

DELFT | Nr. 2 | JULI 2020 | JAAR-
INTEGRAAL |  **TU Delft** | GANG 37

Francine Houben
Kind van de
TU Delft

E-REFINERY
Naar post-fossiele energie

Pioniers
Robots naar Mars



Cover:
Als e-Refinery werkelijkheid wordt, zijn er geen fossiele brandstoffen meer nodig. Olieraffinaderijen hebben hun langste tijd gehad. Met een zonsongedrag op de achtergrond zien ze er wel mooi uit, maar dat geldt voor de meeste dingen. (Fotograaf Sam Rentmeester)

Voorwoord

Tim van der Hagen

Coronacrisis

Onze doorgaans zo levendige campus is in korte tijd haast onherkenbaar veranderd: het is er onvoorstelbaar stil en rustig. Dat kon niet anders. Vanaf 13 maart hebben we al ons onderwijs en veel van ons onderzoek online verplaatst vanwege de coronacrisis. Dat was voor niemand makkelijk, maar ik ben er trots op hoe onze staf en studenten dat hebben opgepakt. Een groot deel van het onderwijs en de tentamens zijn namelijk 'gewoon' doorgegaan. Inmiddels bereiden we ons voor op een toekomstige gefaseerde terugkeer naar de campus, maar dan voorlopig wel binnen de beperkingen van de anderhalve-metersamenleving. Dat betekent dan onder meer dat we maar zo'n twintig procent van de studenten tegelijkertijd kunnen ontvangen. Daarbij moeten we ook nog eens rekening houden met factoren als de druk op de openbare ruimte. Heel veel mensen maken bijvoorbeeld gebruik van dezelfde wegen en niet iedereen heeft zoals wij een online alternatief. Hoe verdeel je die schaarse campustijd

eerlijk onder studenten? Je studententijd is immers de tijd dat je een netwerk voor je verdere leven opbouwt. Kortom, dit zet ons voor een enorme puzzel, waarbij we ook veel oog voor welzijn hebben. Want kunnen werken en studeren is één, je moet dat wel met een gevoel van veiligheid en natuurlijk ook met plezier kunnen doen. Eén ding is de afgelopen tijd wel duidelijk geworden: TU Delft is een veerkrachtige organisatie en we zullen ook deze crisis wel te boven komen. Ik hoop dat dit ook voor u en de uwen geldt en dat deze publicatie u in goede gezondheid vindt. Zelf werk ik ook vanuit huis en mis al die mensen en ontmoetingen – ook die met onze alumni. Ik ben daarom blij dat deze Delft Integraal gewoon nog bij u op de mat valt. Want handen schudden is dan voorlopig taboe, zo hebben we toch nog een beetje tastbaar contact.

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



FOTO: SAM RENTMEESTER



KORT DELFTS
04

EXCELLENCE FUND
INVESTEREN IN BAANBREKEND
ECOSYSTEEM
18

COVID-19 RESPONSE FUND
DELFTSE PROJECTEN
23

PERSOONLIJK
26

COLUMN
DEBORAH NAS
26

DE ZAAK
FAIRM
27

ALUMNUS
JODP HEIJENRATH
28

HORA EST
30

**UNIVERSITEITSFONDS
DELFT**
31

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

Delft Integraal is een uitgave van de TU Delft

08

Fossielvrije toekomst

In de e-Refinery werkt TU Delft met anderen samen aan technologie om de petrochemische industrie te verduurzamen.



14

Alumnus van het Jaar

Architect Francine Houben drukt met haar ontwerpen een stempel op de hele wereld. "Mensen gezond houden in steden is de grootste opgave."



20

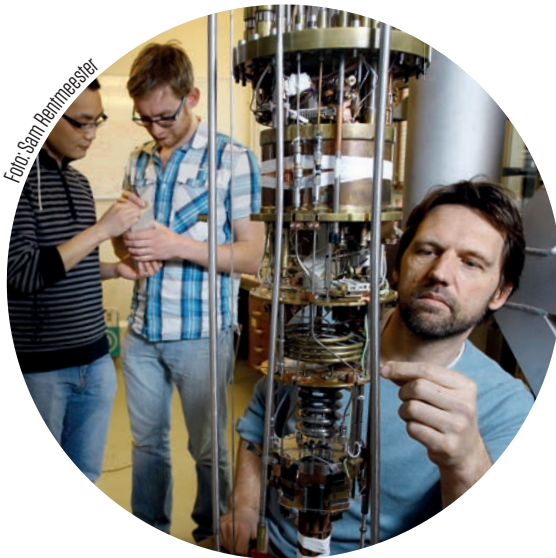
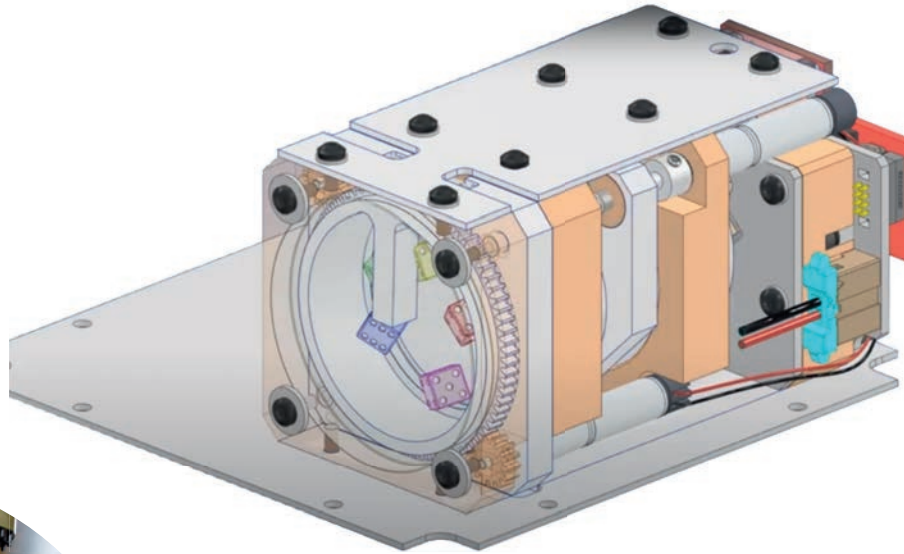
Robots naar Mars

Stuur robots als verkenners naar Mars, bedachten Henriette Bier en Roland Schmehl voor een ideeëncompetitie van het ESA Discovery programma. Ze haalden de tweede ronde.



KORT DELFTS

De QR-codes verwijzen naar het uitgebreidere artikel. Meer wetenschapsnieuws op tudelft.nl en delta.tudelft.nl.



Nature-publicatie wankelt

De onderzoeksgroep Quantum Computing van QuTech heeft vakblad Nature laten weten dat een artikel in dat tijdschrift uit 2018 mogelijk verkeerde conclusies bevat. Het gaat om de publicatie *Quantized Majorana conductance* van de onderzoeksgroep van prof. Leo Kouwenhoven. In dat artikel beschreven de onderzoekers dat zij de belangrijkste aanwijzing tot

dan toe hadden gevonden voor het bestaan van het mysterieuze Majorana-deeltje. Maar de ruwe gegevens zijn verkeerd verwerkt, stellen de onderzoekers nu. Het artikel is nog niet teruggetrokken. Nature heeft wel een waarschuwing bij het stuk geplaatst. Ook de integriteitscommissie van de TU Delft buigt zich over de zaak.



Vliegend monument

Studenten luchtvaart- en ruimtevaarttechniek bouwen een monument in de ruimte ter gelegenheid van de 75ste verjaardag van studievereniging VSV Leonardo da Vinci. De bouw van de satelliet begint na de coronastop. Voor ideeën gingen studenten te rade bij schoolkinderen. Zo ontstond het idee om een satelliet te bouwen die kon dobbelen. Studenten van de Leidse Instrumentmakerschool bouwen de dobbelmachine, de Delftse studenten verzorgen de rest van de *cubesat*. Lancering zal volgend jaar plaatsvinden, waarna klassen kunnen inloggen op de boordcamera. De studievereniging zette al eerder monumenten in Ede (1955) en in Den Haag (1960), maar die waren van steen.

Screenshots VSV Leonardo Da Vinci / Youtube



‘Meisje voor het groene gordijn’

Onderzoek naar Vermeers schilderij ‘Meisje met de parel’ in het Mauritshuis heeft nieuwe inzichten opgeleverd. Delftse onderzoekers van drie faculteiten (TNW, IO en 3mE) speelden een belangrijke rol. Een van de verrassendste ontdekkingen was dat de achtergrond van het Meisje niet zomaar een lege donkere ruimte is: Vermeer schilderde haar voor een groen gordijn. Met nieuwe technieken zijn diagonalen en kleurverschillen rechtsboven in het schilderij waargenomen die geplooide stof suggereren. Het gordijn verdween in de loop der eeuwen door het ontleuren van de groene verf.

Mauritshuis / WoHoekstra

TU Delft for Life | Xperience Week



Speciaal voor alumni en relaties van het Universiteitsfonds Delft vindt jaarlijks de *TU Delft for Life | Xperience Day* op de campus plaats. In deze bijzondere tijd heeft dit event van 8 t/m 12 juni plaatsgevonden in een online vorm en was er niet één dag, maar een hele week.

Vijf avonden waren er online sessies, bestaande uit de thema's: *urbanisation & mobility, energy transition, health & care, digital society* en *climate action*. Elke avond gaf een andere wetenschapper van TU Delft een live *keynote*, gevolgd door interactieve groepsdiscussies. De Alumnus van het Jaar 2020, Francine Houben, oprichter en creatief directeur van Mecanoo architecten, werd bekendgemaakt en elke sessie werd afgesloten met een virtuele borrel. Het evenement is zo goed ontvangen, dat de sprekers hun *keynote* in de laatste week van juni nogmaals live hebben gepresenteerd voor alumni uit landen als China en Australië, en voor alumni die op de wachtlijst stonden.

Corps gedenkt surfers

Maandagavond 12 mei kwamen twee leden van het Delftsch Studenten Corps (DSC) om het leven bij een surfongeval naast het noordelijke havenhoofd van Scheveningen. Ook drie surfers uit Den Haag overleefden het niet. Max en Mathijs waren als vierde- en vijfdejaars student lid van DSC en nauw betrokken bij de vereniging. ‘Woorden schieten tekort om te omschrijven hoe groot de impact van het verlies van deze twee altijd enthousiaste jongens is’, schrijft het corps. Voor de sociëteit richtten de leden een herdenkplek in.



100 jaar Institut Teknologi Bandung

Op 3 juli 2020 is het honderd jaar geleden dat de Technische Hogeschool in Bandung (ITB) haar deuren opende. Het ITB heeft van oudsher sterke banden met Delft. Rond 1900 reisde ongeveer een derde van alle Delftse ingenieurs naar de kolonie Nederlands-Indië maar door de Eerste Wereldoorlog stokte dit. In 1917 brachten industriëlen en filantropen buiten de politiek om drie miljoen gulden bijeen voor de stichting van een technische hogeschool in de kolonie. Delftse ingenieurs waren nauw betrokken bij de oprichting. Hoogleraar toegepaste wiskunde en mechanica Jan Klopper bijvoorbeeld, werkte mee aan het Programma der Lessen en werd de eerste rector magnificus in Bandung. Aanvankelijk bood de school alleen een opleiding aan tot civiel ingenieur. De eerste lichter bestond uit 25 studenten, onder wie één vrouw. In het tweede jaar van het bestaan schreef de beroemdste student uit Bandung zich in: Sukarno, de latere eerste president van het onafhankelijke Indonesië. Ook nu nog is er een speciale band tussen Bandung en Delft. Onder andere op het gebied van watermanagement en architectuuronderwijs wordt samengewerkt. In juli zou de jaarlijkse Karel Luyben Lezing in Bandung plaatsvinden maar dit is uitgesteld vanwege de coronacrisis. Ook tentoonstellingen bij Bouwkunde en Civiele Techniek gaan vooralsnog niet door.



Foto: KITV

'Artsen, luister naar elkaar!'



Foto: Sam Hermmeester

Volgens anesthesioloog en hoogleraar *patient safety engineering* Jan Klein gaat er in de zorg meer mis dan we beseffen. De hoogleraar gaat in september met pensioen en legt in een interview in Delta (zie QR-code) uit hoe het veiliger kan. Klein stopte in 2018 als anesthesioloog. "Het is topsport en ik betwijfelde of ik in een crisissituatie nog steeds optimaal zou reageren." Zijn advies aan de medische wereld: "De beste ziekenhuizen zijn ziekenhuizen waar verschillende disciplines als gelijken met elkaar samenwerken. De wereld is zo complex geworden, dus luister nou eens naar elkaar!"



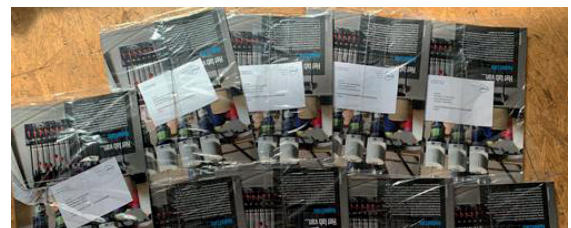
Groter dan incident

Crisis zijn dagelijkse kost voor Kenny Meesters. Hij onderzoekt en onderwijst crisismanagement bij TBM. Sinds eind maart versterkt hij het Landelijk Operationeel Team Corona (LOT-C). "Dit team vormt de verbinding tussen de regionale veiligheidsregio's en landelijke organisaties," aldus Meesters. Twee maanden later is hij nog steeds bij het LOT-C betrokken, maar vormt het team zich om van crisismanagement naar organisatie die paraat staat om op te schalen als het nodig is. "Dit was voor het eerst sinds 1953 dat Nederland een crisis had die groter was dan een incident", constateert Meesters.



Delft Integraal

Alumnus Freek Jacobs woont met drie andere TU-alumni in huis maar de negen Delft Integralen die bezorgd worden, zijn echt wat veel van het goede. Krijgt u ook meer exemplaren op de deurmat dan u lief is? Mail ons o.v.v. de onderwerpregel Administratie en wij zorgen dat het wordt opgelost.



Corona en koorzang

Koorzang is een aantal keer een superverspreider geweest voor Covid-19. Natuurkundige en dirigent Ivo Bouwmans (TBM) verzamelt relevante onderzoeken op zijn website virusmus.nl. Naast zijn onderzoek en onderwijs in complexe energiesystemen is Bouwmans koordirigent bij De VAK in Delft en dirigeert hij een kerkkoor. Half mei interviewde Radio 4 hem over de gevaren van samenzang, en daarna leverde hij informatie aan het RIVM, dat een gefundeerd advies moet uitbrengen aan het Outbreak Management Team dat het kabinet terzijde staat.



Foto: Ph. van Straaten

Hergebruik van mondkapjes

Toen eind maart een gebrek ontstond aan mondkapjes, ontwikkelden medisch ondernemer Bart van Straten en biomechanisch onderzoeker John van den Dobbelsteen een sterilisatieprocedure voor mondkapjes. In de video over het onderzoek zegt Van Straten: “Het voordeel van de sterilisatieprocedure is dat deze direct en op grote schaal kan worden toegepast. Ieder ziekenhuis heeft de apparatuur ervoor in huis en kan er morgen mee beginnen.” De video werd meer dan 20 duizend keer bekeken, en er kwamen tientallen vragen over binnen. De onderzoekers beantwoordden ze allemaal.



Foto: Screenshot TU Delft TV

Mooi virus

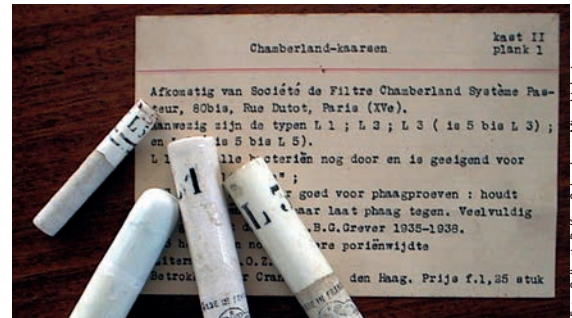


Foto: Collectie Delftse School voor Microbiologie

Toen de Delftse hoogleraar Martinus Beijerinck in 1898 het verschijnsel ‘virus’ ontdekte, werd dat beschouwd als een plantenziekte. Er was ‘iets’ dat tabaksbladen aantastte. Beijerinck had dus een onzichtbare maar levende ziekteverwekker ontdekt. Volgens bioloog en geschiedkundige Lesley Robertson raakte de lol er van af omdat Beijerinck er niks mee kon doen. Dat veranderde met de komst van de elektronenmicroscop in de jaren dertig. Daarmee waren virussen te zien waarvan sommigen, zoals het coronavirus, er best mooi uitzien.



Beademingsapparaat naar Guatemala

Een eenvoudig beademingsapparaat dat door het Delftse team Project Inspiration gebouwd werd, is naar Guatemala gegaan. Waarom daar? Werktuigbouwstudent Diego Quan Reyes maakt zich zorgen over de corona-epidemie in zijn geboorteland. Er zijn slechts 56 beademingsapparaten beschikbaar voor 17 miljoen inwoners. Het is de bedoeling dat het apparaat door een lokale werkplaats gekopieerd wordt, en dat er vijftig exemplaren naar het plaatselijke Hospital Roosevelt gaan.



Foto: TU Delft



Bouwen aan een fossielvrije toekomst

Het Delftse onderzoeksinstituut e-Refinery ontwikkelt duurzame technologieën voor energie en chemie.

“Wij denken na over wat de wereld over twintig tot dertig jaar nodig heeft, en beginnen daar nu aan te werken”, zegt prof.dr.ir Paulien Herder over het onderzoeksinstituut e-Refinery waar ze samen met prof.dr. Bernard Dam leiding aan geeft.

“Als we met z'n allen van fossiele brandstoffen af willen - en dat willen we - dan is het belangrijk dat we allerlei onderzoek gaan doen om dat voor elkaar te krijgen. Het zal tien tot dertig jaar duren voordat die hele industrie is omgebouwd. Het is belangrijk om nu alvast te beginnen want onderzoek duurt gewoon lang.”

Alles onder één noemer

Vorig voorjaar investeerden TU Delft, Shell en fondsen voor kennis en innovatie samen vijf miljoen euro in e-Refinery, met als doel elektrochemische technologie te

ontwikkelen om de petrochemische industrie te verduurzamen.

E-Refinery brengt alles onder één noemer. Het omvat fundamenteel materiaalkundig onderzoek naar elektroden en membranen.

‘Weg met al die energie-vretende scheidingsprocessen bij de vergroening van de industrie’

Er is chemisch onderzoek naar elektrochemische processen en scheidingstechnieken. Onderzoekers werken aan reactoren die schaalbaar zijn, en anderen puzzelen over de vraag hoe nieuwe techniek in de

bestaande industrie past. Weer anderen verkennen alvast de regelgeving, wetgeving en markten die nodig zijn om nieuwe technologie maatschappelijk in te passen. Dat hele spectrum aan disciplines heb je nodig om nieuwe technologie te laten slagen. Dankzij de samenwerking tussen de vijf faculteiten Elektrotechniek, Wiskunde & Informatica (EWI), Technische Natuurwetenschappen (TNW), Werktuigbouwkunde, Materiaalkunde & Maritieme Techniek (3mE), Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek (L&R) en Techniek, Bestuur & Management (TBM) is al die kennis beschikbaar binnen het onderzoeksinstituut e-Refinery in de vorm van meer dan dertig betrokken stafonderzoekers en tientallen promovendi en postdocs.

Lees verder op pagina 10

Vervolg van pagina 9

Ophoping van CO₂ in de atmosfeer is de drijvende kracht achter klimaatverandering. Het niveau en de uitstoot van broeikasgassen, waaronder CO₂, moet daarom in de komende decennia drastisch worden afgebouwd.

Helaas zijn er energie-intensieve processen, zoals de fabricage van staal en beton, waarbij emissie van CO₂ haast onontkoombaar lijkt. Hiervoor worden alternatieve processen met alternatieve, niet-fossiele, energiebronnen ontwikkeld.

Tegenwoordig staat het Sabatierproces weer in de belangstelling

Ook doen verschillende groepen onderzoek naar hergebruik van CO₂ uit de atmosfeer als grondstof voor de industrie, in plaats van het gebruik van fossiele grondstoffen. Hierdoor wordt nieuwe fossiele CO₂-uitstoot naar de atmosfeer voorkomen.

Sabatierproces

Een van de manieren om CO₂ als grondstof te gebruiken is om het met waterstof om te zetten in aardgas, methaan, volgens het Sabatierproces ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{warmte}$). De Franse chemicus Paul Sabatier ontdekte het proces in 1879, samen met Jean Baptiste Senderens, en ontving er in 1912 de Nobelprijs voor chemie voor. Oorspronkelijk, aan het eind van de negentiende eeuw, werd het proces toegepast om hout of steenkool om te zetten in substituuat aardgas. Tegenwoordig staat het Sabatierproces weer in de belangstelling omdat het gezien wordt als middel om overschotten aan elektriciteit van zon en wind op te slaan. In dat scenario wekt groene elektriciteit door elektrolyse waterstofgas op dat,

samengevoegd met CO₂, methaan vormt. Methaan is goed op te slaan als energiereserve - bijvoorbeeld in lege gasvelden. Die kunnen dan afwisselend worden ingezet als energieopslag en energievoorraad.

Elektrochemie

Onderzoekers werken ook aan manieren om de twee stappen van het Sabatierproces (eerst waterstof opwekken en het dan omzetten) te vereenvoudigen tot een enkele processtap met elektrochemie. Dat is een verzamelnaam voor chemische omzettingen die door elektrische energie gedreven worden. Bij elektrochemische omzetting van CO₂ ontstaan in een speciale cel bijvoorbeeld etheen (C₂H₄) of methaan (CH₄). Maar ook waterstof, koolmonoxide (CO), mierenzuur (HCHO) of methanol (CH₃OH). Welke stoffen ontstaan, hangt onder meer af van het elektrodemateriaal (zoals koper, tin, nikkel, en grafeen), de zuurgraad (pH) en de spanning over de cel.

Elektrochemische processen kunnen in de toekomst gebruikt worden om overtollige elektriciteit van zonnecellen en windparken direct om te zetten in chemische grondstoffen of brandstof. Onderzoekers werken aan geschikte elektrodematerialen en membranen, en aan de opschaling van de reactoren.

Scheidingsprocessen

De opschaling moet over vijf jaar uitmonden in een 100 kW-proefopstelling. Herder zegt daarover: "Dat is een apparaat dat nog net in onze eigen labs zou kunnen passen. En om apparaten te bouwen zijn we aan het nadenken over wat het betekent voor de elektrodes, voor het soort cellen dat we gaan gebruiken, hoe krijgen we de stroom naar binnen met een hoge *power quality*? En hoe houden we het veilig? Om dat op grote schaal te kunnen doen worden nu allerlei ontwerpen gemaakt." "Straks maken we een mengsel aan



Een mens ademt ongeveer 1 kilogram CO₂ per dag uit



Het Klimaatakkoord streeft naar 3-4 gigawatt elektrolyse in 2030. Dat zijn vier forse centrales die hun energie in een bak water pompen.

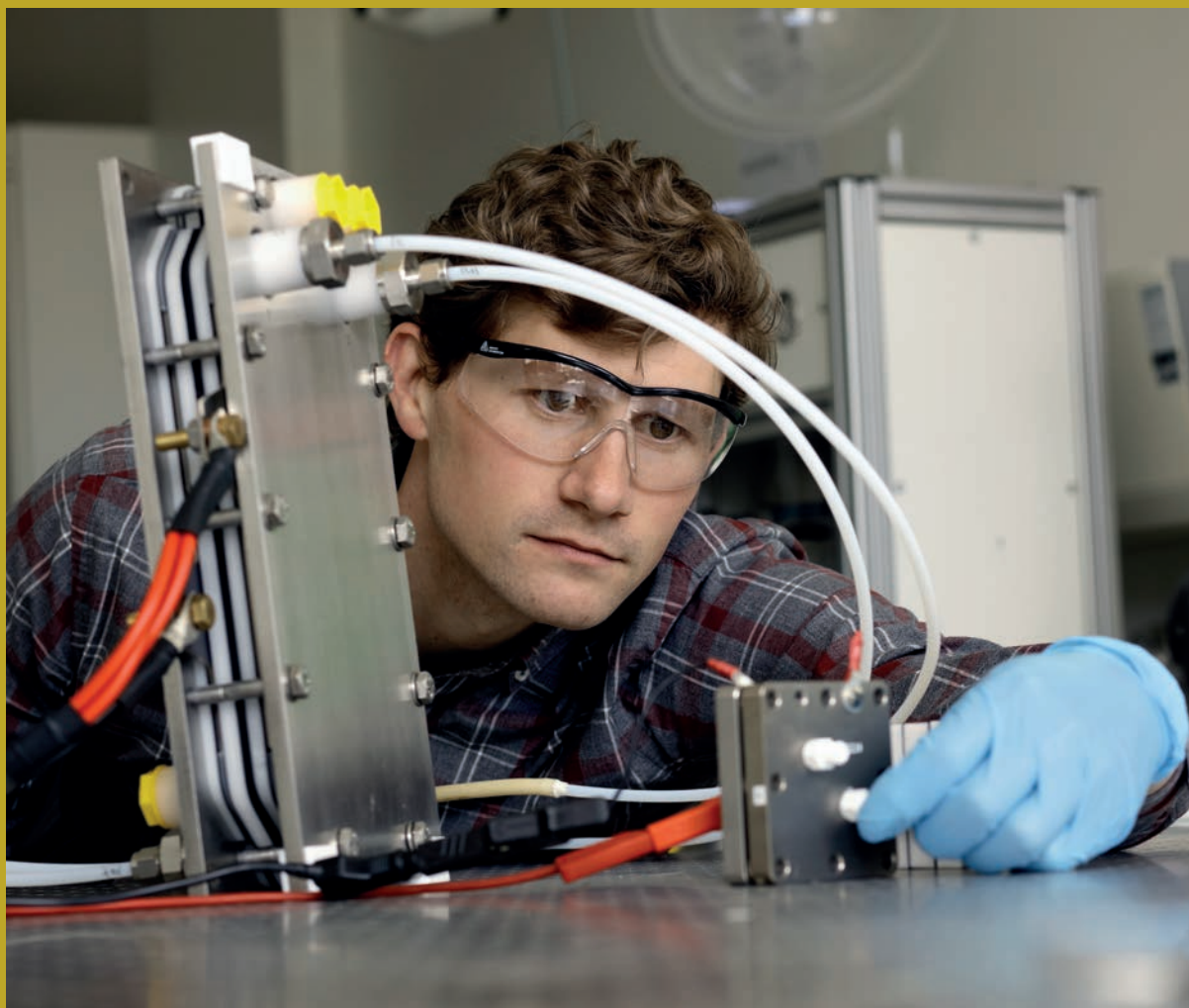


Het aandeel van duurzame energie in Nederland was vorig jaar 8,6 %



In 2018 daalde de uitstoot van broeikasgassen in Nederland licht, met 2 %

producten en in elk chemisch proces moet je achteraf productscheiding toepassen. Dat zal hier ook gelden, maar hoe gaan we dat doen? In de huidige chemische industrie wordt voor scheidingsprocessen heel veel energie gebruikt. Bijvoorbeeld bij destillatie. Kun je dan niet beter met membranen gaan werken bijvoorbeeld? Of kun je je reactieproces misschien zo inrichten dat je minder scheiding nodig hebt? Of misschien is het reactorontwerp er al op aan te passen? Dan sla je twee vliegen in één klap: weg met al die energievretende scheidingsprocessen bij de vergroening van de industrie." En op langere termijn? "Ons onderzoek is, net als alle klimaatgerelateerde onderzoek, gericht op 2030 en 2050. Ik noemde net het 100 kW-apparaat dat we willen bouwen, daarvoor hebben we onszelf een deadline van vijf jaar gesteld. Dat is tamelijk ambitieus. Je ziet verder dat we in onze onderzoeksprogramma's concreet vijf tot tien jaar vooruit kijken, ook in consortia met overheid, onderzoeksinstituten en industrie. Samen met hen willen we bouwen aan een fossielvrije toekomst."

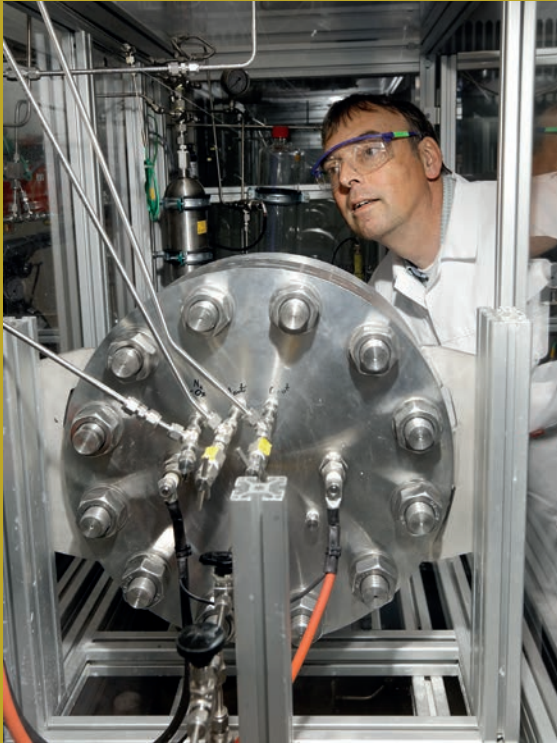


Ir. Tom Burdyny werkt aan een elektrolyser zo groot als een schoenendoos die 1 kilowatt omzet.

Groeipijn

Werktuigbouwkundig ingenieur Tom Burdyny (32) werkt aan de opschaling van elektrolyse-opstellingen. De basis van elektrochemische reductie van CO_2 is ontwikkeld met een kleine reactor die de helft van een gasstroom aan CO_2 omzet in andere gassen zoals koolmonoxide (CO), methaan (CH_4) en etheen (C_2H_4) onder de toevoer van elektrisch vermogen. Wanneer je zo'n reactor gaat opschalen, zegt Burdyny, loop je tegen allerlei problemen aan van chemische, elektrische en mechanische aard. Hoe voorzie je een systeem met meerdere cellen van elektriciteit? Hoe

scheid je de gasstromen? En: hoe maak je zo'n reactor onderdeel van een veel groter proces? Een kleine elektrolyser gebruikt 5 watt aan elektriciteit, een grotere tot 200 watt, maar Burdyny's doel in dertig maanden is een elektrolyser zo groot als een schoenendoos die één kilowatt omzet. Voor laboratoriumbegrippen is dat een beest van een ding, maar Burdyny beseft goed dat de industrie rekent in megawatts en tienduizenden procesuren. "Het e-Refinery-programma is opgezet om die kloof te overbruggen", zegt hij.

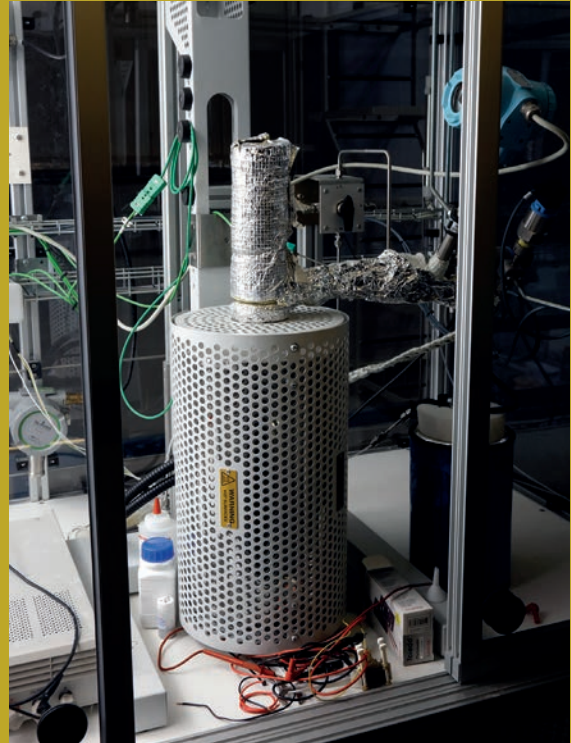


Professor Wiebren de Jong zet CO_2 om naar mierenzuur, dat toepassingen heeft in de agrarische sector.

Mierenzuur

De opstelling voor de elektrochemische omzetting van CO_2 naar mierenzuur (HCOOH) is stevig uitgevoerd. Binnen heerst een druk tot 50 bar. Dat is nodig om het gas in voldoende concentratie om te zetten aan de tinhoudende kathode. De spanning is laag (3,5 volt) bij een stroom van 1,5 ampère. In een recente publicatie meldden onderzoekers prof.dr.ir. Wiebren de Jong, prof.dr.ir. Thijs Vlucht (process & energy bij 3mE), en Mariette de Groen (Coval Energy) dat ze een stroomrendement van 80 procent omzetting hadden bereikt. Dat vloeibare product, mierenzuur, heeft toepassingen in de agrarische sector. Ook is het bruikbaar als grondstof voor synthesesgas (CO en H_2), waaruit methanol (oplosmiddel, basisstof voor de chemie, en kandidaat voor scheepsbrandstof) kan worden gemaakt.

Voor de industrie is deze omzetting interessant als manier om de CO_2 -uitstoot te verlagen. Zo wil afvalverwerker Twence een flink deel van de opgelegde CO_2 -reductie uit rookgasen realiseren door elektrochemische omzetting. Bij de opschaling die daarvoor nodig is, zijn warmteafvoer (enkele tientallen procenten van de elektrische input) en gelijkmatige stroomverdeling punten van aandacht.



Dr. Wim Haije maakt waterstof van methaan, de belangrijkste industriële bron van waterstof.

Andersom denken

In een cilindrische reactor in de oven wordt bij 650 graden CO_2 met waterstof omgezet in methaan (CH_4) plus waterdamp volgens het Sabatierproces. Het omgekeerde proces, waterstof maken van methaan, is de belangrijkste industriële bron van waterstof.

“De meeste processen liggen op de plank”, zegt dr. Wim Haije, onderzoeker bij TNW. “Je moet alleen leren andersom te denken.” Bovendien is de omzetting een evenwichtsreactie met 4H_2 en CO_2 aan de ene kant en $2\text{H}_2\text{O}$ met CH_4 aan de andere. Je hebt dus te maken met een mengsel van gassen, tenzij je de reactie een kant opdrukt door bijvoorbeeld water weg te vangen. Water kan dan niet terug reageren zodat je bijna puur methaan overhoudt.”

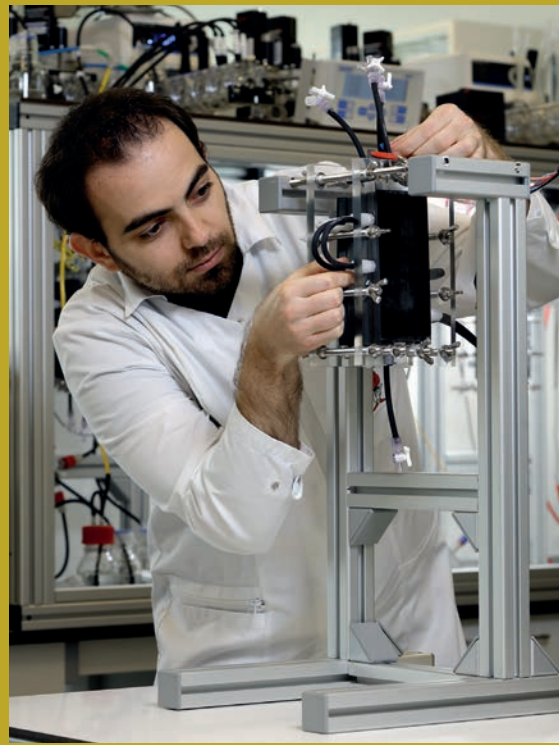
Afvangen van waterdamp doet Haije met zeolieten, moleculaire sponzen, die 25 procent van hun eigen gewicht aan water kunnen herbergen. De zeolieten zijn bovendien inwendig bedekt met een nikkel katalysator. Is de zeoliet verzadigd dan wordt die met warmte klaargemaakt voor hergebruik.



Dr. Ruud Kortlever gebruikt elektrokatalyse om CO₂ om te zetten in andere stoffen.

Vat vol verrassingen

In elektrochemische cellen in de groep van dr. Ruud Kortlever wordt CO₂ met behulp van elektriciteit omgezet in andere stoffen die kunnen dienen als brandstof of chemische bouwstof. Dat proces heet elektrokatalyse en het betekent reductie van CO₂ dat door de cel borrelt. Welke stoffen daarbij gevormd worden, blijkt sterk afhankelijk van het materiaal van de kathode, maar ook van de elektrische spanning. Bij een gouden of zilveren kathode ontstaat er koolmonoxide (CO) in de oplossing. Een koperen kathode geeft een mengsel van koolwaterstoffen zoals methaan (CH₄) en ethyleen (C₂H₄), een belangrijke basisstof voor de chemische industrie. Ook kunnen mierenzuur (HCO₂H) en methanol (CH₃OH) gevormd worden. De bescheiden elektrochemische cel blijkt een vat vol verrassingen. Onderzoek is erop gericht om door keuze van elektrodematerialen en andere variabelen de chemische processen beter te kunnen controleren. Kortlever zou het liefst zien dat er aan de kathode langere koolwaterstoffen groeien zoals in het Fischer-Tropsch-proces in raffinaderijen.



Dr. Ludovic Jourdin voedt zijn Australische bacteriën alleen met elektriciteit.

Elektrische bacteriën

Toen de Franse dr. Ludovic Jourdin toetrad tot het e-Refinery-programma, nam hij zijn eigen bacteriecultuur mee. Hij had de bacteriën voor zijn promotie-onderzoek uit de modder getrokken in Queensland, Australië, en hij voerde ze alleen elektriciteit. Deze elektrische bacteriën leven in een reactor, als een biofilm op de kathode waar ze CO₂ reduceren tot organische moleculen zoals acetaat (CH₃COO⁻) of capronzuur, beide zijn platformchemicaliën voor de chemische industrie. Dit omzettingsproces staat bekend als microbiële elektrosynthese en dat is de derde conversieroute in het e-Refinery-programma (naast elektrokatalyse, en de indirecte route van de inzet van waterstof). Twee promovendi hebben zich aangesloten bij de groep van Jourdin in de faculteit TNW. Merijn Winkelhorst bestudeert de bacteriële genomen om de moleculaire processen van hun CO₂-omzetting te ontrafelen. Ondertussen werkt Oriol Cabau Peinado aan het reactorontwerp. Hij elimineert systematisch de beperkingen om tot een schaalbaar ontwerp te komen.



‘Ik ben een
kind van
de TU’



Haar werken staan overal ter wereld en ook in Delft is ze beeldbepalend. Architect Francine Houben ontwierp er het Mekelpark, de TU Library en het station. Dit jaar is ze benoemd tot Alumnus van het Jaar. “De enorme energie die hier loskomt om dingen aan te pakken, is geweldig.”

TEKST TOMAS VAN DIJK FOTO'S SAM RENTMEESTER

CV

Francine Houben (1955) is oprichter en creatief directeur van Mecanoo architecten. Ze studeerde van 1974 tot 1984 aan de TU Delft. Met Mecanoo architecten ontwierp ze onder andere de TU Library en het Mekelpark. Houben heeft een veelzijdig oeuvre, variërend van theaters, musea en bibliotheken tot woonwijken en parken. In Birmingham staat de door haar ontworpen grootste bibliotheek van Europa. Ze schreef een aantal boeken: 'Compositie, Contrast, Complexiteit' (2001), 'Dutch Mountains' (2011) en 'People Place Purpose' (2015) en was hoogleraar mobiliteitsethiek aan de TU Delft. Ook doceerde ze aan Harvard University en Yale. Verder was ze directeur/curator van de Eerste Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam. Sinds 2010 is Houben lid van de Akademie der Künste in Berlijn. Vanaf de oprichting is Houben lid van de Akademie van Kunsten in Nederland. In 2015 kreeg ze voor haar oeuvre de Prins Bernhard Cultuurfonds Prijs. Ook ontving ze diverse eredoctoraten. Ze staat als enige Nederlander op de Debrett's lijst van meest invloedrijke mensen in Groot-Brittannië, waarin haar onconventionele benadering van architectuur wordt geroemd.

Eerste stop voor een rondleiding voor relaties en opdrachtgevers: de Oude Delft, bij het kantoor van Mecanoo Architecten. Daarna zet de stoet koers richting het Delftse stationsgebouw, het Mekelpark en natuurlijk de iconische centrale bibliotheek van de TU. De werken van Houben staan overal ter wereld: een immens cultuurcentrum in Taiwan, woontorens in Zuid-Korea en gerenoveerde bibliotheken in New York en Washington. Maar om haar visie te illustreren neemt Houben opdrachtgevers het liefst mee door Delft, de omgeving die haar heeft gevormd. De laatste tijd gaat dat noodgedwongen virtueel. Zo ook 15 mei, tijdens dit interview.

U bent succesvol en hebt een enorme stempel op de TU gedrukt. Vroeg of laat moest u wel Alumnus van het Jaar worden. Zag u deze benoeming aankomen?

"Ik wist niet van het bestaan van deze prijs af. Maar ik vind het heel leuk."

Uw werken aan de campus staan voor u symbool voor 'samenwerken'. Kunt u dat toelichten?

"Toen ik hier studeerde, van 1974 tot 1984, was elke faculteit een eilandje. Voor het ontwerp van de bibliotheek (in 1992) heb ik met onderzoekers van alle disciplines gesproken, van civiel ingenieurs tot wiskundigen en Wubbo Ockels. Ik heb me van alle kanten laten inspireren. We wilden een nieuwe toekomst creëren. Mensen moesten bij elkaar komen. De bibliotheek en het Mekelpark, met de groene, zachte heuveltjes waar je elkaar kunt ontmoeten en kunt zitten op een bank van een kilometer lang, nodigen daartoe uit. De universiteit straalt uit dat het een plek is waar mensen echt dingen maken. De enorme energie die hier loskomt om dingen aan te pakken, is geweldig. Ik ben daar trots op. Het is jammer dat de faculteit Bouwkunde niet meer in die *flow of people* van de campus zit, sinds de Bouwkundebrand van 2008."

Het is een rare dag. U had vandaag een bibliotheek in New York moeten openen.

"De hele maand had ik in de New York moeten zijn voor de opening. Maar de stad zit op slot vanwege corona. Vandaag zou ik door de New York Times worden geïnterviewd. In september opent, als het goed is tenminste, nog een bibliotheek van ons in Washington en later dit jaar ook een in Tainan (Taiwan). Het is een bijzonder jaar. In de VS word ik al de *library whisperer* genoemd.

Zijn die gebouwen coronaproef?

"Als ik nu met nieuwe corona-ogen naar onze ontwerpen kijk, dan denk ik, ja, dat hebben we goed gedaan. Onze gebouwen zijn geschikt voor de anderhalvemetermaatschappij. De bibliotheek in New York heeft brede trappen. Je bent er niet afhankelijk van de lift. Het gebouw nodigt uit om te lopen. En er staan grote tafels in waardoor je met voldoende afstand van elkaar kunt studeren. Hygiëne is ook belangrijk. De bibliotheek is makkelijk schoon te maken. Voor mij is dat al jaren een thema."

Als jonge twintiger legde u de kiem voor uw succes. Met studiegenoten richtte u in 1980 architectenbureau Mecanoo op. Hoe was die tijd?

"Toen ik bouwkunde studeerde, werden we niet erg serieus genomen. We werden door de rest van de universiteit gezien als het fröbelklasje van TU.

Het was de tijd van democratisering en stadsvernieuwing. Dat speelde ook bij de TU. Veel architecten gingen de politiek in. Ik wilde ook meegaan in die stroom van democratisering en verandering. Maar dan door dienstverlenend

'Mensen gezond houden in steden is nu de grootste opgave'

te ontwerpen. We begonnen met onze start-up Mecanoo Architecten, al lang voordat het woord start-up bestond. Het was een inspirerende tijd. Er heerste een grote economische crisis. Wij hadden dat nauwelijks in de gaten, bevlogen als we waren. We werkten non-stop. Dat is altijd zo doorgegaan. Wij richtten ons op stadsvernieuwing, de woningbouw en openbare ruimte, in Rotterdam, Amsterdam en Den Haag. In 1983 wonnen we met de jongerenhuisvesting aan het Kruisplein in Rotterdam onze eerste grote prijs. Dat je sociale woningbouw ook als architectonische opgave kon zien, zoals wij deden, was een *eyeopener* voor Nederland en de rest van de wereld."

Wat was er vernieuwend aan?

"We kwamen uit een tijd waarin woningbouw simpelweg als product werd beschouwd. Het hoefde niet bijzonder mooi te zijn, er moest ge-



woon gebouwd worden. Wij stelden dat ter discussie. Ik was een kind van de TU. Ik beschouwde woningbouw als een architectonische opgave: het moest mooi zijn en goed in elkaar zitten, met aandacht voor goede voorzieningen. Het was een omslagpunt in het denken. Nederland heeft sindsdien heel goede woningbouwarchitecten voortgebracht en is voorloper en inspiratiebron geworden op dit gebied.”

Mensen hebben schoonheid nodig, zei u onlangs in een interview. En schoonheid mag best wat kosten. Bent u bang dat er door de coronacrisis minder geld naar architectuur gaat?

“In Nederland mag architectuur nooit veel kosten. Het is nooit over de top. Maar ik denk niet dat de aandacht voor architectuur vermindert door de crisis. Goede architectuur en stadplanning zijn nu belangrijker dan ooit. Er is behoefte aan architectuur en stedenbouw die beweging stimuleren. Je moet kunnen lopen en fietsen in steden. Er moet een link zijn tussen gebouwde omgeving, natuur en biodiversiteit. Mensen gezond houden in steden is de grootste opgave. Tegelijk zie je het gemeenschapsgevoel belangrijker worden. Mensen praten meer met hun burens. Ik ben blij dat jonge architecten en studenten

weer veel meer aandacht hebben voor de eindgebruikers. Ze stellen de mens centraal, net als wij deden in de jaren zeventig en tachtig.”

Stationsgebieden, campussen, theaters, woongebouwen. U heeft alles al gemaakt, lijkt het. Wat staat er nog op uw wensenlijst?

“Ik heb mijn jaarringen. Elke paar jaar doe ik wat anders. De laatste jaren heb ik me veel met theaters, musea en bibliotheken bezig gehouden. Nu vind ik het leuk om op een meer holistische manier naar architectuur en stedenbouw te kijken. Ik heb een visie ontwikkeld voor Rotterdam Zuid, een gebied waarin 200 duizend mensen wonen. In die visie schets ik hoe je wonen, kennis-economie, maakindustrie, mobiliteit, watermanagement en de energietransitie met elkaar kunt verweven. Als architect breng ik die maatschappelijke opgave tot verbeelding. En als ingenieur – ik kom van de TU Delft – is het een mooie uitdaging om al die opgaven samen te brengen. Toen ik 25 was had ik dit niet gekund. Op zo’n grote schaal naar de ruimtelijke ordening kijken, dat doet bijna niemand meer. Vroeger wel, toen had je het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, dat zich daar over boog. Maar de kunst van de ruimtelijke ordening is de afgelopen decennia in Nederland om zeep geholpen.”

Hoe ziet de toekomst eruit?

“Drie jaar geleden zei ik nog dat ik me meer wilde gaan richten op Nederland. Door de coronacrisis lijkt het nu vanzelf die kant op te gaan. Maar goed, je weet nooit hoe dingen lopen. Als we goede opdrachtgevers hebben, kunnen wij veel betekenen voor de toekomst. In dit beroep is de samenwerking tussen architect en de opdrachtgever cruciaal. Een goede opdrachtgever gaat samen met jou het avontuur aan, leidend tot een mooiere en betere wereld.” <<

Het Universiteitsfonds Delft reikt sinds 2011 de prijs Alumnus van het Jaar uit aan alumni die hun sporen hebben verdiend in de wereld van innovatie en onderzoek. De winnaars krijgen een plaquette op de Alumni Walk of Fame in het Mekelpark. Meer weten?

Ga naar alumni.tudelft.nl/alumnusoftheyear

Investeren in talent is juist nu belangrijk

Voor collegevoorzitter Tim van der Hagen onderstreept de coronacrisis het grote belang waar de TU Delft aan werkt: baanbrekend onderwijs, onderzoek en innovatie. Het nieuwe TU Delft Excellence Fund speelt daar een rol in.

TEKST: AGAATH DIEMEL
 FOTO: TU DELFT

“**T**oen ik mijn vorige bijdrage aan Delft Integraal leverde, leefden we in Europa nog in de veronderstelling dat het coronavirus goeddeels aan ons voorbij zou gaan”, vertelt Tim van der Hagen. “Inmiddels weten we beter. Ook nu weten we niet hoe de wereld eruit zal zien als u dit leest, maar het lijkt duidelijk dat we nog lang met Covid-19 te maken zullen hebben. Dat heeft voor ons allemaal allerlei gevolgen op persoonlijk, economisch en sociaal vlak.”

Ecosysteem

Voor Van der Hagen onderstreept de crisis het grote belang van waar de TU Delft mee bezig is: het optimaliseren van een ecosysteem voor baanbrekend onderwijs, onderzoek en innovatie. Het nieuwe TU Delft Excellence Fund speelt volgens hem daar een mooie rol in.

In de afgelopen maanden zagen we van dichtbij wat zo'n ecosysteem kan bewerkstelligen. Van der Hagen: “Onze onderzoekers en studenten sloegen de handen ineen om, samen met maatschappelijke onderzoekspartners, de problematiek rondom het coronavirus te bestrijden en de overgang naar de nieuwe anderhalvemetersamenleving te realiseren.” Deze inspanningen zal de TU de komende tijd voortzetten, en dat wordt mede mogelijk dankzij bijdragen uit het TU Delft Covid-19 Response Fund.

Vooruitkijkend naar het post-

coronatijdperk, dan wacht de samenleving oude en nieuwe uitdagingen, stelt de collegevoorzitter. Want al lijken kwesties als klimaatverandering en de energietransitie minder belangrijk, we kunnen er niet omheen. “De aanpak ervan speelt zich straks af tegen de achtergrond van de economische crisis die zich aandient, maar zullen we ook moeten bezien in het licht van de lessen die we momenteel leren over de gevolgen van mondialisering – en wat dat bijvoorbeeld zal betekenen voor productie-, distributie- en transportnetwerken.” Ook de gezondheidszorg wacht een revolutie, waarbij we ook de problemen die tijdens de crisis naar voren kwamen het hoofd zullen moeten bieden. Dit zijn complexe, onderling verweven vraagstukken, vraagstukken waar de

‘Het succes van de missie – impact voor een betere samenleving – staat of valt met de juiste mensen’

TU Delft graag aan werkt. “Hierdoor zien we ons gesterkt in ons streven naar een ecosysteem waarbinnen topwetenschap, innovatie én nieuwe generaties ingenieurs het best kunnen gedijen”, vertelt Van der Hagen. “Dat ecosysteem versterken

we op allerlei strategische manieren. Zoals internationale academische samenwerkingsverbanden en intensieve samenwerking met collega-universiteiten in de regio.” Denk hierbij aan de nauwe band met de Erasmus Universiteit Rotterdam, het Erasmus MC, de universiteit Leiden en het LUMC.

De TU Delft vernieuwt voortdurend het onderwijs, zodat dit aan de verwachtingen blijft voldoen van ambitieuze studenten en de competenties van afgestudeerden aansluiten bij een veranderende wereld. Momenteel wordt hard gewerkt aan een nieuw kader voor het masteronderwijs tussen nu en 2030. Ook wordt de campus steeds meer een platform voor publiekprivate samenwerking en open innovatie, een plek waar ondernemingen en onderzoekers gezamenlijk werken aan de innovaties die nodig zijn om invulling te geven aan grote maatschappelijke opgaven.

Onderhandelingsruimte

Het succes van de missie – impact voor een betere samenleving – staat of valt met de juiste mensen. Daarom is de TU voortdurend op zoek naar toponderzoekers in cruciale kennisgebieden. Maar hoe onderscheid je je als TU Delft in een internationaal speelveld? “We hebben een campus en een gemeenschap waar we trots op zijn, een uitstekende internationale reputatie en een keur aan inspirerende wetenschappelijke boegbeelden in ons midden”, zegt Van der Hagen. “Kijken we naar de financiële kant, dan is onze onderhandelingsruimte enigszins beperkt. We moeten ons als publieke organisatie – terecht – houden aan de salarissenormen van overheid en VSNU, en al doen we het in zijn geheel goed bij het binnenhalen van Nederlandse en Europese onderzoekssubsidies, de slagingspercentages zijn voor individuele wetenschappers vaak ontmoedigend laag.” Nu weten we uit ervaring dat geld



In 2019 richtten alumni en vrienden van de TU Delft een Excellence Fund op, speciaal gericht op de ontwikkeling van het excellente ecosysteem.

meestal niet de doorslaggevende reden is voor onderzoekers om bij de TU Delft te komen werken, vertelt de collegevoorzitter. Desgevraagd roemen onze internationals factoren als het onderzoeksklimaat, de veilige Nederlandse samenleving, de ‘platte’ organisatie binnen de universiteit et cetera. “Maar een financiële startbijdrage kan iemand wel over de streep trekken: dat biedt de mogelijkheid om een bijzonder onderzoeksinstrument aan te schaffen, een eigen lab te beginnen of onderzoeksmedewerkers te kunnen aantrekken.”

Zo’n vliegende start betaalt zich uiteindelijk meer dan terug: de aantrekkingskracht van de onderzoeksgroep wordt er groter door, het niveau van onderwijs en

onderzoek stijgt, de internationale reputatie van TU Delft wordt erdoor versterkt en de slagingskansen voor het vinden van externe financiering nemen toe.

Excellence Fund

Tot voor kort waren de mogelijkheden hiervoor beperkt, omdat de universiteit nu eenmaal geen vrij besteedbare middelen voor dat doel heeft. In 2019 richtten alumni en vrienden van de TU Delft een Excellence Fund op, speciaal gericht op de ontwikkeling van ons excellente ecosysteem. “Het Excellence Fund heeft de uitgangspositie van de TU Delft in de internationale war for talent aanmerkelijk verbeterd.

Daar ben ik trots op en dankbaar voor”, besluit Van der Hagen. <<

Worden robots de eerste Marsbewoners?

Stuur eerst een zwerm robots naar Mars als kwartiermakers voordat er menselijke pioniers arriveren. Met dat plan bereikten Henriette Bier en Roland Schmehl dit voorjaar de tweede ronde van een ideeëncompetitie van het ESA Discovery programma.



Als het allemaal door-
gaat, wacht de
eerste Mars-
pioniers na een reis
van acht maanden
een prachtig verblijf. Al vanuit hun
Marslander zullen ze de ronde
glimmende vensters zien in het
Marsoppervlak. In hun ruimtepak
lopen ze nog wat stram naar de
ingang. Gelukkig is de zwaarte-
kracht hier minder dan de helft
dan op Aarde. Stof en zand waaien
tegen hun vizier en om hun
laarzen. Achter hen vormen vlie-
gers achtvormige banen door de
rode lucht. Een luik biedt toegang
tot een nauwe tunnel. De gang

loopt geleidelijk naar beneden en
buigt naar links.
Na een stuk of wat omwentelingen
bereiken ze het einde van de tun-
nel. Dan betreden ze een eivormige
ruimte met ruwe wanden (10). Bo-
venin, een kleine tien meter boven
hen, treedt daglicht naar binnen.
Deze ronde, bijna sacrale ruimte
is er een van velen. Samen vormen
ze het onderkomen voor de eerste
generatie Marspioniers die nu een
begin kunnen maken met de in-
richting, het verbouwen van voed-
sel en wat hen verder hier naartoe
dreef.

Lees verder op pagina 22

1. LANDEN VAN DE EERSTE
RUIMTEVAARTUIGEN OP MARS
2. STARTEN VAN HET GRAAFWERK
3. NEERWAARTSE SPIRAAL
4. START OPBOW KITE/LAADSTATION
5. START VERSTEVIGING
6. OPWAARTSE SPIRAAL
7. ACTIVEREN LAADSTATION
8. UITGRAVEN VERBLIJVEN
9. LANDEN VAN EERSTE KOLONISTEN
10. IN GEBRUIK NEMEN VAN VERBLIJVEN





TU-onderzoekers Roland Schmehl en Henriette Bier.

Vervolg van pagina 21

De aankomst op Mars mag lezen als sciencefiction, het achterliggende idee heeft TU-onderzoekers Henriette Bier en Roland Schmehl met studenten en collega's wel in de tweede ronde gebracht van het ESA Discovery programma. Bier en Schmehl komen beiden uit Duitsland en wonen onder één dak. Zij ontwikkelde bij Bouwkunde methoden om robots ruimtelijke structuren te laten bouwen, die er vaak verrassend organisch uitzien. Hij doet bij de Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek onderzoek naar energieopwekking met grote vliegers (tot 100 m² met groeiambitie) - een idee van Wubbo Ockels dat na diens dood is opgepakt.

Wortelstok

Het zal niet verbazen dat bouwen-de robots en energie-opwekkende vliegers de pijlers zijn van het plan *Rhizome: Development of an Autarkic Design-to-Robotic-Production and -Operation System for Building Off-Earth Rhizomatic Habitats*, waar behalve Bier en Schmehl acht onderzoekers en studenten bij betrokken zijn.

Rizoom is de botanische term voor een wortelstok met knopen waaruit nieuwe planten ontspringen. Behalve de overeenkomst in vorm heeft de symboliek vast een rol gespeeld bij de keuze van de naam.

In de *robotic building* werkplaats van BK-City staan zulke kleine rizomen. Het zijn dubbelwandige halve koepels met een complexe interne structuur die door een robot in een 3D-print-proces is vervaardigd. De porositeit, complexiteit en variëteit aan oppervlaktestructuren die bouwen met robots mogelijk maakt, blijven de onderzoekers inspireren. Bier roemt "hun potentieel voor verbeterde structurele prestaties, vermindering van materiaalverbruik, verhoging van de productiesnelheid, en toename van isolatie-eigenschappen."

Molebots

De rizomen danken hun stijfheid en draagkracht aan de interne structuur tussen binnen- en buitenwand. Op Mars gaan als eerste graafrobots aan de slag (zie 2 op tekening) om tunnels te graven in de bodem. Dat zijn *molebots*, grapt Schmehl. Uit de brokstukken en het materiaal die de molebots achterlaten, kan onder toevoeging van gesmolten zwavel een soort Marsbeton worden samengesteld om de wanden van de tunnels te verstevigen (5). Volgens Bier is er naast geschikt materiaal (regoliet) ook voldoende zwavel op Mars aanwezig om op die manier te bouwen. De spiraalvormige tunnels (3) vormen de interne draagstructuur. Ze creëren de holtes in de koepelvormige constructies.

De robots graven, voeren materiaal af, spuiten en 3D-printen Marsbeton, en werken samen als een zwerm (6). Dat is een samenwerkingsvorm tussen robots die geïnspireerd is op collectief gedrag in de natuur. Denk aan vogels die in formaties vliegen, of termieten die bouwwerken produceren die duizenden keren groter zijn dan zichzelf. Er is onderlinge communicatie, iedereen kent zijn rol, en het geheel is groter dan de delen. Als er hier en daar wat

robots, vogels of mieren sneuvelen, maakt dat voor het resultaat weinig uit. Het resultaat komt tot stand doordat de zwerm in gecoördineerde samenwerking eerst steeds wijdere cirkels maakt met de tunnels en langzaam aan weer kleinere tot ze elkaar tegen-

De robots graven, voeren materiaal af, spuiten en 3D-printen Marsbeton, en werken samen als een zwerm

komen op een meter of tien onder het oppervlak. Ze hebben dan een eivormige structuur aangelegd in de Marsbodem. Wanneer al het materiaal uit het binnenste van het ei verwijderd is (8), en er een lichtvenster aan het oppervlak geplaatst is, wordt de rizoom zichtbaar.

Verkenning

Het zal duidelijk zijn dat de robots daar energie voor nodig hebben. Duiters zijn niet dol op kernenergie, dus die optie verviel. Zonlicht is er niet veel, dus zonne-energie viel ook af. De luchtdichtheid is laag (minder dan een procent van aardse atmosfeer), maar de gemiddelde luchtsnelheid is hoog (windkracht 4 tot 5). Schmehl gaat met een team van studenten een hernieuwbare energiesysteem (4) ontwerpen dat geoptimaliseerd is voor gebruik op Mars.

Tien TU-studenten kunnen daar aan meedoen. Bij Bouwkunde konden twintig studenten meedoen aan een workshop *Robotic Building* om het ontwerp en de materialisatie van een onderkomen op Mars te verkennen. De uitkomsten daarvan komen dit jaar in een uitgewerkt voorstel terecht voor de volgende ronde van de ESA Discovery competitie. <<

Zo bestrijdt de Delftse ingenieur corona

Delftse studenten en wetenschappers helpen mee aan de bestrijding van het coronavirus. Het TU Delft Covid-19 Response Fund geeft hen snelle financiële bijdragen, zodat geen kostbare tijd verloren gaat.

TEKST: UNIVERSITEITSFONDS DELFT FOTO'S: UNIVERSITEITSFONDS DELFT



Minister-president Mark Rutte bracht een bezoek aan team OperationAIR dat in drie weken tijd een noodbeademingsapparaat ontwikkelde. (Foto: Universiteitsfonds Delft)

Al snel na het uitbreken van de coronacrisis namen veel Delftse wetenschappers en studenten initiatieven om met Delftse technologie een bijdrage te leveren aan het bestrijden van Covid-19. Om hen te steunen richtten de TU Delft en het Universiteitsfonds Delft het TU Delft Covid-19 Response Fund op. Inmiddels heeft het fonds ruim 230 duizend euro toegekend aan zestien Delftse projecten. Ruim 900 alumni hebben financieel bijgedragen.

Air for All: OperationAIR

Delftse studenten ontwikkelden in drie weken tijd een werkend prototype van een noodbeademingsapparaat voor coronapatiënten, de AIRone. Dankzij de financiële steun uit het fonds kon het team onderdelen kopen. Na allerlei testen (functioneel, mechanisch, veiligheid, gebruik), is het apparaat aangepast en gebruiksklaar.

Lees verder op pagina 24

Er zijn tachtig apparaten in productie. “Het ontwerp staat samen met de testresultaten en andere documentatie op een open source-platform, zodat andere initiatieven met de AIRone aan de slag kunnen.” aldus Marijn Mostert, hoofd van het testteam. In Nederland is het aantal ic-opnames, en daarmee de noodzaak voor beademingsapparatuur, flink afgenomen. Daarom richten de studenten zich nu op de internationale verspreiding van hun kennis.

Air for All: Inspiration

Dit beademingsapparaat is gebaseerd op een bewezen mechanisch principe en kan functioneren zonder software. Dit model is zeer geschikt voor lage-inkomenslanden.

Air for All: BTB Breathe

Onderzoekers testen de eerste prototypes van een beademingsapparaat dat geheel bestaat uit standaard onderdelen. Deze zijn bijna overal ter wereld lokaal voorradig en kunnen door veel fabrikanten worden gemaakt.

Project Mask

Door het tekort aan mondkapjes voor de zorg zijn ziekenhuizen op zoek naar alternatieve leveranciers. Maar hoe meet je de kwaliteit ervan? Project Mask heeft expertise samengebracht om testfaciliteiten op te zetten en validatie te ondersteunen. Dit onderzoek is te vinden op de website van het RIVM.

Verloop virus en exitstrategie

Op verzoek van het RIVM werken wetenschappers aan een voorspelling van het verloop van het coronavirus met behulp van een speciaal algoritme. Ook werken ze aan een exitstrategie.

Further COVID-19 Simulation Development

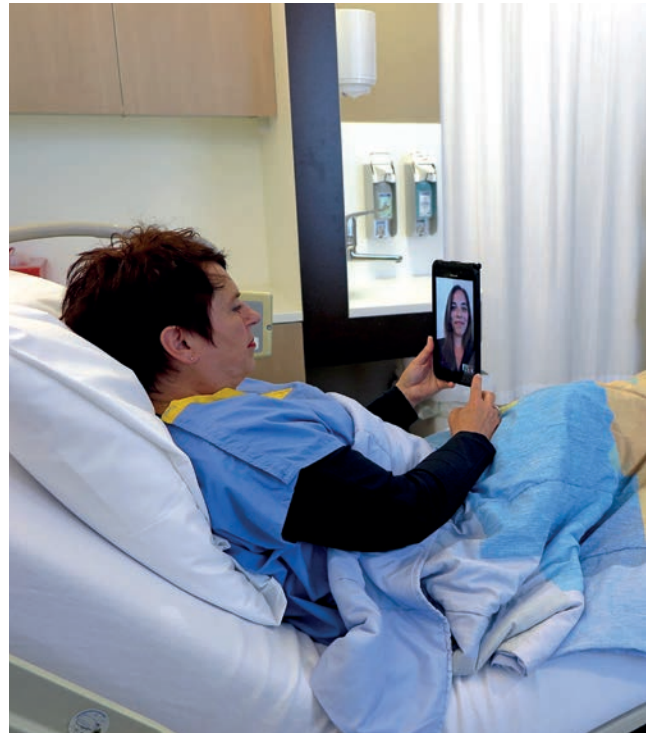
Onderzoekers gebruiken het Python COVID-19 Simulation project om, via een simulatieplatform, inzichten te vergaren in verschillende exitstrategieën.

Multifunctioneel UVC LED test platform

Het coronavirus blijkt gevoelig voor een bepaalde dosis UVC-licht. Om dit proces beter te kunnen begrijpen, werken onderzoekers aan de ontwikkeling van een testplatform. Daarnaast hoopt men mini-UVC LED-ontsmettingsapparaten te ontwikkelen die gekoppeld kunnen worden aan deurklinken, kranen, liftknoppen of zelfs smartphones.

WeVisit

“Het Reinier de Graafziekenhuis was op zoek naar een communicatietool voor op hun ic”, zegt dr. Elif Özcan-Vieira, directeur van het Critical Alarms Lab van de TU Delft en hoofd Zorgtechnologie op de Intensive Care Unit van het Erasmus MC. “De patiënten lijden niet alleen



Dankzij WeVisit kunnen patiënten in zorginstellingen beeldbellen met hun familie.

aan het coronavirus, maar ook aan eenzaamheid. Ik voelde direct de noodzaak om ermee aan de slag te gaan.” Samen met Willem-Paul Brinkman, die met behulp van virtuele technieken werkt aan de bestrijding van fobieën (faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica) en psycholoog Merijn Bruijnes kwam ze op het idee van beeldbellen, zodanig dat het de verpleging niet verder zou belasten. Binnen een week lag er een prototype van WeVisit. Met een code kan de familie een virtuele afspraak inplannen. De videoconnectie komt in het ziekenhuis tot stand via een tablet. “De technische implementatie is door studenten van EWI gedaan. Allemaal pro bono en naast hun tentamens.” De applicatie – Jitsi – is open source en mag dus door iedereen gebruikt worden.

Project Safeguard

Beschermende kleding voor zorgpersoneel is schaars en bovendien is het aan- en uittrekken ervan tijdrovend. Onderzoekers ontwikkelden mobiele scheidingswanden waar patiënten geholpen kunnen worden zonder dat het zorgpersoneel persoonlijke beschermingsmiddelen nodig heeft. De scheidingswand is transparant en heeft twee handschoenen. Zo kunnen de arts en de patiënt elkaar zien en horen en kunnen tests worden afgenomen. De zijde van de patiënt is makkelijk schoon te maken, zodat niemand elkaar kan besmetten. Masterstudenten van de faculteit Industrieel Ontwerpen maakten twee concepten: de MediTent is bedoeld voor huisartsenposten, MediShield voor immobiele patiënten.



Project Safeguard scheidt patiënt en verpleging van elkaar. (Foto: AD / Fred Leefflang)

ResilientSociety

Op veel plekken in Nederland zijn initiatieven ontstaan rondom de bestrijding van Covid-19. De TU Delft heeft het digitale ResilientSociety-platform opgericht waar bedrijfsleven, zorgpartijen en universiteiten de maatschappelijke vraag en aanbod effectief bij elkaar kunnen brengen.

Versoepeling coronamaatregelen

Hoe denkt de Nederlandse samenleving over versoepeling van coronamaatregelen? Onderzoekers brachten de voorkeuren van 30 duizend Nederlanders in kaart.

DelftScope: betaalbare videolaryngoscoop

De vraag naar het plaatsen van een beademingsbuis met behulp van een videolaryngoscoop (VL) is sterk toegenomen. Videolaryngoscopie maakt een grotere afstand tot de patiënt mogelijk: zorgverleners kunnen op een scherm kijken in plaats van in de mond van de patiënt. VL's zijn duur en daarom nauwelijks beschikbaar in lage-

inkomenslanden. Onderzoekers werken aan een nieuw prototype waarbij gebruikgemaakt wordt van een goedkoop scherm met een eenvoudige gebruikersinterface.

Agent-based simulation van de coronapandemie

Wat is het effect van de coronapandemie op mens, samenleving en economie? Om dit beter te begrijpen, passen onderzoekers de techniek van *agent-based-modelling* toe, een soort simulatie van hoe een bevolking reageert op bepaalde maatregelen.

Endoscoop

Welke specifieke operatieve risico's moeten worden overwogen in het geval van buikoperaties bij coronapatiënten? Onderzoekers proberen antwoord te vinden op deze vraag.

Masks Off

Masks Off is een online platform waar verpleegkundigen hun dagelijkse ervaringen kunnen delen. Doel hiervan is hun mentale gezondheid te behouden.

Verspreiding van coronavirus in de binnenlucht

In het SenseLab in het Science Centre Delft wordt een testopstelling gebouwd om verspreiding van aerosolen zichtbaar te maken onder verschillende condities. Doel is het kunnen adviseren over ventilatie in bijvoorbeeld kantoorruimtes.



Onderzoekers ontwikkelden een videolaryngoscoop met een grotere afstand tot de patiënt, de DelftScope.

Hartelijk dank!

Namens alle onderzoekers en studenten danken wij u hartelijk voor uw betrokkenheid en waardevolle donaties. Steun is nog altijd zeer welkom.

Kijk hiervoor op universiteitsfondsdelft.nl/covid-19
Meer weten over de gesteunde projecten?
[Universiteitsfondsdelft.nl/gesteundeprojecten](https://universiteitsfondsdelft.nl/gesteundeprojecten)

PERSOONLIJK



TU-alumna **Lefki Loverdou** heeft de Marina van Damme-beurs 2020 gekregen en mag negenduizend euro besteden aan haar carrière. “Ik wil meer leren over het proces van het ontwikkelen en implementeren van innovaties”, zei de waterbouwkundige na afloop van de online uitreiking. Met het geld wil ze een tweejarige opleiding doen aan de Erasmus School of Management. “Van jongs af aan ben ik al gefascineerd door grote ingenieursprojecten, ze kunnen een enorme maatschappelijke impact hebben”, vertelde ze universiteitsplatform TU Delta (te lezen via QR-code hieronder). “Kijk naar klimaatverandering, we moeten onszelf beter beschermen voor de toekomst.” Tijdens de opleiding hoopt ze een *toolkit* te ontwikkelen die ze in haar werk kan toepassen. Juryvoorzitter prof. Marina van Geenhuizen lichtte de keus voor Loverdou als volgt toe: “De jury waardeert met name Lefki’s systematische reflectie en aanpak om haar ambitie waar te maken, om van technisch ingenieur een switch te maken naar algemeen multidisciplinair innovatiemanager.” De beurs, mogelijk gemaakt door TU-alumna dr.ir. Marina van Damme, gaat jaarlijks naar getalenteerde vrouwelijke alumni en stelt vrouwelijke ingenieurs in staat zich verder te ontwikkelen.



Waar is de technoloog?

Toen eind februari duidelijk werd dat het coronavirus ook in Nederland was, veranderde ons leven snel.

Luttele dagen later begroetten we elkaar met een voetzoen of elleboogstoot, gingen we massaal thuiswerken, en werden we gepromoveerd tot thuisjuf of -meester.

De politiek, geadviseerd door het Outbreak Management Team (OMT), nam beslissingen met een grote impact op onze bewegingsvrijheid.

In het OMT zitten verschillende experts: artsen, virologen, epidemiologen, microbiologen, enz. Ik heb me steeds afgevraagd: waar zijn de technologen? Wij kunnen met ons systeemdenken en oplossingsgerichtheid toch heel veel toevoegen? Het zal geen opzet zijn; er werd gewoon niet aan ons gedacht. Technologen zijn geen vaste deelnemers aan het OMT, en mensen zijn nou eenmaal geneigd om andere mensen te kiezen die op henzelf lijken. Dit is een van onze ‘onbewuste biases’ die diversiteit in de weg staat. Diversiteit in de traditionele zin van het woord, zoals geslacht, seksuele geaardheid, culturele achtergrond en leeftijd. Of, zoals in dit geval, diversiteit in expertises.

In april gebeurde er iets interessants: techneneuten kregen een hoofdrol. Het ministerie van VWS publiceerde een marktconsultatie getiteld ‘Uitnodiging slimme digitale oplossingen Corona’. Ruim 700 teams besteedden hun paasweekend aan het schrijven van een voorstel, dat drie dagen later binnen moest zijn. Het selectieproces van 700 voorstellen naar de 7 die mochten meedoen aan de Appathon was ondoordacht, en meerdere experts trokken zich publiekelijk terug.

Een blamage. De appathon zelf en de daaropvolgende rondetafeldiscussies waren daarentegen best goed opgezet.

Maar ook hier was diversiteit in expertises ver te zoeken. Vanaf de virtuele tribune zag ik een spannend gevecht tussen techneneuten die een sterk staaltje *technology push* lieten zien, en privacy-experts die ze met de privacyzweep de baas werden. Het doel, het ondersteunen van bron- en contactonderzoek van de GGD, leek volledig uit het oog verloren. De uitkomst? De overheid begint opnieuw en gaat zelf een app bouwen.

Nu we het virus redelijk onder controle hebben, kijken we weer vooruit. Experts geven aan dat het niet de vraag is óf er een tweede golf komt, maar wanneer. Technologie kan dan een belangrijke rol gaan spelen. Het kan de anderhalvemetermaatschappij faciliteren, denk aan een reserveringssysteem voor het OV, toegangscontrole, *crowd management*, en nog veel meer. Apps en tokens kunnen bron- en contactonderzoek vergemakkelijken en algoritmes kunnen de verspreiding van het virus voorspellen. Bij de TU Delft bereiden we nu in multidisciplinaire teams de start van het nieuwe academische jaar voor. De verschillende perspectieven binnen dergelijke teams zijn ongeloofelijk belangrijk om tot goede oplossingen te komen. Dit verdient navolging op nationaal niveau. Hoe gaan we de adviesteams voor de volgende fase inrichten? De politiek en het OMT zouden vaker ook technologen moeten betrekken. Maar laten we vooral ook de hand in eigen boezem steken en ons als TU Delft-alumni proactief opstellen.

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



DE ZAAK

Ze deden een andere studie, maar kwamen met hetzelfde materiaal in aanraking. Nu proberen TU-alumni Mark Postel en Joost Vette samen de bouwwereld te verduurzamen.

"W e gebruiken vaste-stoffermentatie met een schimmel om van biomassa circulaire toepassingen in de bouw te maken", zegt Bouwkunde-alumnus Marc Postel, wijzend op een glazen pot met gedroogde snippers van een tomatenplant. "In lekentaal kun je zeggen dat we tempé maken met de eigenschap van piepschuim." Samen met Joost Vette, afgestudeerd bij Industrieel Ontwerpen, richtte hij Fairm op. In hun Haagse kantoor en laboratorium doen de twee onderzoek naar mycelium – ofwel zwamvlok, een netwerk van schimmeldraden - dat als een soort lijm werkt en bijvoorbeeld plantenresten aan elkaar bindt. Daarmee is het ze nu gelukt om panelen te maken die isolatiewol en piepschuim kunnen vervangen. "Twee materialen die veel gebruikt worden in de bouw en interieurbouw terwijl ze een relatief hoge CO₂-footprint hebben." Want om het verlagen van die voetafdruk is het ze te doen. "Een positieve milieu-impact hebben is ons hoofddoel." Dat Vette en Postel elkaar ondanks hun verschillende studieachtergrond in 2018 tegen het lijf liepen, komt door hun gedeelde interesse voor mycelium. Beiden waren tijdens hun studie met de stof in aanraking gekomen. Ze zagen dat er wereldwijd al ruim tien jaar onderzoek naar gebeurt, maar dat dit veelal op hetzelfde niveau blijft hangen. Vette: "Het enige dat mensen er nu van in de winkel kunnen kopen



Joost Vette (links) en Marc Postel maken panelen van mycelium en verlagen daarmee de CO₂-voetafdruk van de bouw.

Bedrijf: **Fairm (voorheen Fungalagic)**
 Oprichters: **Oprichters: Marc Postel en Joost Vette**
 Studie(s): **Bouwkunde en Industrieel Ontwerpen**
 Producten: **Fairm-Foam: 100% natuurlijk en circulair drukvast isolatiemateriaal 2020**
 Opgericht in: **Twee**
 Medewerkers: **Nog verwaarloosbaar**
 Omzet: **"Met een miljoen vierkante meter per jaar natuurlijk het nieuwe normaal maken voor interieurs."**
 Over 5 jaar:

is een beeldje of een vaasje. Wij willen echte slagen maken en het materiaal klaarmaken voor grootschalige toepassingen." En daar ligt een uitdaging. De producten van Fairm zijn al te gebruiken in bijvoorbeeld systeemplafonds, als bladen tussen bureaus of als materiaal in wanden van belhokjes, maar Postel en Vette kunnen nog niet grootschalig op een betaalbare manier produceren. "We kennen momenteel de parameters voor productie op kleine schaal, maar op grote schaal zijn die compleet anders. Daarom zoeken we nu naar partners die zowel op grote schaal willen afnemen als willen meedoen met het productieproces." Of de bouwwereld op ze zit te wachten? Postel denkt van wel. "Alles moet van beton, glas of staal zijn en een echte duurzame toekomstvisie ontbreekt vaak." Toch zien ze hoopvolle ontwikkelingen. "In landen als Oostenrijk, Denemarken en Duitsland is *biobased* bouwen veel normaler. En ook in Nederland vindt er onder de noemer van circulaire economie veel verandering plaats." Daarnaast zijn de klimaatspijbelaars van nu de yuppen van morgen. "Dat zal vanuit de markt een enorme verandering teweegbrengen." Als die tien jaar voorbij zijn, heeft elk nieuw gebouw een stukje Fairm in zich, denken Vette en Postel. "We hebben de drive om te bewijzen dat dit kan." 46

‘Na zes jaar TU Delft voelde ik me in staat om de wereld te veroveren’

Joop Heijenrath studeerde in de jaren tachtig waterbouw in Delft. Hij bleef altijd in contact met de universiteit. Als Goede Vriend van het Universiteitsfonds Delft maakt hij zich er tegenwoordig hard voor dat zijn mede-alumni net zo'n goede band krijgen met de TU Delft als hijzelf.



Joop Heijenrath: "Teruggeven aan de instelling waar je zo veel aan te danken hebt wordt dan een stuk vanzelfsprekender."

Geboren Maastrichtenaar Joop Heijenrath koos in 1980 voor de studie civiele techniek aan de TU Delft met het oog op een internationale carrière. "Ik dacht:

dan moet je iets kiezen waar Nederland heel goed in is en waterbouw is Hollands glorie." Na zijn afstuderen ging hij aan de slag bij de Hollandse Beton Groep (HBG), indertijd Nederlands grootste bouwbedrijf.

Daar was hij betrokken bij de bouw van een betonnen beschermingswand rond een olieopslagtank in het Ekofisk olieveld in het Noorse deel van de Noordzee. "Door de winning van olie en gas verzakte dat veld, waardoor

de platformen en installaties binnen het bereik van de soms twintig meter hoge golven kwamen. Het bouwen van die muur met een doorsnede van 140 meter en een hoogte van meer dan 100 meter was een gigantisch project, met een grote Delftse inbreng”, vertelt Heijenrath.

Carrièreswitches

Veel mooier kon het waarschijnlijk niet worden voor een civiel ingenieur, dacht hij, dus toen zich de kans voordeed werd hij strategisch consultant bij het bedrijf van strategiegoeroe en Harvard-professor Michael Porter. Het zou de eerste van verschillende carrièreswitches worden. Na een MBA-opleiding aan internationale businessschool INSEAD gevolgd te hebben, werkte Heijenrath onder meer bij een Amerikaanse IT-multinational, lanceerde hij het eerste gsm-netwerk voor KPN, en werd hij uiteindelijk ondernemer. “Ik ontmoette een stel ontwikkelaars van software voor spraaktechnologie, die op zoek waren naar mensen om dat wereldwijd in de markt te zetten” vertelt hij. “Samen met een dispuutgenoot van Virgiel en een aantal INSEAD-alumni hebben we daar een bedrijf voor opgezet: ReadSpeaker.” Inmiddels is ReadSpeaker de nummer vier in de wereld van de spraaktechnologie. “Heel bijzonder, vooral omdat we het bij wijze van spreken vanaf de keukentafel zelf hebben opgebouwd.” Sinds de verkoop van ReadSpeaker legt hij zich onder meer toe op het investeren in start-ups en het coachen

van jonge ondernemers. Heijenrath is tegenwoordig ook Goede Vriend van het Universiteitsfonds Delft (UfD), een netwerk van alumni en andere relaties die de TU Delft onder meer financieel steunen. “Als Goede Vriend heb ik veel meer inzicht gekregen in hoe de universiteit werkt. Het is interessant om te zien hoe hard het college van bestuur werkt om TU Delft wereld-

‘We hebben niet zo’n doneercultuur voor universiteiten in Nederland als in het buitenland’

wijd op de kaart te zetten met toponderzoekers en -projecten. De impact van de TU op voor de samenleving relevante thema’s als klimaat, transport, milieu en energie is indrukwekkend.”

Zijn ervaring als fondsenwerver voor Business School INSEAD wil hij nu ook inzetten voor het UfD. “We hebben niet zo’n doneercultuur voor universiteiten in Nederland als in het buitenland. We vinden dat de collegegelden die we destijds betaald hebben en belastingen die we nu betalen, genoeg zijn. Die vanzelfsprekendheid mag er wel een beetje af.”

Alumni hebben namelijk ook veel te danken aan de TU Delft, vindt Heijenrath. “De kennis en analytische *skills* die je vanaf je achttiende hier hebt geleerd, hebben je gebracht tot waar je nu bent. Toen ik hier als schoolverlater kwam kon ik niks, zes jaar later voelde ik me in staat om de wereld te veroveren. Wat dat betreft kan ik me goed vinden in de filosofie van veel Angelsaksische vrienden en collega’s. Er zijn drie fasen in het leven, die kunnen worden omschreven als: *learn*, *earn* en *return*. Teruggeven aan de instelling waar je zo veel aan te danken hebt wordt dan een stuk vanzelfsprekender.” <<

Alumni activiteiten

Van online events, loopbaan coaching, tot lezingen op de campus. Als je wilt deelnemen aan een evenement, het aanbod en informatie vind je op de alumni evenementen pagina: Alumni.tudelft.nl/events

Contact:

Vragen, opmerkingen of ideeën?
E-mail: alumnirelations@tudelft.nl
Website: alumni.tudelft.nl
Community: tudelftforlife.nl



WORDT U OOK GOEDE VRIEND?

Wilt u net als Joop Heijenrath deel uitmaken van een netwerk van betrokken alumni? Als Goede Vriend ontvangt u uitnodigingen voor topevenementen waaronder het jaarlijkse Taste of Excellence Dinner, de feestelijke afsluiting van de TU Delft Best Graduate Award Ceremony. Met een vijfjaarlijkse, fiscaal aantrekkelijke schenking van (minimaal) 500 euro per jaar wordt u Goede Vriend. Wilt u zich opgeven of heeft u vragen? Neem dan contact op met Machteld von Oven via m.w.vonoven@tudelft.nl of kijk op universiteitsfondsdelft.nl/goedevriend

‘TU Delft for Life’ is de online community voor alle Delftse alumni. Breid 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.

HORA EST

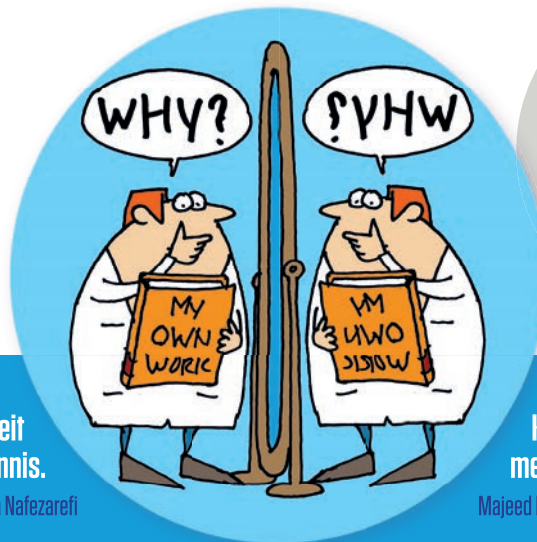
Personen met een endomorph lichaamstype verblijven langer in een draaikolk.

Ir. Alex Duinmeijer, adviseur hydraulische transportsystemen

“Mijn onderzoek naar hoe drijvende deeltjes zich in een draaikolk gedragen, had een praktische aanleiding. Op het afvalwater in rioolgemalen zit regelmatig een dikke drijfslag van gestold vet en andere viezigheid die niet zinkt. Omdat de zuigmond van de pomp onder water zit, wordt deze troep niet afgevoerd en moet dit met de hand worden verwijderd.

Mijn onderzoeksvraag was: kun je dit materiaal met een draaikolk naar de zuigmond transporteren? Hoe kun je die draaikolk opwekken en welke hydraulische condities zijn nodig om die drijvende deeltjes te transporteren? Om daar achter te komen, hebben we in een experimentele opstelling een draaikolk opgewekt en daarin allerlei

voorwerpen geplaatst; ronde, vierkante en ellipsen. De balletjes vertoonden vaak hetzelfde gedrag: ze werden ergens halverwege de draaikolk eruit ‘geschoten’. Dat komt onder meer doordat balletjes zelf ook gaan draaien en dan een liftkracht genereren (Magnus-effect). Hetzelfde principe als bijvoorbeeld bij een top- of backspin bij tennis of een vrije trap met effect bij voetbal. Daarop voortbordurend bedacht ik dat als je in een draaikolk terecht komt, je jezelf als een balletje moet opvouwen. Vanwege de liftkracht hebben rondere mensen een grotere kans op overleving dan lange dunne. Het is een aanname, want we hebben niet de proef op de som genomen.”



Een echte wetenschapper zou de eerste moeten zijn die zijn eigen werk in twijfel trekt.

Dimitra Mamali

Het niveau van de complexiteit stijgt met je kennis.

Fahimeh Nafezarefi

Kunstmatige intelligentie zal de mens uiteindelijk te slim af zijn.

Majeed Mohammadi

Het is fascinerend om te beseffen dat mensen weten wat een wolk is, maar dat ze volledig onwetend zijn van de aërosolen.

Dimitra Mamali

De makkelijkste weg naar een biobased society is een andere planeet te koloniseren.

Ramses Molijn

Kennis is nuttig zolang het gunstig is voor de mensheid.

Nauman Ahmed

Het is een leugen dat al je inspanningen de moeite lonen.

Ding Luo

Een PhD nastreven is geen werk maar een levensstijl.

Panchamy Krishnan Krisnakumari

Alleen met een heldere geest kunnen we geïnspireerde ideeën krijgen.

Dimitrios Eleftherakis

Geven aan de wereld van morgen

Jaarlijks ontvangt het Universiteitsfonds Delft vele giften van betrokken alumni en anderen die de universiteit een warm hart toedragen. Dat kunnen ook legaten of erfstellingen zijn.



Brochure Nalaten

“Mijn hele leven heb ik een fascinatie voor natuurverschijnselen. Hoe je om moet gaan met het milieu. Voor mijn pensionering was ik docent Natural Environment bij de faculteit Bouwkunde. Artikelen in de kranten over natuurrampen en rampen veroorzaakt door menselijk handelen zetten mij nog steeds aan het denken. In mijn oude vakgroep Landschapskunde en Milieu hield ik mij bezig met onderzoek en oplossingen zoeken voor problemen bij het bouwen, die door de natuur en de mens veroorzaakt worden. Om onderzoek in mijn vakgebied te stimuleren heb ik een fonds op naam via een legaat ingesteld.”

Drs. M.J. Moens-Gigengack

Legaten of erfstellingen die het Universiteitsfonds Delft ontvangt kunnen ongeoormerkt zijn of juist voor een specifiek doel bestemd. Zoals het Justus en Louise van Effenfonds, opgericht uit de nalatenschap van de gelijknamige alumnaus werktuigbouwkunde. De heer Van Effen was ervan overtuigd dat technologische ontwikkelingen bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke vraagstukken. Vanuit dit fonds worden jaarlijks, sinds 2010, studie- en onderzoeksbeurzen beschikbaar gesteld aan uitzonderlijk presterende masterstudenten.

De TU Delft draagt bij aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen, zoals klimaatverandering, energietransitie, digitalisering en robotisering. Maar ook hoe we met technologische innovaties de gezondheidszorg kunnen verbeteren. Het Universiteitsfonds verstrekt financiële middelen aan alle faculteiten op uiteenlopende onderzoeksterreinen. Op die manier schept het fonds extra kansen voor onderzoeken en wetenschappelijke carrières. Dit alles dankzij giften en nalatenschappen, voor nu en voor de wereld van morgen.

Heeft u vragen over het opnemen van de TU Delft in uw testament? Wilt u de brochure ontvangen of wilt u vrijblijvend van gedachten wisselen?

Neem contact op met **Machteld von Oven** via **015 27 88 262** of m.w.vonoven@tudelft.nl



Het lab van...

Project Inspiration

Biomechanicus dr.ir. Gerwin Smit (faculteit 3mE) besloot iets te doen aan het dreigende tekort aan beademingsapparaten. Hij demonteerde een Engels beademingsapparaat uit de jaren 60 uit de collectie van Museum Boerhaave en bouwde in enkele weken tijd met een team van veertig mensen een nieuwe machine. De fietsversnellingsnaaf uit het oude apparaat werd vervangen door een regelbare elektromotor. De gewichtjes op de balk voor drukregeling en een snelkookpan voor luchtbevochtiging bleven behouden. Het team maakte de tekeningen publiek toegankelijk (projectinspiration.nl), zodat mensen in lage en middeninkomenslanden het apparaat lokaal kunnen bouwen. TU Delft TV maakte er een filmpje over, te vinden op Youtube.

FOTO: SAM RENTMEESTER

