visser (3mE) ziet toepassingen voor de maritieme industrie.

Natriumboorhydride (NaBH_4) is een wit poeder dat vroeger in wasmiddel werd gebruikt. Als het in contact komt met water, komt er met hulp van een katalysator waterstof vrij. Tot 2007 genereerde dat niet meer dan dertig procent van de gebonden waterstof. Totdat Gerard Lugtigheid, onderzoeker bij H2Fuel, ontdekte dat zuiverder water meer waterstof oplevert. Overigens komt niet alleen de waterstof van het poeder vrij, maar ook de waterstofatomen uit het wateratoom volgens de vergelijking: $\text{NaBH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaBO}_2 + \text{H}_2 + 8 \text{H}$. Er vindt dus een verdubbeling van waterstof plaats. Dit technische concept is gepatenteerd door H2Fuel. Universitair hoofddocent maritieme techniek (3mE) Klaas Visser raakte rond 2016 geïnteresseerd in de techniek van H2Fuel. Visser: “De energiedichtheid van het poeder (27 MJ/liter) is relatief hoog ten opzichte van andere opslagvormen van waterstof, en benadert dieselbrandstof (36 MJ/liter). Ook is het poeder, met een vlammpunt van 70 graden Celsius, vei-



Impressie van het schip dat moet gaan varen op natriumboorhydride. (Render: Port of Amsterdam)

liger te transporteren en te bunkeren dan waterstof in gasvorm.” Daarmee voldoet natriumboorhydride aan drie belangrijke voorwaarden voor zero-emissie schepen. “Vergeet ook niet dat water, nodig voor de reactie met natriumbooroxide, voor handen is op een schip”, voegt Visser daar aan toe, “met omgekeerde osmose en filters kan dit tot ultra puur water gezuiverd worden.”

Hoe je het proces circulair maakt, is een belangrijk onderzoeksonderwerp. Niet alleen omdat de scheepstank gedurende de reis een stuk zwaarder wordt door het ontstaan van het restproduct natriumbooroxide (NaBO_2). Ook is het een uitdaging het oor-

spronkelijke natriumbooroxide met groene energie en zonder afvalstoffen te regenereren. Visser: “Op het moment is de cirkel nog niet gesloten. De TU Delft en de Universiteit van Amsterdam werken hier hard aan.” Deze

De proeffabriek draait al twee jaar en produceert een vermogen van 125 kW

universiteiten ontwerpen een proefreactor voor de regeneratie. Het Havenbedrijf van Amsterdam begint in 2021 met de bouw van een schip dat zal varen op natriumboorhydride, als pilot van het Interreg H2SHIPS project. “Sinds twee jaar kunnen we de

waterstof losmaken van de drager”, vertelt Frank Dobbelaar, mede-directeur van H2Fuel. De pilotfabriek in Rotterdam draait al twee jaar en produceert een vermogen van 125 kW. Voor dit proces wordt natriumboorhydride ingekocht. “Dit is te duur voor maritieme toepassingen”, zegt Visser, “daarvoor moeten we echt gaan regenereren.” Over via welke specifieke chemische processen de generatie gaat plaatsvinden, wil Visser nog niets kwijt. Dobbelaar over de regeneratie: “Op papier is de techniek bewezen, we gebruiken het ook al, maar het kan nog efficiënter.” Een consortium van bedrijven genaamd Solid HydroRe.Gen werkt samen aan natriumboorhydride als waterstofdrager. Naast maritieme partners doet ook ProRail mee. Op het moment dat alle technieken zijn aangetoond en ook economisch toepasbaar blijken, kan natriumboorhydride voor bijvoorbeeld binnen-vaartschepen, short-sea-schepen, werkschepen en ferry's ingezet worden. Visser: “We verwachten dat we hier in de komende vijf jaar mee kunnen starten.”

Drijvende deken van zonnepanelen

Om waterstof te produceren op zee moet je groots uitpakken, menen onderzoekers van de TU Delft, Marin, NIOZ en TNO. Ze willen drijvende constructies van duizenden vierkante meters maken die soepeltjes meedinen op de golven. Daarop komen zonnepanelen te liggen, en elektrolyzers die de stroom gebruiken om waterstof te produceren. “Het worden een soort drijvende dekens”, zegt Sebastian Schreier van de sectie ship hydromechanics (3mE). “We zouden ook drijvende havens of zelfs steden kunnen maken met het soort constructies waar we nu aan denken”, voegt hij toe. De wetenschappers hebben een NWO-onderzoeksvorstel ingediend om de plannen te realiseren. Al voordat de uitkomst bekend is hopen ze




Proef met zonnepanelen op water van TNO op het Oostvoornsemeer.

FOTO: SAMRENTMEESTER

een testversie klaar te hebben om mee te experimenteren in een sleeptank. Ze buigen zich over tal van vragen: aan welke krachten worden dergelijke drijvende eilanden blootgesteld? Hoe


maak je constructies soepel en sterk genoeg dat ze geen hinder ondervinden van de golven? Hoe bevestig je de onderdelen aan elkaar en welke materialen gebruik je? Wat doen deze constructies met de natuur

op zee en hoeveel aangroei komt erop te zitten? De testversie kan hopelijk al op veel van deze vragen antwoord geven. 

Waterstof in de grond

Om de waterstofeconomie van de grond te krijgen hebben we heel veel opslagcapaciteit nodig. Universitair hoofddocent Hadi Hajibeygi, van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen (CiTG) onderzoekt of de ondergrond, zoals oude gasreservoirs of zoutkoepels, als batterij gebruikt kan worden voor het opslaan en terugwinnen van waterstof. Ondergrondse gasopslag draait om de vraag hoe het gas door het gesteente

en het reservoir stroomt. Hajibeygi combineert laboratoriummetingen met simulaties en seismische metingen om geschikte plaatsen te vinden voor ondergrondse gasopslag. Voor dit onderzoek kreeg hij vorig jaar een Vidi-onderzoeksbeurs van NWO. Het doel is om aan het einde van het vijfjarige project een testlocatie aan te wijzen in Nederland om veilig waterstof op te slaan. “Waterstof is het lichtste molecuul op onze planeet”, vertelt Hajibeygi. “Het

is veel mobieler dan elk ander gas en het lekt gemakkelijk weg. We moeten onderzoeken of het veilig is om waterstof ondergronds op te slaan en weer terug te winnen, dus op een cyclische manier.” 

Lees ook de TU Delft science story
De grootste batterij zit onder onze voeten via de QR-code



Windenergie inpassen in het elektriciteitsnet

Windturbines worden steeds groter. Volgens prof.dr. Dominic von Terzi zullen offshore windparken ook diverser moeten worden om aan te sluiten bij de toekomstige energiemix.



FOTO: SAM REINTMEESTER

Dominic von Terzi werkte vroeger met General Electric (GE), en zijn enthousiasme is voelbaar als hij praat over de prototype 12 megawatt windturbine van GE op de Maasvlakte. Met een hoogte van 260 meter is de HaliadeX de “grootste machine die de mens ooit heeft gemaakt.” De HaliadeX wordt door Time Magazine geprezen als een van de honderd duurzaamste innovaties en is een kandidaat voor toekomstige offshore windparken.

Maar toekomstige windparken zullen slim moeten opereren om aan te sluiten bij het toekomstige elektriciteitsnet. Op dit moment komt ongeveer vijftien procent van de elektriciteit uit windenergie.

Dat aandeel zal naar verwachting groeien tot veertig procent of meer in 2050. Dit betekent dat de output van windparken minder variabel zal moeten worden dan de wind zelf. “Je moet de inkomsten verhogen”, legt Von Terzi uit. Stroom levert extra inkomsten op als de vraag groter is dan het aanbod, waardoor de prijzen op de energiemarkt omhoog gaan. Daarom kan het winstgevend worden om energie op te slaan in accu’s wanneer de stroomprijs laag is. Zodat wanneer de wind zakt en de prijzen stijgen, de productie kan doorgaan voor een hogere prijs.

Een andere optie is om energie op te slaan in de vorm van waterstof. Een elektrolyser kan in de windturbines

worden ingebouwd of op een platform in de buurt van een windpark worden geïnstalleerd. Studenten van Von Terzi bestuderen momenteel verschillende mogelijkheden.

Een van die opties is het *dual use* windpark; een offshore windpark dat stroom produceert als de marktprijs goed is, en waterstof als de stroomprijs daalt. Zo’n windpark heeft niet alleen een stroomkabel naar het vasteland nodig, maar ook een gasleiding. Is dat niet te duur? Dat hangt ervan af, zegt Von Terzi. “Als je het vanaf nul moet bouwen, is dat waarschijnlijk te duur. Maar overal op de Noordzee liggen pijpleidingen waar een *dual use* windpark op kan aansluiten, als de autoriteiten dat toestaan.” 

Hoe het aardgasnet de energietransitie helpt

Het wijdvertakte Nederlandse gasnetwerk zou weleens een belangrijke troef kunnen zijn om groene waterstof beschikbaar te maken voor een groot publiek.



(FOTO: SAM BENTMEESTER)

Waterstof schakelstation op de Green Village in Delft.

Het fijnmazige Nederlandse aardgasnetwerk van 136.632 kilometer lang, met ruim zeven miljoen aansluitingen, is volgens recent onderzoek van Kiwa in opdracht van Netbeheer Nederland, prima geschikt om waterstofgas mee te transporteren. Zou waterstof voor miljoenen oudere woningen een geschikte vorm van fossielvrije verwarming kunnen zijn? Voor CO₂-vrije verwarming gaat de

voorkeur vaak uit naar elektrische warmtepompen of warmtenetwerken op aard- of restwarmte. Maar niet alle woningen liggen binnen het bereik van een warmtenetwerk, en een warmtepomp is ongeschikt voor de binnenstad, betoogt prof.ir. Peter Luscuere, hoogleraar building physics and services aan de faculteit Bouwkunde. “Een warmtepomp heeft vaak een warmtewisselaar met een ventilator die de hele dag staat te dreunen. Dat is een probleem.”

Daarnaast is het elektriciteitsnet er niet op berekend dat wijken massaal overstappen van cv-ketels op elektrische warmtepompen – ook al zouden de woningen daarbij afdoende geïsoleerd worden. “Het idee van ‘alles elektrisch’ is volslagen waanzinnig”, vindt Luscuere. “Als je weet hoeveel moeite het kost om de capaciteit van het elektriciteitstransport met tien procent te verhogen, dan begrijp je dat zo’n omschakeling niet zal werken.” TU-alumnus ir. Elbert Huijzer, werkzaam als strategisch consultant bij netbeheerder Alliander, schat dat een veel grotere opschaling nodig zou zijn: “Als het elektriciteitsnet ook de pieken van het gasnet wil overnemen, dan moet het een factor 6 tot 7 versterkt worden.” Om die redenen klinkt steeds vaker de roep om het aardgasnetwerk, die Nederlandse nationale schat, bij de overgang naar fossielvrije energie niet af te danken, maar opnieuw in te zetten. Groene waterstof kan via dat netwerk miljoenen bestaande woningen bereiken.

NIEUWE ROL

Een voorloper van zo’n waterstofnet is actief op de Delftse campus:

de Waterstofstraat. In opdracht van netwerkbedrijven Alliander, Enexis Groep en Stedin heeft de Green Village een proeftuin voor waterstoftechnologie gerealiseerd waar anderen kunnen aanhaken om hun waterstofproducten te beproeven. Projectmanager energie van de Green Village, ir. Lidewij van Trigt, zoekt binnen en buiten de TU naar gebruikers van de voorziening. Het Dordtse bedrijf gAvilar was er al vroeg bij betrokken. Hun 'huisgasdrukregelaar' is in vrijwel ieder huis aanwezig, en brengt de gasdruk van buiten (100 mbar) terug naar 30 mbar. De regelaar werkt met waterstof net zo goed als met aardgas, vertelt TU-alumnus ir. Lianne Mostert, projectmanager bij gAvilar. Speciaal voor waterstoftoepassingen ontwikkelt de fabrikant nu een kleine uitbreiding aan de klep, waardoor die sluit zodra ze een gaslek detecteert. gAvilar is één van de vijf partners in het onderzoeksprogramma H2@Home, ondersteund met een subsidie van Topsector Energie (ministerie van Economische Zaken).

EERLIJK BELASTEN

“Een Madurodam-gasnet”, noemt TU-alumnus Huijzer de opstelling op de Green Village. Op een klein oppervlak zijn alle in het gasnet gebruikelijke materialen en gasdrukken samengesteld als proeftuin voor waterstoftechnologie. Huijzer verwacht dat waterstof pas vanaf 2030 in de eerste huishoudens verschijnt. De prijs en de beschikbaarheid spelen daarbij een grote rol. Momenteel is energie in de vorm van waterstof ruim twee keer zo duur als aardgas. Fossiele brandstoffen moeten daarom zwaarder en daarmee eerlijker belast worden, vindt Luscuere. “Dan pas krijg je een transitie en kun je gaan nadenken over een uitrol van waterstof in Nederland.” 

Waterstofdrone



Onderzoekers van het *micro aerial vehicle laboratory* (MAV-lab) maakten een drone die verticaal opstijgt en landt en die urenlang horizontaal als een vliegtuig kan vliegen op waterstof. De drone weegt dertien kilo, heeft een spanwijdte van drie meter en is voorzien van twaalf motoren en propellers. De onderzoekers testten het toestel op volle zee vanaf een varend schip van de Koninklijke Marine. De drone kan tientallen kilometers vliegen, dat maakt hem bruikbaar als vooruitgeschoven observatiepost. De elektrische aandrijving vanuit de accu en de energie die de waterstofcel levert, zijn op elkaar afgestemd. Op het moment dat het vliegtuig opstijgt, moeten beide aandrijfvormen namelijk tegelijk worden aangesproken omdat dit zo energie-intensief is. Vliegt het toestel in horizontale richting verder, dan schakelt hij helemaal over naar de waterstofcel. Net als bij een hybride auto laadt

de accu op tijdens de rit. “Normaal zien we de accu tijdens de vlucht in rap tempo leeg lopen”, zegt projectleider Bart Remes. “Nu gebeurt het tegenovergestelde.”

Heeft de burgerluchtvaart hier ook iets aan? “Het opstijgen kost

Enmaals op kruishoogte kun je prima af met waterstofcellen

ook bij passagiersvliegtuigen enorm veel energie. Op dat moment is extra energie vanuit accu's wenselijk. Enmaals op kruishoogte kun je prima af met waterstofcellen. De techniek die wij ontwikkelen is dus ook interessant voor de burgerluchtvaart.” 

Bekijk het filmpje





‘Veiligheid is bijna
in alle technologie-
ontwikkeling
aanwezig’



Met het Safety & Security Institute wil hij Nederland en de hele wereld veiliger maken. Waarom is veiligheid zo belangrijk voor techniekfilosoof Behnam Taebi?

TEKST DESIREE HOVING FOTO'S SAM RENTMEESTER

Onder leiding van het Safety & Security Institute breiden de TU Delft, TNO en de Nationale Politie hun samenwerking uit om innovatieve oplossingen te bedenken voor nationale veiligheidsvraagstukken. Dr.ir. Behnam Taebi is wetenschappelijk directeur van het instituut. Er lopen verschillende promotieonderzoeken, onder meer naar methoden om interessante personen beter te kunnen vinden in de grote hoeveelheden data en het verbeteren van risicoprofilering door middel van artificial intelligence (AI). Eerder begonnen er al twee grootschalige onderzoeksprojecten. Een op het gebied van hoe beschikbare agenten zo optimaal mogelijk in te zetten in bepaalde situaties zoals rellen of een vluchtende inbreker. Het andere op het gebied van slimme robots in gevaarlijke situaties.

CV

Dr.ir. Behnam Taebi is sinds september 2019 wetenschappelijk directeur van het Safety & Security Institute. Sinds 2005 werkt hij als techniefilosof bij de faculteit Techniek, Bestuur en Management. Internationaal geldt Taebi als medegrondlegger van het onderzoeksgebied rondom de ethiek van kernenergie. Samen met Sabine Roeser stelde hij een boek samen: 'The Ethics of Nuclear Energy: Risk, Justice, and Democracy in the Post-Fukushima Era'. Ook schreef hij 'Ethics and Engineering'. Taebi is medehoofdredacteur van het academisch tijdschrift Science and Engineering Ethics. Hij is lid van de Jonge Akademie van de KNAW en lid van de OECD-expertgroep Transdisciplinary Research for Addressing Global Challenges. Hij studeerde materiaalkunde en techniefilosofie aan de TU Delft.

Nu de inkt van de intentieverklaring is opgedroogd, wat is de volgende stap die u zal zetten in deze samenwerking?

“We willen de bestaande onderzoeksprojecten uitbreiden en nieuwe onderzoeksterreinen voor samenwerking verkennen. De politie biedt hierin vraagstukken voor gezamenlijk onderzoek. Tegelijkertijd zien we bij de TU Delft nieuwe technologie en innovaties voor vraagstukken van de toekomst. Veiligheidsvraagstukken kunnen we vanuit verschillende wetenschappelijke disciplines beschouwen en alleen samen met belangrijke maatschappelijke partners beantwoorden. De driehoeksamenwerking met de Nederlandse Politie en TNO is daar een uitvloeisel van.”

Durft u te voorspellen wat voor vragen de Nationale Politie in de nabije toekomst zal stellen?

“Ik denk dat we zeer uiteenlopende vragen kunnen verwachten. Een hypothetische casus is hoe drones ingezet worden voor vraagstukken rondom veiligheid. Drones worden steeds vaker voor *crowd control* gebruikt, in sommige landen zelfs voor het handhaven van coronamaatregelen. Daarnaast kunnen drones worden gebruikt voor gebieden waar je niet makkelijk kunt komen of als blusvoertuig voor de brandweer. Ik kan me voorstellen dat zo'n drone vragen oproept bij burgers: kan ik controleren wat er precies wordt gedetecteerd, worden de beelden opgeslagen, zijn er gezichten te zien op die beelden en wat gebeurt er verder met de data? Dit zijn cruciale vragen die je tijdens de ontwikkeling van technologie moet beantwoorden. Daarin moet je ook de ethische afwegingen meenemen.”

Op welke ethische afwegingen doelt u?

“Denk maar eens aan de enorme mogelijkheden van artificial intelligence. AI gebruikt ontzettend veel data op een intelligente manier, zonder dat we precies weten hoe. Daarmee is AI als een *black box*. Er wordt veel wetenschappelijk werk verzet om die *black box* te openen en de AI-toepassingen uitlegbaar en transparant te maken. Dat is misschien voor het politiewerk extra relevant. Uitlegbaarheid – of rekenschap kunnen afleggen over een conclusie – en transparantie zijn centrale maatschappelijke waarden. Waakzaam en dienstbaar zijn aan de waarden van de rechtstaat is een motto van de politie.”

U bent nu een jaar Scientific Director van het Safety & Security Institute. Waarom bent u destijds voor die functie gevraagd?

“Ik heb materiaalwetenschappen gestudeerd en ben gepromoveerd in de techniefilosofie. Sindsdien houd ik me bezig met de langetermijnriscico's van energie en klimaatvraagstukken. Ik ben ook zeer geïnteresseerd in de

‘Ik kan me goed voorstellen dat zo'n drone vragen oproept bij burgers’

maatschappelijke en ethische vraagstukken die technologische risico's met zich meebrengen. Ik denk dat ik gevraagd ben vanwege mijn interesse in veiligheid maar ook mijn achtergrond in engineering en filosofie.”

Wat beoogt u met het Safety & Security Instituut?

“Het instituut beoogt Nederland en de hele wereld veiliger te maken, in het bijzonder op het gebied van technologieontwikkeling. De vraagstukken van veiligheid zijn veelzijdig en complex; we moeten rekening houden met veiligheidsrisico's als gevolg van een ongeval en tegelijkertijd onze technologieën beter bestand maken tegen opzettelijk misbruik door kwaadwillenden. Binnen ons instituut willen we safety en security integraal bestuderen.”

Kunt u een voorbeeld geven van die verschillende aspecten?

“De oude opgave van engineering is uiteraard het waarborgen van veiligheid. Met het complexer worden van technologie is ook het waarborgen van veiligheid complexer en uitdagender geworden. De laatste halve eeuw is het denken over risico's veel verder ontwikkeld, met name omdat we grote ongevallen zoals in een kerncentrale of het crashen van een vliegtuig wilden voorkomen, of



ten minste de kans daarop wilden verminderen. Dat bedoel ik met veiligheid op het gebied van safety. Security is technologie zo ontwerpen dat het bestand is tegen sabotage en aanvallen van buiten. Anno 2020 is dat natuurlijk geen luxe maar bittere noodzaak.”

Wat boeit u zo aan veiligheid?

“Wat mij wetenschappelijk boeit aan veiligheid is de veelzijdigheid en complexiteit ervan. Bijvoorbeeld de vraag: wiens veiligheid? We ontwikkelen technologie al lang niet meer alleen om de veiligheid van de gebruiker te waarborgen. En je ziet soms ook dat bij het oplossen van problemen vaak nieuwe problemen worden gecreëerd: dat intrigeert mij als *engineer*.”

Kunt u een voorbeeld geven van een probleem dat een nieuw probleem creëert?

“De zelfrijdende auto is onder andere ontworpen om het aantal auto-ongelukken vanwege menselijke fouten te verminderen. Tegelijkertijd moet je goed nadenken over de infrastructuur, de communicatie tussen auto's en hoe een auto ethische keuzes maakt; wie is verantwoordelijk als er een ongeluk plaatsvindt? Dit is mijn fascinatie voor veiligheid: het is bijna in alle technologieontwikkeling aanwezig. Ook moet je nadenken over de diepere filosofische vraag: Hoe geef je op een betekenisvolle manier de interactie tussen mens en machine technologisch vorm en hoe reguleer je deze interactie?”

Hoe hangt die interactie tussen mens en machine precies samen met veiligheid?

“Veiligheid hangt hier samen met autonomie; in hoeverre zijn we bereid een stuk van onze menselijke autonomie weg te geven aan de auto? Aan de ene kant kan de zelfrijdende auto inderdaad voor meer veiligheid zorgen, omdat de ongelukken statistisch minder vaak zullen voorkomen. Tegelijkertijd blijft de auto afhankelijk van de bestuurder die moet toezien op het handelen van de auto en moet ingrijpen als de auto een fout maakt. Het blijft dus een mens-machine-interactie. Hoe zou je de bestuurder van een zelfrijdende auto kunnen trainen om te blijven opletten? En in hoeverre geven we de autonomie weg aan de machine?”

Houdt u zich daar bij het Safety & Security Instituut ook mee bezig?

“Wij maken onderscheid tussen vier thema's. Ten eerste het beter berekenen van onzekerheden en het zo goed mogelijk begrijpen van risico's. Ten tweede de *safe by design* oftewel, zodanig ontwerpen dat veiligheid als een centrale waarde wordt beschouwd. Ten derde het kunnen verminderen van gevolgen en tenslotte *failure analysis*. Om op dat laatste even in te gaan met nog een voorbeeld uit de auto-industrie. De zonneauto's van de TU Delft zijn wereldberoemd, met name vanwege de *cutting edge*-technologieën en natuurlijk ook het feit dat onze studenten er wereldprijzen mee winnen. Maar er hebben ook ongelukken plaatsgevonden die ontstonden door problemen met de technologie. Wij willen vaker leren van ongelukken om onze technologie beter te kunnen ontwerpen en veiliger te maken. Bij ons staat het cyclisch denken over veiligheid centraal. Aan de ene kant willen we ongelukken voorkomen, anderzijds wordt de wereld altijd veiliger na een ongeluk, ten minste als we er voldoende lering uit trekken. Dat wordt ook weleens de paradox van veiligheid genoemd.”

Tien jaar vooruitblikkend, wat zou de samenwerking met TNO en de Nationale Politie succesvol maken?

“Ik vind die samenwerking geslaagd als we samen met de politie en TNO technologische oplossingen bedenken die maatschappelijk en ethisch goed ingebed zijn. Kortom: als we veiligheid op een interdisciplinaire manier benaderen. En ik hoop dat we daarmee de rest van de wereld kunnen inspireren om ook zo breed over veiligheid na te denken.”

Meer weten?

tudelft.nl/tu-delft-safety-security-institute

PERSOONLIJK

Wetenschapsfinancier NWO heeft veertien **pas gepromoveerde onderzoekers** van de TU Delft gelukkig gemaakt met een Veni-beurs van 250 duizend euro voor drie jaar onderzoek.



Scan de QR-code.

Ook deelde NWO vidi-subsidies van 800 duizend euro elk uit aan vier Delftse onderzoekers. **Akira Endo** (TNW) gaat de gevoeligheid van supergeleiders voor straling gebruiken om onderzoek te doen naar de kosmos. **Gary Steele** (TNW) onderzoekt het quantummechanische gedrag van nanosnaartjes. **Birna van Riemsdijk** (EWI) probeert software te maken die zich uit zichzelf aanpast aan veranderende normen en waarden van mensen omtrent privacy en vrijheid. Wiskundige **Mark Veraar** doet onderzoek naar een heel nieuwe klasse van aan ruis onderhevige stochastische partiële differentiaalvergelijkingen.

Collega van bestuurslid **Nicolay Vermeulen** vertrekt per 1 januari bij de TU. De Vice President Operations wordt tijdelijk opgevolgd door professor **Theun Baller**, decaan van de faculteit 3mE. Baller's taak omvat onder meer het financieel-administratieve beheer en het personeelsbeheer van de universiteitsdienst (UD) en het reguliere overleg met de onderdeelcommissie van de UD.

Delftse studenten hebben de tweede editie van de 4TU Impact Challenge gewonnen. Zij zullen eind volgend jaar deelnemen aan de World Expo in Dubai met het **project ZED**, dat batterijloze applicaties ontwikkelt voor bedrijven. Zo willen ze bijdragen aan zowel duurzaamheid, als betere arbeidsomstandigheden.

Samen met **Floris van der Gronden** (TNW) vertegenwoordigt alumna **Anne de Zeeuw** (Bouwkunde) dit jaar de TU Delft in de Nationale DenkTank 2020. Deze stichting brengt elk jaar twintig (phd)studenten bij elkaar om een maatschappelijk vraagstuk op te lossen.

Onder druk wordt alles vloeibaar

De quotes vliegen ons om de oren. Onder druk wordt alles vloeibaar, *never waste a good crisis*, elk nadeel heb z'n voordeel, om er maar een paar te noemen. Optimisten gebruiken ze te pas en te onpas om aan te geven dat de coronacrisis, hoe pijnlijk die ook is, veel kansen biedt. Dat dit de juiste tijd is om te innoveren.

Maar is dat echt zo? Sommige ondernemers ervaren nu op pijnlijke wijze wat iedere technneut allang weet: onder druk wordt helemaal niet alles vloeibaar. Als je weinig financiële reserves hebt en je omzet van de ene op de andere dag naar bijna nul daalt, omdat je zaak dicht moet en je kosten door blijven lopen, is het maar de vraag of je daar met creativiteit uitkomt. Vaak heb je toch financiële middelen nodig om te kunnen innoveren.

Voor bedrijven met voldoende vet op de botten en de vele bedrijven die iets minder hard geraakt worden, geldt echter wel degelijk dat er meer ruimte ontstaat voor innovatie. Waarom? Omdat twee belangrijke redenen die normaal gesproken innovatie tegenhouden in een crisis verdwijnen. De eerste is verliesaversie, een bias waarbij we liever een verlies vermijden dan dat we dezelfde hoeveelheid in winst ontvangen. Voor bedrijven betekent dit dat ze liever bezig zijn met het beschermen van hun bestaande omzet dan dat ze bezig zijn met het genereren van nieuwe omzet. Dit uit zich in argumenten zoals "Dat kannibaliseert op onze bestaande omzet" en "Dat nieuwe product heeft een lage winstmarge,

dus de winstgevendheid van ons bedrijf daalt." De tweede reden is een gebrek aan urgentie in tijden van economische groei. Tot maart 2020 voelden veel bedrijven de noodzaak voor innovatie helemaal niet. "Het gaat toch goed zo?" Een radicale crisis doorbreekt dit. Als je omzet van de ene op de andere dag instort, dan is de verliesaversie ook in een klap verdwenen en groeit het gevoel van urgentie snel. Ineens kan een enorme innovatiekracht loskomen en kunnen teams in korte tijd onvoorstelbaar veel realiseren. Retailketens scholen werknemers om naar online verkoopadviseurs, producenten van sterke drank maken desinfecteermiddel, tentproducenten maken schermen om kassapersoneel te beschermen, festivalorganisaties worden online eventproductiebedrijven en 3D-printparken schakelen om van werk in opdracht naar het zelf produceren van Covid-19 'test swaps'. De lijst met voorbeelden is ongekend lang. Dankzij het verdwijnen van verliesaversie en het ontstaan van urgentie. Het is misschien technisch onjuist dat onder druk alles vloeibaar wordt, maar bij veel bedrijven komen dingen wel degelijk in beweging. Een crisis kan dus wel een vruchtbare voedingsbodem bieden voor innovatie. Of om in de woorden van Cruijff te spreken: "elk nadeel heb zijn voordeel."

Deborah Nas is innovatie-expert en deeltijdprofessor Strategic design for technology-based innovation bij de faculteit Industrieel ontwerpen. Ze studeerde industrieel ontwerpen aan de TU Delft.



DE ZAAK

Met data en drones voorspellen hoe groot de oogst wordt van verse groenten als broccoli. Precies dat doet het bedrijf van Kaz Vermeer (27) en Bas Nootebos (29) en de Wageningse alumnus Eric Verhoeff (29).

“Inkooporganisaties weten pas echt hoeveel broccoli ze krijgen als de vrachtwagen wordt uitgeladen”, zegt Kaz Vermeer. “Oogstvoorspellingen gebeuren op het onderbuikgevoel van de teler. De oogst wijkt vrijwel altijd af van dat gevoel. Hierdoor weten inkooporganisaties pas heel laat of zij hun klanten kunnen bedienen. En of ze last-minute moeten bij- of verkopen,

‘We moeten ontwikkelen in de winter en testen in de zomer’

want voorraad opbouwen kan niet. Dat maakt zo’n broccoli een stuk duurder. Het is de grootste onzekerheid in de waardeketen van versproducten. VanBoven brengt daar verandering in.” Met accurate oogstvoorspellingen zorgt VanBoven dat vraag en aanbod bij elkaar komen en bijvoorbeeld transport veel efficiënter – en dus goedkoper – gebeurt. In ruil voor deze informatie nemen klanten een jaarabonnement af. Vermeer: “In dezelfde tijd dat een teler naar tientallen planten kijkt, inspecteren wij er met een drone duizenden. De groei van een gewas is erg weersafhankelijk. Momenteel wordt een vaste groeiduur aangenomen. De realiteit wijkt echter altijd af. We verwerken dronebeelden samen met weergegevens – denk aan temperatuur en neerslag – in slimme algoritmen om te voorspellen wanneer geoogst kan worden. Dit updaten we terwijl de gewassen groeien. Zo voorspellen we de oogst enkele weken




Kaz Vermeer: “We voorspellen de oogst enkele weken vooruit.”

vooruit. Waardevolle tijd waarin de keten kan schakelen.”

De alumni kwamen op het idee voor hun bedrijf via een studieproject van Bas Nootebos rondom agrarisch

Bedrijf: VanBoven
 Product: Oogstvoorspellingen voor verse groenten
 Opgericht in: 2018
 Studies: Werktuigbouwkunde (Kaz), luchtvaart- en ruimtevaarttechniek (Bas), hydrologie en geo-informatiekunde (Eric).
 Werknemers: Drie founders en zes werknemers
 Doelgroep: Waardeketen van verse groenten
 Over 5 jaar: “Zijn VanBovens datagedreven oogstvoorspellingen in de wereldwijde groentemarkt de nieuwe standaard.”

bodemonderzoek met drones. “Daar zit meer in, dachten we”, vertelt Vermeer. “Lang verhaal kort: Bas en ik waren huisgenoten, Eric een middelbare schoolvriend. We hebben de koppen bij elkaar gestoken en in samenwerking met de faculteit EWI succesvol een *take-off grant* bij de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) aangevraagd. Vervolgens zijn we snel de markt opgegaan.”

Als start-up is VanBoven nog volop aan het ontwikkelen. Zo werkte het algoritme aan het begin van het oogstseizoen nog niet optimaal. De dataset waarmee de modellen getraind waren, was nog te beperkt. Vermeer: “Sommige broccoli ziet er net even anders uit. Groter, kleiner, andere belichting. Nu, eind van het seizoen, hebben we een veel bredere dataset en een nauwkeuriger model. Daarnaast hebben we te maken met groeiseizoenen, waardoor we moeten ontwikkelen in de winter en testen in de zomer. Dat is lastiger dan verwacht omdat je ideeën niet snel kunt testen.” Inmiddels zijn Vermeer en team broccoli-experts. “Bij vier grote telers en Bakker Barendrecht, de inkooporganisatie van Albert Heijn, hebben we bewezen dat onze technologie werkt. Volgend jaar willen we voor de productgroep broccoli opschalen naar heel Nederland. Ook gaan we ons menu van versproducten uitbreiden met waarschijnlijk bloemkool en aardbei.” 

Dinoschedel herrijst uit een 3D-puntenwolk



De Triceratops-schedel is terug in het Science Centre. De restaurateurs combineerden 66 miljoen jaar oude botfragmenten met wetenschappelijk gemodelleerde 3D-prints.

Schedel 21 heeft al veel meegemaakt, en vooral in de laatste 129 jaar. Zo'n 66 miljoen jaar geleden vormde Skull 21 de kop van een forse dinosaurus in wat later Noord-Amerika zou worden. Het dier was zo'n negen meter lang, drie meter hoog en dertien ton zwaar. Triceratops prorsus, zoals hij later genoemd zou worden, was een gedrongen en gespierde kolos die leefde van planten en struiken. Hij werkte het voedsel met zijn neushoorn de grond uit, en vermaalde het met een lange rij kleine tandjes die werkten als een versnipperaar.

Over het nut van de hoorns en het nekschild zijn wetenschappers verdeeld. Was het een equivalent van een pauwenstaart, of een verdediging tegen de roofzuchtige Tyrannosaurus rex die daar ook rondliep? Hoe dan ook, op een gegeven moment gaf deze kolos de geest en zijn botten fossiliseerden. Ook al raakte de schedel tussen wat aardlagen in de verdrukking, vele miljoenen jaren later kwam hij weer aan de oppervlakte in de Amerikaanse staat Wyoming. Daar werd de schedel in 1891 samen met dertig andere geborgen door een team van de universiteit van Yale, en kreeg catalogusnummer YPM1832.

Gebroken botten

De reis naar Nederland was zo mogelijk nog wonderlijker. De Delftse paleontoloog prof.dr. Jan Umbgrove was begin jaren vijftig op de hoogte van de omvangrijke Yale-collectie. Hij wilde graag één exemplaar hebben

als topstuk voor het mineralogisch museum, het visitekaartje van de faculteit Mijnbouwkunde.

In ruil bood hij een deel (alleen wat ze dubbel hadden) uit de zogenaamde Timorcollectie – een verzameling fossielen die veel vertellen over het zeeleven in een bepaalde periode (Perm en Trias). De TH Delft had deze fossielen in 1910 en 1916 verzameld op het Indonesische eiland Timor.

Om de ruil te bespoedigen, had Umbgrove de schelpjes alvast verzonden, vertelt Science Centre-directeur Michael van der Meer. Als Umbgrove daarmee de Amerikanen voor het blok wilde zetten is zijn strategie gelukt.

Hij heeft alleen de goede afloop niet meer meegemaakt doordat hij in 1954 overleed.

De gerestaureerde Skull 21 werd in 1956 in een kist naar Nederland verscheept. Helaas kwam het schip in een storm terecht en werd de lading flink door elkaar geschud. Ook de bezorging schijnt nogal ruw geweest te zijn. Gevolg was dat toen de conservator van het mineralogisch museum, dr. Pieter Kruizinga, de kist opende, hij meer dan honderd brokstukjes vond. Kruizinga was toen al vijf jaar met pensioen, maar hij deed wat hij moest doen: hij legde de puzzel van zijn leven. Onder zijn handen herrees de dinosaurusschedel en werd meer dan een halve eeuw het pronkstuk van de Delftse mineralogische verzameling. Totdat die verzameling rond 2014 overging naar Naturalis.

Naturalis

“Er zaten wel wat vergissingen in de reconstructie van doctor Kruizinga”, constateert preparateur Martijn Guliker van het Dinolab Naturalis. “De hoorns stonden recht op de schedel als bij een jonge god, maar dat klopt niet. Net als bij geitjes moeten de hoorns eerst omhoog staan en dan meer naar voren wijzen.” Voor een goede

Lees verder op pagina 28



(FOTO: ARCHIEF TU DELFT)

Triceratops anno 1957 na restauratie door dr. Pieter Kruizinga.

reconstructie, besloot de staf van het Dinolab, moesten ze terug naar af. “Ik heb hem zelf gesloopt”, zegt restaurateur Aart Walen. “Samen met Martijn Guliker en Jan Hakhof. Martijn heeft me gevraagd om de stukken te zandstralen om te kijken welke origineel zijn en welke niet.” Na die inventarisatie maakte Guliker

Kruizinga deed wat hij moest doen: hij legde de puzzel van zijn leven

een soort bouwtekening van welk stukje waar hoorde met genummerde botfragmenten. Daarna lag het werk een tijdje stil omdat het Dinolab de vondsten van een Naturalis-team uit Amerika te verwerken kreeg. De spannendste dinosaurusopgravingen ooit, volgens de betrokken

onderzoekers.

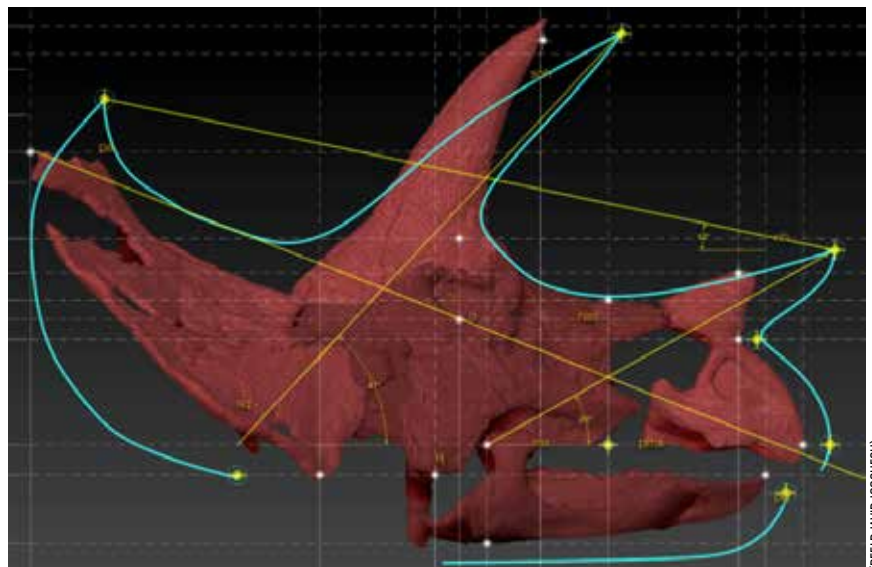
Science Centre-directeur Van der Meer zag een kans om de Skull 21 terug te halen naar Delft. En dan gereconstrueerd met de beste digitale

middelen: 3D scanning, 3D modelling en 3D printing. Het 21ste-eeuwse museumstuk moest niet alleen een indrukwekkend historisch stuk worden, maar ook een pronkstuk van wat digitale 3D-techniek tegenwoordig vermag. Het moest een huwelijk worden tussen paleontologie en 3D-technologie, tussen bottenbouwers en modellenmakers, tussen ambacht en data. Dat is waar Skull 21 nu voor staat: een toonbeeld van hoe kennis en techniek een lang uitgestorven dier doen herrijzen uit botten en plastic.

Vorm vinden

De reconstructie werd een samenwerking tussen restaurateur Aart Walen en 3D-modellenmaker Javid Jooshesh uit Rotterdam. “We moesten in het begin aan elkaars aanpak wennen”, zei Jooshesh. “Terwijl Aart de botten schoonmaakte en uitzocht, werkte ik aan 3D-scans die ik met de computer in elkaar puzzelde.” De eerste stap was om terug te vinden hoe Kruizinga de schedel gereconstrueerd had, hoe fout die ook was.

Hoe moest het dan wel? Daarvoor ging Jooshesh te rade bij twee kleinere maar vergelijkbare en vrij complete



De Kruizinga reconstructie (rood) met de berekende contour (blauw).

(BEELD JAVID JOOSHESH)

schedels uit collecties van Yale en München. Daarvan heeft hij optische 3D-scans gemaakt. “Per seconde leest de scanner twee miljoen punten in, dat gaat heel precies. Uiteindelijk heb je een gedetailleerd ruimtelijk model met een resolutie van 0,3 millimeter.”

Jooshesh stelde in overleg met het Dinolab een tiental punten op de schedel vast waartussen hij de afstand mat, en de onderlinge verhoudingen van die afstanden berekende. De Delftse schedel bleek vreemde verhoudingen te hebben in vergelijking met die uit Yale en München. De hoorns stonden 20 graden te ver omhoog, het rugschild was te klein en de snuit te kort. Jooshesh paste daarop het 3D-model van Skull 21 aan op de afmetingsverhoudingen van de andere twee.

Toen moest hij de ontbrekende delen aanvullen, zo’n beetje de helft van de schedel. Dat waren gezichtsbepalende onderdelen zoals de hoorns, onderkaak, neusbrug en neushoorn, en ook een groot deel van het rugschild. Het 3D-modelleren deed Jooshesh op basis van de verhoudingen bij de

De Delftse schedel bleek vreemde verhoudingen te hebben

andere schedels en in overleg met Guliker van het Leidse Dinolab. “Daarmee was ik nog niet klaar voor het printen”, legt Jooshesh uit. “Want dan had het er uitgezien als plastic. Wat ontbrak was de oppervlaktestructuur.” Bot is niet glad, het zit vol met fijne kanaaltjes voor bloedvaten en zenuwen met vertakkingen in diverse richtingen. Jooshesh verzamelde duizend detailopnamen van fossiele botstructuren als basis voor de oppervlaktestructuur van de 3D-geprinte onderdelen. “In



Het begin van de reconstructie.

combinatie met wat ruimtelijke vormgeving leverde dat een gedetailleerd 3D-model op dat klaar was voor de print, en dat als een puzzel in elkaar zou passen”, vertelt Jooshesh. Dat puzzelen is een knieval voor de 3D-printtechnologie die beperkt is qua formaat tot een centimeter of vijftig. Delen van het rugschild en de hoorns heeft 3D Printing Prototypes uit meerdere delen samengesteld.

In het zonnetje

In het Science Centre vormt Skull 21 het middelpunt van een live-presentatie, ondersteund door een lichtshow. “Deze technieken zijn niet eerder in een museum toegepast, en zeker niet bij paleontologie en archeologie”, vertelt lichtontwerper Charl Smit. Hij bouwde de lichtshow met lichtprofessor prof.dr. Sylvia Pont (faculteit Industrieel Ontwerpen) en een team van studenten. Bij de entree beweegt het gigantische silhouet van de dinosaurusschedel over het projectiedoek door het gebruik van vijf verschillende spots, waarbij verteld wordt hoe ze leefden. Daarna staat Skull 21 als herrezen in de gekleurde

spotlights. Pas wanneer de spots verkleuren naar wit ziet het publiek welke delen origineel zijn, en waar de reconstructies zitten. Deze lichttruc staat bekend als spectral tuning – de subtiele afstemming van led-spectra op de kleur van het materiaal waardoor kleurverschillen worden versterkt of wegvallen. “Wij werken aanvullend op Naturalis”, zegt Van der Meer. “Bij Naturalis kun je zien welke dinosaurussen er allemaal waren en hoe ze leefden. Hier vertellen we het verhaal van de reconstructie van een schedel. We laten zien hoe de technieken sinds de eerste reconstructie ontwikkeld zijn, en hoe restaurateurs daarvan gebruikmaken.” <<

De Triceratops-schedel Skull 21 is te zien in het Science Centre, Mijnbouwstraat 120 in Delft

Het Science Centre dankt de sponsors van het Mineralogisch Geologisch Museum voor hun bijdrage in de restauratie: Dietsmann, Shell, Dyas en Fugro.

Georgios Andreadis:

‘Steeds maar meer servers aanschaffen, neigt naar onverantwoordelijk gedrag’

Georgios Andreadis is verkozen tot Best Graduate van 2020. Elk jaar reikt het Universiteitsfonds van de TU Delft de award uit aan een van de acht beste afstudeerders van de faculteiten. Wie zijn zij en wat doen zij?



Rick Waasdorp – 3mE

Een spier krijgt vóór hij gaat bewegen een signaaltje vanuit de hersenen. Wat er vervolgens gebeurt, weten we niet precies. Masterstudent Rick Waasdorp (3mE) bedacht een extreem snelle, niet-invasieve techniek om een kijkje te nemen. Die is geknipt voor onderzoek naar spierdystrofie. Het project dat anderhalf jaar geleden begon als fundamenteel onderzoek is bijna klaar voor klinische tests op patiënten. De alumnus werktuigbouwkunde met specialisatie biomechanical design is in september begonnen aan een PhD-onderzoek. Dat draait weer om uiterst verfijnde meettechnieken. De komende jaren zal hij proberen om met behulp van ultrasoundtechniek hersenactiviteiten in beeld te brengen.



Amina Chouairi - BK

Voor haar masterscriptie dook Amina Chouairi (Bouwkunde) in de Venetiaanse getijden. Na grondig onderzoek kwam de landschapsarchitecte met een ontwerpvoorstel voor het op een natuurlijke wijze creëren van een waterkering. Daarnaast keek ze naar het creëren van de juiste leefomgeving voor het herstel van de ecosystemen van de lagunes van Venetië. Chouairi focuste zich in haar onderzoek ook op een alternatieve vorm van ‘slow tourism’, en hoe je de lokale economische bedrijvigheid kunt verfijnen. Haar belangrijkste doel was het culturele imago van de lagune van Venetië versterken: een uniek landschap met zijn horizontale en oneindige wateroppervlak.



Frans Liqui Lung – CiTG

In de lucht is het een grote chaos, alleen zien we daar maar weinig van. Om atmosferische processen dicht bij de grond beter in kaart te brengen, ontwikkelde Frans Liqui Lung (Civiele Techniek en Geowetenschappen) een digitaal simulatiemodel dat op kleine schaal de invloed van wind op zand en van zand op wind inzichtelijk maakt. Wie weleens op het strand of in de duinen loopt, herkent de golvende zandstructuur van de bodem. De zandrimpels ontstaan doordat de wind zandkorrels over kleine afstanden transporteert. Tegelijkertijd hebben de zandophopingen invloed op de wind, zegt Lung. “De verplaatsing van zand wordt versneld door de wind, maar datzelfde zand remt de wind ook weer af zodra het een hoopje vormt.”



Georgios Andreadis - EWI



Net als de wegen waar ze aan liggen en de dijken waar ze achter liggen, zijn cloud datacentra een essentieel deel van onze infrastructuur. Georgios Andreadis studeerde bij EWI af op de capaciteitsplanning van deze datacentra. "Steeds maar meer servers aanschaffen, neigt naar onverantwoordelijk gedrag", vindt hij. Dankzij zijn onderzoek kunnen ze in de toekomst goedkoper, efficiënter en duurzamer aan de steeds maar toenemende vraag naar rekenkracht voldoen. Het eindresultaat van zijn masteronderzoek is de *tool* Capelin, die capaciteitsplanners ondersteunt die zich bezighouden met nieuwe hardware. Veel organisaties hebben interesse getoond in de tool zodra de software beschikbaar komt.



Chen Chou (IO)



Het is erg als iemand wordt opgenomen in het ziekenhuis, maar nog erger als je diegene niet kunt bezoeken vanwege een pandemie. Chen Chou ontwikkelde een manier om toch in contact te blijven, met gebruik van muziek. Haar onderzoeksproject CareTunes for Families vertaalt informatie zoals hartslag, hersengolven en de bewegingen van een patiënt in een soundtrack waar hun dierbaren naar kunnen luisteren. Chou begon haar masteropleiding in 2018, lang voordat iemand van het coronavirus had gehoord, maar de uitbraak van de ziekte maakte al snel het belang van en de behoefte aan haar werk duidelijk.



Wouter Schaberg - L&R



Een 25 jaar oud probleem in de luchtvaart oplossen? Het lukte Wouter Schaberg (Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek). Hij verbeterde een deel van het *Modified Voltage Potential* (MAP)-algoritme, dat moet voorkomen dat vliegtuigen na een afgewende botsing opnieuw te dicht bij elkaar komen. Het is de laatste jaren steeds drukker geworden in de lucht. Dit bezorgt de centrale luchtverkeersleiding overuren. Een mogelijke uitkomst is meer decentraal vliegen, waarbij het vliegtuig zelf een vliegroute bepaalt met behulp van algoritmes. Of dat ooit lukt is de vraag, vanwege alle veiligheidsrisico's is de luchtvaart conservatief.



Maria Chiara Mazza - TBM



Chatbots van eHealth-apps kunnen mensen met mentale problemen ondersteunen bij hun hulpvraag. Maria Chiara Mazza (Techniek, Bestuur en Management) onderzocht hoe herkenning van iemands taalpatronen en persoonlijkheid kan helpen bij het verbeteren van gepersonaliseerde

chatbots. Een op de vier mensen in de wereld lijdt aan een angststoornis of andere neurologische aandoening. Problematisch is dat deze mensen vaak bang zijn om hulp in te schakelen, zegt Mazza. Mazza liet 142 studenten van verschillende nationaliteiten een enquête invullen en een schrijfpdracht doen. Van de deelnemers bleek veertig procent last te hebben van een angststoornis. Uit de teksten bleek dat mensen met een angststoornis een ander taalpatroon hebben.



Teun Huijben - TNW



Het onderzoek van Teun Huijben gaat over kleine deeltjes die zelfs met een gewone microscoop niet te zien zijn. Er is een speciale microscoop nodig om na te gaan hoe de piepkleine deeltjes, zoals eiwitten in een cel, eruit zien. Voor de bestudering en genezing van veel ziektes is het belangrijk

om kleine celonderdelen afzonderlijk van elkaar te kunnen bestuderen. Huijben ontwikkelde een slim algoritme dat dit mogelijk maakt.

Hij maakte een rekenprogramma dat onderscheid kan maken tussen de vorm van een appel en een peer. Het algoritme deelt plaatjes in verschillende categorieën in, en zorgt er zo voor dat je appels en peren van elkaar kunt onderscheiden.



De eerste vrouwelijke ingenieur van Bandung

‘Die ene vrouw was mijn oma’, schreef een lezer in reactie op het stukje over honderd jaar Technische Hogeschool in Bandung (julinummer Delft Integraal). Wie was de vrouw uit de eerste lichting studenten civiele techniek in voormalig Nederlands-Indië? Kleindochter Annette Lievaart vertelt het verhaal van haar grootmoeder Lies Odenthal.

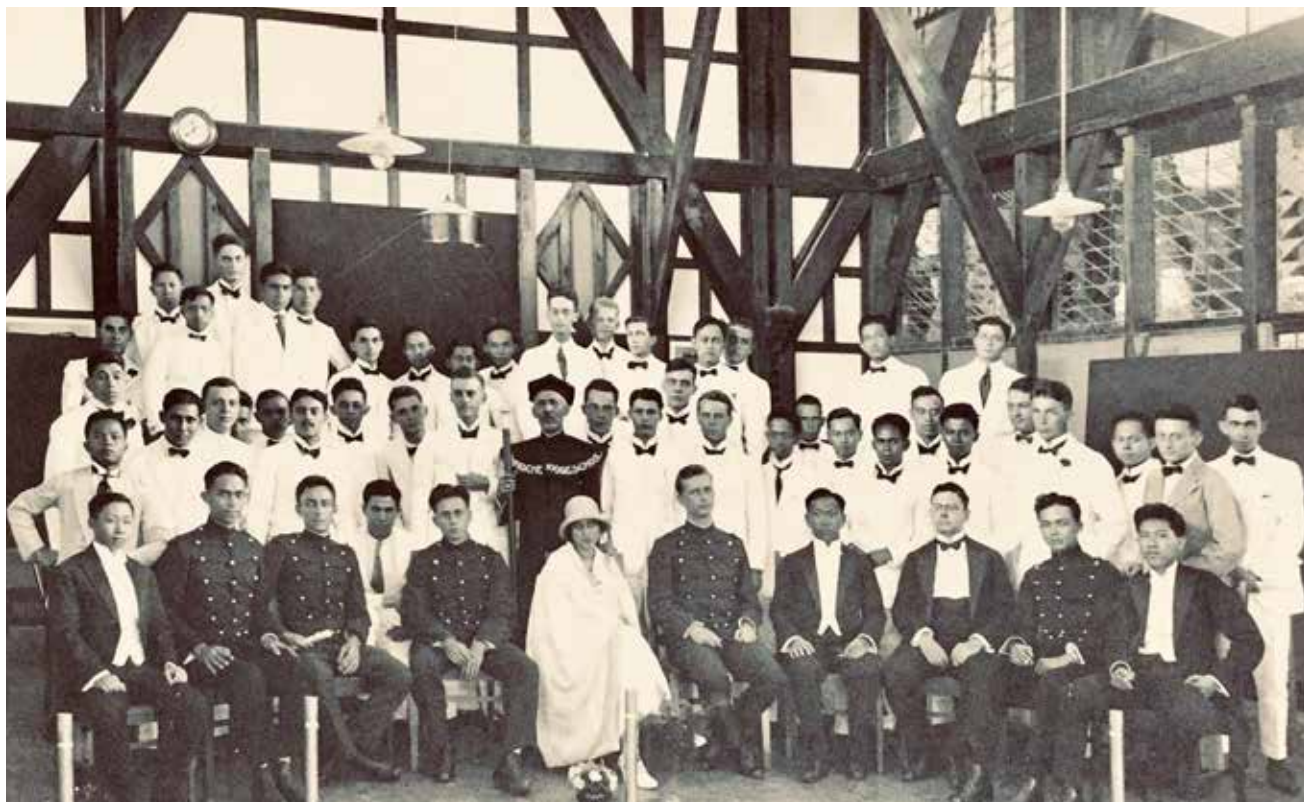
“**H**aar naam was Elisabeth Antoinette Odenthal (Lies voor intimi). Zij is geboren op 27 april 1902 in Soerabaja en overleden op 16 januari 1984 in Roosendaal. Mijn oma was geboren en getogen in Nederlands-Indië en ook haar voorouders woonden daar al verschillende generaties. Mijn oma had de Nederlandse nationaliteit en zichtbaar ook Indisch bloed. Aangemoedigd door haar ouders besloot ze weg- en waterbouwkunde te studeren in Bandung. Ze had liever wiskunde willen studeren, vertelde ze me later, maar dat ging nu eenmaal niet in Indië en ze wou zeker niet naar het voor haar onbekende Nederland. Mijn opa - Adolf Petrus Frederik Kist - begon ook in die eerste lichting. Omdat mijn oma een jaar eerder klaar was met haar studie dan mijn opa, ging ze werken als docent in de exacte vakken op een nonnenschool in Bandung. Op 22 mei 1926 zijn ze getrouwd in Soerakarta. Mijn opa werkte toen al als ingenieur bij ‘den Provincialen Waterstaat te Bandung’ en mijn oma was huisvrouw, zoals in die tijd gebruikelijk. Binnen de familie gaat het verhaal dat, als mijn opa nieuw project moest doorrekenen, hij dat mee naar huis nam en mijn oma hem daarbij hielp. Direct aan het begin van de Tweede Wereldoorlog werd mijn opa geïnterneerd omdat hij reserve-officier was. Mijn oma bleef met drie kinderen achter. Ze ging met een achternicht en alle kinderen in één huis wonen. De achternicht gaf zangles, wat niet mocht, maar volgens mijn tante wa-

ren de Japanners zo gecharmeerd van deze kunstvorm dat zij het oogluikend toestonden. Omdat hun huis daarvoor toch al een duiventil was, besloot mijn oma wiskundeles te geven aan individuele leerlingen. Scholen en universiteit waren gesloten en wat ze deed mocht niet, maar het viel door de in- en uitlopende muziekstudenten niet op. Zo kon ze enigszins in het levensonderhoud voorzien, al ging het haar meer om het principe dan om de verdiensten. Zo weigerde ze om voor Japanners te buigen op straat. Na de oorlog probeerden ze hun le-

‘In de oorlog – toen de scholen en universiteit gesloten waren - besloot mijn oma wiskundeles te geven aan individuele leerlingen’

ven weer op te pakken. Mijn opa werd hoofd van de Waterstaat van het district Java, ondanks de periode van militaire acties die toen aanbrak. In 1948 werd hij daarbij aangesteld als buitengewoon lector in de Wegenbouw aan het ITB. In 1949 kreeg hij verlof en de mogelijkheid om naar Nederland te gaan. Op 26 juli 1949 vertrokken ze met de Willem Ruys en arriveerden op 15 augustus in Rotterdam. Mijn grootouders waren voornemens om, nadat mijn tantes ondergebracht waren, met mijn moeder terug te reizen naar Indië. Helaas liep dat anders. In de pe-





Oma Elisabeth Odenthal is duidelijk herkenbaar bij de afstudeerceremonie van de eerste lichting studenten op 1 juli 1924. Opa Dolf Kist is de tweede student links van de pedel. (Foto: Annette Lievaart)

riode dat zij in Nederland waren vond de soevereiniteitsoverdracht plaats. Terugkeren naar Indonesië was geen optie meer voor mijn grootouders. En al had mijn opa al die jaren voor de Nederlandse overheid gewerkt, hij was nu werkeloos en moest het zelf maar uitzoeken. Volgens één van mijn tantes zou dat mede te maken hebben met het feit dat mijn opa en oma Soekarno kenden uit hun studententijd. Soekarno zou zelfs een oogje op mijn oma hebben gehad. Mensen uit zijn kring hadden mijn opa expliciet gevraagd terug te komen in zijn oude functie. Daarmee zou het gezin de Indonesische nationaliteit krijgen. Mijn opa sloeg het aanbod af. Uiteindelijk vond hij werk op het Waterloopkundig Laboratorium in Delft en later gaf hij les op de TH met als specialisatie Technologie van de weg. In 1955 greep hij de kans om als lector in de Weg- en Waterbouwkunde op de K.M.A. in Breda les te geven. Hij leidde daar de cadetten van de Genie op en was grondlegger van het Genie-laboratorium. Hier

heeft hij tot zijn pensionering gewerkt. De behoefte om te onderwijzen bleef. Tot hun dood hielpen mijn grootouders buurkinderen met hun huiswerk voor de exacte vakken. Toen ik eind-examen vwo deed was mijn oma zeer geïnteresseerd in de opgaven voor natuurkunde en wiskunde I en II, al vond ze kansrekening en statistiek maar nieuwlichterij. Mijn oma heeft gelukkig nog meegemaakt dat ik ingeschre-

'Soekarno zou zelfs een oogje op mijn oma hebben gehad'

ven werd als student technische wiskunde in Delft. En dat ik een vriendje had die ook in Delft studeerde. Inmiddels ben ik alweer bijna dertig jaar met dat vriendje getrouwd en zijn we beiden ingenieur. In november 2019 is onze oudste afgestudeerd in de luchtvaart- en ruimtevaarttechniek. Bij die gelegenheid hebben we als traditie ingesteld dat onze kinderen een boek

krijgen uit de verzameling studieboeken van mijn opa en oma. De dictaten van Boomstra over integraalrekening, differentiaalrekening en meetkunde houd ik lekker zelf.

Ik zag dat mijn oma genoemd wordt in een biografie over Soekarno van Lambert Giebels (*Sukarno: a Biography*). Van mijn oma weet ik dat Soekarno als gelijkwaardige student geaccepteerd werd tot het moment dat hij serieus begon met zijn propagandacampagne voor onafhankelijkheid. Dat hij mijn oma nooit vergeten is, bleek toen een nicht van mijn moeder die erg op mijn oma leek aan hem werd voorgesteld en hij verzuchtte: "Lies, ben jij dat?". Toen mijn oma dit ter ore kwam riep ze: "Die gek dacht zeker dat ik altijd jong bleef!" <<

In de hal van de TU Library zijn tot maart twee kleine tentoonstellingen over Delftse civiel ingenieurs in Nederlands-Indië en over architectuur in Bandung. Vanaf begin 2020 ook digitaal te bezoeken via erfgoed.tudelft.nl

‘Volledig online onderwijs is moeilijk vol te houden’

Na bijna driekwart jaar grotendeels online studeren lijkt het einde nog niet in zicht. Hoe houden we het welzijn van studenten in de gaten als we ze niet of nauwelijks in levende lijve ontmoeten? Over dat vraagstuk buigt alumnus Dick van Gameren, decaan van de faculteit Bouwkunde, zich al sinds het begin van de coronacrisis.

Uit een recente enquête onder studenten bleek dat ze over het onderwijs zelf niet eens zo ontevreden waren. “We hebben gemerkt dat kennisoverdracht prima gaat”, vertelt Dick van Gameren. “Online kun je makkelijk een beroep doen op mensen van binnen of buiten de universiteit om een presentatie te houden of mee te doen aan een discussie.” Studeren zou zo veel meer moeten zijn dan alleen kennisoverdracht. Het opbouwen van een netwerk, algehele vorming en natuurlijk gewoon de tijd van je leven hebben – aspecten waar nu weinig ruimte voor is. Niet verwonderlijk dus dat dertig procent van de studenten aangaf zeer slecht gemotiveerd te zijn.

Geen rust, geen ruimte

“Volledig online onderwijs is moeilijk vol te houden. Studenten missen de ontmoetingen en samenwerking met anderen. Een ander veelgenoemd probleem is het gebrek aan een goede werkplek. Geen wifi, geen ruimte, geen rust of stilte”, vertelt Van Gameren. Hij is voorzitter van de taskforce die in het voorjaar werd ingesteld. Die maakt deel uit van de regiegroep Study Climate waarbinnen het

college van bestuur, Education & Student Affairs en het programma Studieklimaat zich buigen over studentenwelzijn in tijden van corona. “Studieklimaat ging vooral over studiedruk. Dat heeft veel raakvlakken met studentenwelzijn, maar inmiddels liggen er nieuwe, corona-gerelateerde vraagstukken.” De regiegroep moet precies dat doen: de regie houden. “Er zijn veel initiatieven op het gebied van studentenwelzijn. Wij proberen het overzicht te houden en de lacunes op te merken en in te vullen.”

Pubquiz

Dat alles gebeurt in nauwe samenwerking met studenten. “Ik denk dat zij het beste weten wat voor hen werkt, dus is het belangrijk als ze dat zelf mee organiseren. We moeten hun initiatieven vanuit de organisatie ondersteunen.” Bij zijn eigen faculteit heeft hij gezien dat ze dat op een heel verantwoorde manier doen. “Ze hadden geregeld dat studenten conform de regels langs mochten komen in de Bouwpub. Dat gebeurde op inschrijving. Het was een positief signaal dat we met elkaar proberen om zulke sociale activiteiten te laten doorgaan.”
Helaas is de coronarealiteit

weerbarstig en is de Bouwpub op het moment van schrijven weer dicht vanwege de hernieuwde horecasluiting, al gaat de pubquiz online door.

Voorrang eerstejaars

Sinds september mogen studenten weer mondjesmaat naar de campus komen, mede op dringend advies van de taskforce. Daarbij wordt voorrang gegeven aan eerstejaarsstudenten. “Het is voor alle studenten belangrijk, maar eerstejaars hebben nog geen



Dick van Gameren: “We moeten ervoor zorgen dat studenten hun zorgen en problemen kunnen blijven delen.”

netwerk en zitten soms nog alleen op een kamer bij hun ouders. Zij kunnen makkelijk in een isolement raken”, zegt Van Gameren. Hetzelfde geldt voor internationale studenten. “Die maken zich daarbovenop nog eens zorgen over hun gezondheid, want Nederland neemt vaak andere maatregelen dan andere landen. En of ze het financieel redden is een ander probleem.” Ook Nederlandse studenten kampen met financiële problemen, nu veel bijbanen zijn weggevallen.

Ondersteuning

Al kan de regiegroep niet alle problemen oplossen, er is veel praktische en emotionele ondersteuning. “Voor studenten die moeilijk thuis kunnen werken, zijn er veilige werkplekken, bijvoorbeeld in de TU Library. Dat gaan we uitbreiden, zodat ze ook buiten het rooster om kunnen komen.”

Naast extra ruimte staat ook de beschikbaarheid van psychologen en studieadviseurs hoog op de agenda. “We moeten ervoor zorgen dat studenten hun zorgen en problemen kunnen blijven delen. Zodat ze de juiste weg weten te vinden naar professionele hulp, en ook naar elkaar om elkaar te helpen.” Dat alles begint bij goede communicatie. “Er moet overkoepelend en eenduidige berichtgeving komen, anders lezen mensen het niet meer. Dat is dus ook een prioriteit.” Op de website staat inmiddels alle informatie die studenten in hun welzijn kan helpen op één plek. Eerstejaarsstudenten blijven een aandachtspunt. “Voor hen is het gewoon heel moeilijk. Hoe bouw je een nieuwe levensfase op in de



FOTO: DAUWADOL

Vooraf eerstejaars kunnen makkelijk in een isolement raken.

huidige situatie? Je wilt mensen leren kennen en dat lukt momenteel maar beperkt binnen het onderwijs. Dus willen eerstejaars meer dan ooit lid worden van studenten- en

‘Studenten missen de ontmoetingen en samenwerking met anderen’

sportverenigingen, die vervolgens beperkte capaciteit hebben. Stel je voor: dan word je uitgeloot en voel je je weer afgewezen.”

Rol voor alumni

Ook afstudeerders hebben het lastig. “Het is een moeilijke tijd om werk te zoeken en je een leven na het studeren voor te stellen. Hierin zouden alumni zeker een rol kunnen spelen”, vindt Van

Gameren. “We moeten ook voor stageplekken blijven zorgen. Zelf ben ik partner bij Mecanoo. Ook daar werken we veel thuis, maar we bieden afstudeerders en stagiairs een veilige plek, zodat ze met elkaar kunnen werken en begeleid worden.”

Intussen blijft een nieuwe lockdown een schrikbeeld. “Wat als we weer dicht zouden moeten? Misschien kunnen we dan toch iets organiseren qua werkplekken. Misschien kunnen we dan de gebouwen open houden, maar het onderwijs online geven. We hoeven niet meer uit te vinden hoe dat werkt. Maar docenten geven ook gewoon liever fysiek les.” <<

Als alumnus kun je iets doen om studenten te helpen. Studenten Job Vlak en Thijs de Jongh doen een oproep om studieplekken te faciliteren in de omgeving van Delft. Kijk voor meer informatie op alumni.tudelft.nl/studieplekken.

‘Wees niet bang om terug te keren naar de academische wereld’



Timo Gerres: “Ik kom ook veel alumni in een professionele setting tegen.”

Timo Gerres heeft zijn academische carrière afgewisseld met periodes in het bedrijfsleven. Hij is nu bijna klaar met zijn promotie maar weet nog niet wat zijn volgende stap wordt. Doorgaan met zijn onderzoek of terugkeren naar het bedrijfsleven om de nieuwste inzichten te implementeren?

Timo Gerres kwam voor het eerst naar Nederland voor een stage bij Eurodev, net over de Duitse grens in Almelo. “Mijn taak bij de industriedivisie was om Amerikaanse bedrijven te helpen voet aan de grond te krijgen in Europa. Ik heb daar met veel plezier samengewerkt met Nederlandse collega’s. Ze zijn rechtdoorzee en de sfeer is minder hiërarchisch dan in Duitsland. Dat past wel bij mij.” Na deze eerste stap in het bedrijfsleven, in een patroon dat zich zou herhalen, begon hij bij de faculteit Techniek, Bestuur en Management (TBM) aan de

masteropleiding system engineering, policy analysis and management, nu Cosem). “In Almelo werkte ik met olieraffinaderijen, de ‘vuile’ kant van de energiesector, zeg maar. Bij TBM keken we naar duurzame energie vanuit een systeem perspectief. Hoe integreer je fluctuerende duurzame energiebronnen in het elektriciteitssysteem? Hoe creëer je bij investeerders interesse in nieuwe technologieën? En hoe kan overheidsregulering dit stimuleren? Dat soort vragen interesseren me enorm.” Na enkele jaren bij TenneT in Duitsland waar hij aan offshore windprojecten werkte, is hij nu promovendus aan het

Institute for Research in Technology (IIT) van de Comillas Pontifical University in Madrid. Daar zet hij zich vol in op de volgende uitdaging: de decarbonisatie van de (zware) industrie en het effect daarvan op onze energiesystemen: “Veel mensen

‘Sindsdien organiseer ik twee keer per jaar een ‘event-in-a-box’ voor lokale alumni’

realiseren zich niet dat je voor elke ton geproduceerd cement ongeveer een ton CO₂ uitstoot, niet alleen door de verbranding van fossiele brandstoffen, maar ook door de chemische reactie die in de oven plaatsvindt.”

In contact blijven

Gerres heeft door de jaren heen contact gehouden met de TU Delft. “Ik heb een vriendenkring die teruggaat tot mijn jaren in Delft. Normaal gesproken zien we elkaar minstens één keer per jaar, maar corona heeft daar tijdelijk een stokje voor gestoken”, vertelt hij. “Ik kom ook veel alumni in een professionele setting tegen. Toen ik solliciteerde naar mijn huidige functie werd ik geïnterviewd en aangenomen door een ex-collega uit Delft. Een van de redenen dat ik in Spanje ben beland, is dat we dezelfde mensen kenden. Mijn huidige baas is ook een alumnus. De band op academisch niveau is eveneens sterk. We werken goed samen en werven ook bij de TU Delft.”

Gerres is een trouwe bezoeker van alumni-events, van de TU Delft, maar ook van het Dutch Engineers Alumni

Network (DEAN), waar hij goede vrienden heeft gemaakt onder alumni uit zowel Eindhoven als Delft. Het was op het eerste DEAN-evenement in Madrid dat hij Janneke Hermans van TU Delft Alumni Relations ontmoette, die op zoek was naar vrijwilligers om toekomstige evenementen te organiseren. Hij gaf zich graag op. “Sindsdien organiseer ik twee keer per jaar een ‘event-in-a-box’ voor lokale alumni. Je krijgt een doos met traditionele Nederlandse lekkernijen als pepernoten, maar ook spelletjes die je kunt spelen om het ijs te breken. Dat creëert een leuke sfeer en je ontmoet altijd weer nieuwe mensen.” Gerres is het afgelopen jaar ook een paar maal coach geweest bij de online Career Cafés, die Alumni Relations samen met het Career Centre hebben opgezet. Alumni delen hun ervaringen op de arbeidsmarkt en coachen studenten of pas afgestudeerden.

Leven na de promotie

Nu hij drieënhalve jaar aan zijn promotie bezig is, denkt hij na over een volgende stap. “Ik moet snel beslissen. Het is een dilemma: aan de ene kant zijn er nog veel losse eindjes en het IIT is een geweldige plek om te werken. We doen veel technische adviesprojecten en academische projecten, en dat past echt bij mij. Aan de andere kant ga ik misschien terug naar de industrie, om de resultaten van mijn onderzoek in de praktijk te brengen”, peinst hij. “In de academische wereld zit je soms in een ivoren toren. Dat is een mooie plek om het grotere geheel te begrijpen, maar als je daar te lang blijft zitten, verlies je het contact met de echte wereld. Je moet nooit bang zijn om terug te keren naar de academische wereld als er open vragen zijn in je werkveld, want het is de ideale plek om de antwoorden

te vinden. Ik zou iedereen die een paar jaar in de industrie heeft gewerkt willen aanmoedigen om daar af en toe over na te denken.” <<

Lees het uitgebreide interview op de website: alumni.tudelft.nl.

Alumni activiteiten



Van online events, loopbaancoaching, tot lezingen op de campus. Als je wilt deelnemen aan een evenement, het aanbod en informatie vind je op de alumni evenementenpagina: alumni.tudelft.nl/events

8 januari

Week of Resilience -
Viering 179ste Dies Natalis TU Delft

12 januari

DEAN-lezing Koen Klompe

19 januari

Lezing alumna Nadine Bongaerts

28 januari

Alumni event – San Francisco

Contact:

Vragen, opmerkingen of ideeën?
E-mail: alumnirelations@tudelft.nl
Website: alumni.tudelft.nl
Community: 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. Je kunt er ook je gegevens of communicatievoorkeuren wijzigen.

Ben je geïnspireerd door dit verhaal? En wil je de mogelijkheden tot blijvende betrokkenheid bij de TU Delft verkennen? Dan komen we graag met je in contact. Stuur een e-mail naar alumnirelations@tudelft.nl.

Onder de vleugels van Göttingen

L&R-alumnus Bram Elsenaar beschrijft de samenwerking tussen de Nederlandse en Duitse luchtvaartinstituten in oorlogstijd. In mei 1940 benaderde het Duitse Rijksluchtvaartministerie het Nationaal Luchtvaartlaboratorium (NLL) om voor de Aerodynamische Versuchsanstalt AVA in Göttingen aerodynamisch onderzoek te doen. De betrokken wetenschappers kenden elkaar via hun wetenschappelijk werk. Het NLL besloot tot medewerking zolang het werk 'wetenschappelijk' was. Ze werkten, naar later bleek, aan geavanceerde Duitse vliegtuigprojecten. Tegelijkertijd waren de commercieel directeur en een aantal medewerkers actief in het verzet.

Bram Elsenaar begon zijn loopbaan bij het NLR met onderzoek in dezelfde windtunnel die tijdens de oorlog zo belangrijk was geweest. Uitgeverij Aspect, € 24,95



Omgaan met projectdynamiek

Samen met een collega schreef Bouwkunde-alumnus Evert Gianotten een boek voor projectleiders in de infrastructuur en andere fysieke werkvelden. Ze laten zien hoe je als ingenieur niet alleen naar technische oplossingen moet kijken maar ook naar de omgeving en partijen die daarin actief zijn. Hoe benader je specifiek opdrachtgevers, hoe ga je om met weerstand, hoe organiseer je het proces?



Stedenbouwkundige Evert Gianotten was planoloog bij de provincie Zuid-Holland en procesmanager bij DHV. Delft Academic Press, € 22,50

(Advertentie)

Foto: ir. W. O. van Marle

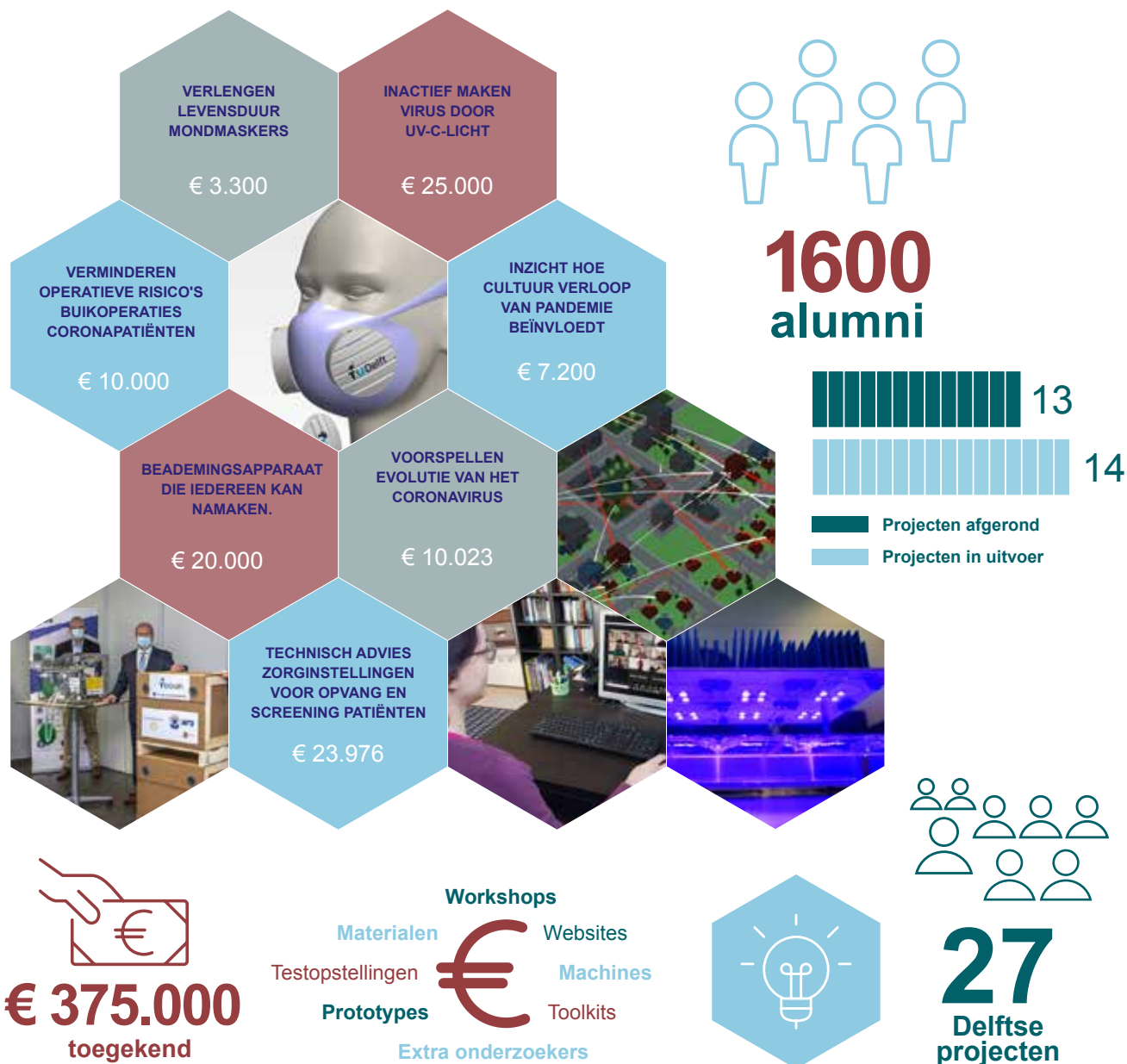
Delftse ogen en oren nodig in Taiwan?

www.taiwannabe.be



ONDERZOEKERS EN STUDENTEN BESTRIJDEN CORONACRISIS

In maart 2020 heeft het Universiteitsfonds Delft het TU Delft COVID-19 Response Fund opgericht. En met succes. Dankzij de donaties van ruim 1600 alumni van de TU Delft heeft het fonds inmiddels € 375.000 kunnen toekennen aan 27 onderzoeksprojecten. Deze projecten leveren een belangrijke bijdrage aan het bestrijden van het virus en het verbeteren van de zorg voor patiënten. Hieronder een greep uit enkele gesteunde projecten en de toegekende bedragen. Kijk voor een compleet overzicht van de gesteunde projecten op: www.universiteitsfondsdelft.nl/gesteundeprojecten



HARTELIJK DANK

Namens alle onderzoekers en studenten: bedankt! Dankzij uw financiële bijdrage ging er geen kostbare tijd verloren en konden zij hun onderzoek direct uitvoeren. Er zijn nog steeds projecten waarbij steun zeer welkom is. Kijk op: www.universiteitsfondsdelft.nl/covid-19

ALLEMAAL FAMILIE

De familie Le Mahieu

In deze serie praten (groot)ouders en hun (klein)kinderen over hun studententijd. Lees de originele versie van dit verhaal hier:



Na opa Rinus le Mahieu (werktuigbouwkunde) studeerde ook zijn dochter Marie (bouwkunde) en nu kleinkinderen Maurice (industrieel ontwerpen) en Lauranne (klinische technologie) in Delft.

Opa Rinus kwam aan een kamer via zijn zus die al in Delft woonde. Later verhuisde hij naar Duivelsgat, barakken langs de Schie vlakbij de Paardenmarkt. Marie woonde haar hele studietijd op een zolderkamer vlakbij de Nieuwe Kerk. Ze reageerde op een advertentie die ze zag in de Delftse Courant. De huisbaas had uit de meer dan vijfhonderd reacties het kaartje met haar naam getrokken. Als ze aan haar kamer terugdenkt, lopen de rillingen nog over haar rug. Letterlijk. “Het kon er zo koud zijn, dat in de winter vaak een plak ijs op mijn dekbed lag.” Toen de sneeuw op een gegeven moment naar binnen waaide, bevestigde ze zelf isolatiemateriaal tegen het dak.

Opmerkelijk, vinden Maurice en Lauranne het dat er ook kamernood was in de tijd dat hun tante in Delft studeerde. “Misschien niet zo erg als nu, want ik vond pas na een half jaar een kamer”, vertelt Lauranne. Maurice had meer geluk, hij vond via zijn nicht een fijn huis en kon zelfs zijn eigen huisgenoten kiezen. Dit jaar verhuisde hij naar de Koornmarkt. “Precies tegenover het huis waar opa vroeger woonde, dat maakt de cirkel rond.” 