



**Andy van den
Dobbelsteen**
**'Energie neutraal Amsterdam
in 2040 is haalbaar'**

DELFT Nr. 1 | MRT 2019 | JAAR-
INTEGRAAL GANG 36
TU Delft

50 JAAR IO
Acht exemplarische ontwerpen

Miljoenenmachine
Kijken in het nieuwe quantumlab

THEMA
De stad

Cover:

"Een nachtopname van de stad vind ik spannender dan een foto overdag. Het is mooi als de bebouwing in de voorgrond laag en in de achtergrond hoog is. Water brengt extra sfeer, de mooiste kleuren krijg je als je kijkt in de richting waar de zon net onder is. De Coohaven in Rotterdam lijkt overal aan te voldoen."
(Foto: Sam Rentmeester)

REDACTIONEEL
Saskia Bonger

De stad

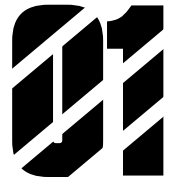
Meer en meer mensen wonen in de stad; een wereldwijde trend die zich ook in Nederland voltrekt. Zo woonde in 2015 al 53 procent van de Nederlanders in een stedelijke gemeente, berekende het Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut vorig jaar. Volgens de laatste prognoses van het Planbureau voor de Leefomgeving zal die verstedelijking doorzetten. Dit plaatst de overheid voor vele uitdagingen. Natuurlijk is het een interessante vraag hoe je krimpgebieden leefbaar kunt houden voor mensen die niet worden aangetrokken door magneten als Den Haag en Utrecht. Dit nummer van Delft Integraal focust op de andere kant: hoe kunnen steden in tijden van klimaatverandering en energietransitie de groei aan en hoe helpt de TU Delft daarbij? Dat wordt zichtbaar in Amsterdam, waar de Bouwkunde-afdeling climate design & sustainability van professor

Andy van den Dobbelsteen meeschrijft aan de routekaart voor een energieneutrale hoofdstad in 2040. De strijd met gemeente, energiebedrijven, bewoners en monumentenzorg die daarbij hoort, maakt van Van den Dobbelsteen het vleesgeworden dies-thema *climate action*. Dichterbij Delft, in Overschie, onderzoeken andere wetenschappers het grootstedelijke klimaat, in dit geval door de luchtvervuiling van de naastgelegen A13 te meten en te stoppen. TU-alumnus Wouter Plaetnick werkt intussen met een Duitse start-up aan het voorkomen van al dat fijnstof door de ontwikkeling van alternatief vervoer. Als u na het lezen over deze en andere grootstedelijke vraagstukken nog geen genoeg heeft van 'de stad', dan zijn de gratis online cursussen op pagina 18 een aanrader.

Saskia Bonger,
hoofdredeacteur



Pagina 07
De stad



KORT DELFTS
04

COLUMN
TONIE MUJDE
28

DE ZAAK
SUIT-CASE
29

HORA EST
32

NA DELFT
GIDEON GOEDHART
33

**ALGEN MOETEN
VLIEGTUIGEN REDDEN**
34

**MICKEY
HUIBREGTSEN**
'IETS VOOR EEN ANDER DOEN, IS VET COOL'
36

ALUMNINIEUWS
38

COLOFON

Coverfoto Sam Rentmeester
Redactie Saskia Bonger (hoofdredeacteur),
Dorine van Gorp, Katja Wijnands
(eindredeactie), Tomas van Dijk,
Sam Rentmeester (beeldredactie),
Connie van Uffelen, Marjolein van der Veldt,
Jos Wassink
Telefoon (015) 278 4848,
e-mail delftintegraal@tudelft.nl
Medewerkers aan dit nummer
Agaath Diemel, Auke Herrema,
Tonie Mudde, Dorinda ter Hoeve,
Stephan Timmers, Nina van Wijk
Ontwerp Maters en Hermsen
Vormgeving Saskia de Been, Liesbeth van Dam
Bdruk Quantas
Abonnementsadministratie
delftintegraal@tudelft.nl
Advertentie H&J Uitgevers, (010) 451 5510

20

Andy van den Dobbelsteen

'Als we niet uitkijken,
vormt de huidige nieuwbouw
het probleem van de toekomst'



24

Vijftig jaar industrieel ontwerpen in Delft

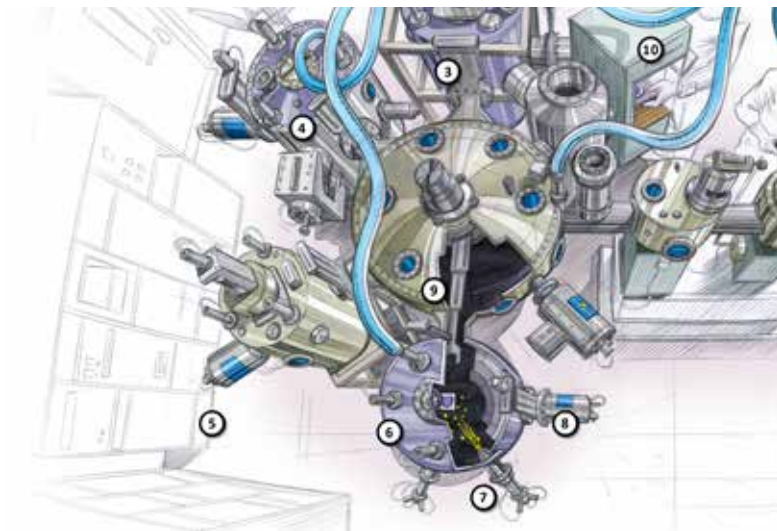
Van deelbus
tot nudging tool



30

Machine temt atomen

Nanodraadjes fabriceren in
nieuwe quantumlab



KORT DELFTS

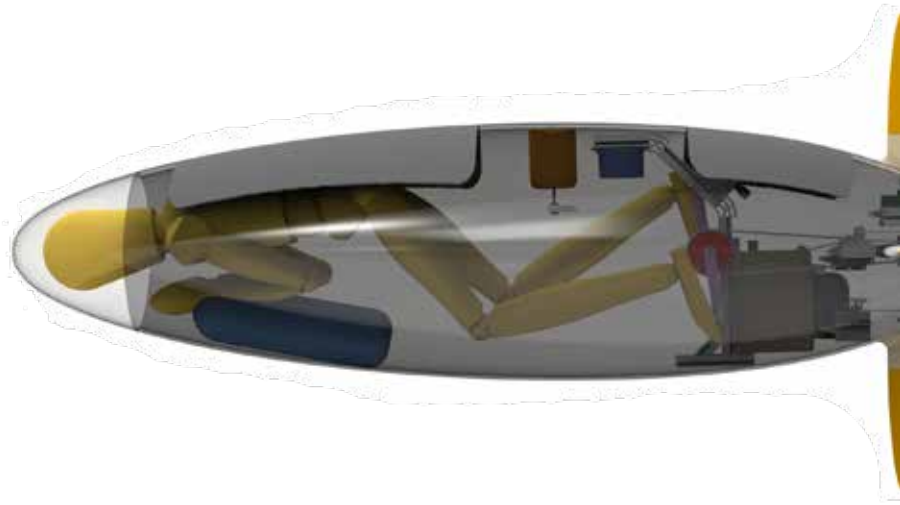


Foto: Mita van Wijk

Dies Natalis

De 177ste verjaardag van de TU vond plaats op vrijdag 11 januari. Het thema dit jaar was climate action, waar een symposium aan gewijd was. Spreker Pier Siebesma (CiTG) sprak over het voorstellen van klimaatverandering in de toekomst en de noodzaak tot supercomputers om de juiste informatie te vergaren. Er waren eredoctoraten voor Søren

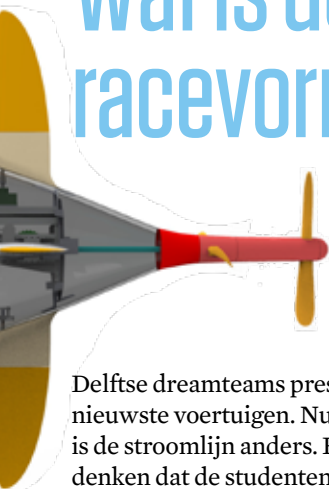
Hermansen en professor Mercedes Maroto-Valer. Meteoroloog en NOS-weerman Gerrit Hiemstra riep de TU-gemeenschap op tot actie en reikte praktische oplossingen aan, zoals elektrisch rijden, geen vlees eten, niet vliegen en minder kopen, vooral uit China.



Foto: Sam Rentmeester



Wat is de ultieme racevorm?



Delftse dreamteams presenteren elk voorjaar hun nieuwste voertuigen. Nuna, Wasub, Hyperloop; elk jaar is de stroomlijn anders. En dat is opmerkelijk: je zou denken dat de studenten na al die jaren experimenteren de ultieme vorm wel gevonden hebben. “In theorie kun je de optimale vorm door de computer laten berekenen”, zegt Elja Ebbens van het highspeed transportsysteem Hyperloop. “Maar zo simpel is het niet. Je moet ook rekening houden met praktische zaken als hoge snelheden en productiekosten.” Voor de mens-aangedreven onderzeeër Wasub is de frontale weerstand het belangrijkste. “Helemaal plat zou het beste zijn” zegt teamlid Willis Houtman, “maar dan past de piloot er niet in.”



Foto: Wasub

De koning en het quantum



Foto: Marco de Swart

Professor Leo Kouwenhoven en koning Willem-Alexander verrichtten samen de opening van het Microsoft Quantum Lab op 21 februari. “Ik beloof jullie dat we hier verbazende ontdekkingen zullen doen”, zei Kouwenhoven. Na de openingshandeling verliet de koning de zaal voor een rondleiding door de laboratoria. Rector Tim van der Hagen noemde het Microsoft Quantum Lab een voorbeeld van de verandering in de verspreiding van kennis. In het verleden strandden veelbelovende innovaties vaak in de ‘vallei des doods’, gelegen tussen de universiteit en het bedrijfsleven. Van der Hagen betoogde dat de TU Delft meer impact kan creëren voor de samenleving door industrie en universiteit samen te brengen in een innovatief ecosysteem, zoals nu: de Q-campus. Zie ook pagina 30.



Glas-in-lood

Vijf historische glas-in-loodramen zijn terug op hun originele locatie aan de Kanaalweg. Jarenlang hingen ze voor de glasgevel in de entree van EWI. Jan de Quack ontwierp de ramen in 1904 voor het laboratorium voor natuurkunde en elektrotechniek. Ze verbeelden vijf belangrijke technische pijlers: kracht, beweging, warmte, licht en geluid. Toen de afdeling elektrotechniek in de jaren 60 naar de hoogbouw aan de Mekelweg verhuisde, gingen de ramen mee. Vorig jaar zijn ze teruggeplaatst, als sluitstuk van het opknappen van het gebouw aan

de Kanaalweg voor studenten-huisvestingsorganisatie Duwo.



Hart voedt pacemaker

Het is nog niet zover, maar het ideaal van dr. Nima Tolou (3mE) staat hem duidelijk voor ogen. Vorig jaar maart werd Tolou uitgeroepen tot Ingenieur van het Jaar vanwege een onbetaalbaar horloge dat hij ontwikkeld had waarbij dertig mechanische onderdelen waren vervangen door een slinger van silicium. Nu werkt hij met zijn team aan een mechanisme dat beweging van het hart omzet in elektrische energie voor de batterij van een pacemaker. Zo’n oplaadbare pacemaker moet hartoperaties die elke zeven jaar nodig zijn met een gewone pacemaker overbodig maken.



Sebastiaansbrug is dicht

Foto: Sam Remmeester



De Sint Sebastiaansbrug wordt vervangen. Wie altijd via de brug naar de TU-wijk komt, zal voorlopig een andere route



moeten nemen. De gemeente verwacht dat de nieuwe brug – met geluidsarm asfalt – in de eerste helft van 2020 klaar is en dat eind dat jaar tramlijn 19 over de nieuwe brug naar de campus kan rijden. De nieuwe brug krijgt een doorvaarthoogte van 4,5 meter.

24.703

Bijna 25 duizend studenten stonden er op 1 december 2018 ingeschreven op de TU Delft. Dit is het maximum waarvoor de universiteit een voorkeur heeft uitgesproken. De universiteit kan echter niet zoveel doen om dit aantal te beïnvloeden. En dat maakt het huidige studentenaantal extra spannend. 21 Procent van alle TU-studenten komt uit het buitenland, het merendeel uit India, China, België, Duitsland, Italië en Griekenland. Bij L&R is het aandeel internationale studenten met 42 procent het grootst.

Meer cijfers? Scan de qr-code en lees het volledige artikel.



Zo kan gamen ook leerzaam zijn

Dankzij het vak *building serious games* kunnen alle vooroordelen over gamende nerds de prullenbak in. Gedurende tien weken ontwikkelden studenten in projectgroepen een computerspel dat niet alleen leuk, maar ook leerzaam is. Aan de interdisciplinaire cursus, die docent Rafael Bidarra ‘een beetje raar’ noemt, namen studenten van zowel de TU Delft als Universiteit Leiden deel. De games zelf varieerden van het blind ontsnappen uit een *escape room* tot het virtueel schoonmaken van grachten.



Nieuwe medische projecten voor ouderen

Medical Delta, de samenwerking tussen TU Delft, Universiteit Leiden, het Leids Universitair Medisch Centrum en het Erasmus MC Rotterdam, start 12 nieuwe projecten voor duurzame gezondheidszorg. Het gaat om programma's op het gebied van onder meer dementie, ouderen helpen mobiel te blijven en de regeneratie van weefsels met stamcellen. Bijna elk project ontvangt 400 duizend euro. Journalistiek platform Delta sprak met zes van de betrokken Delftse wetenschappers.



De Steerable Punch, een van de projecten.

Foto: Sam Remmeester

THEMA

De stad

An aerial photograph of a city, likely Rotterdam, featuring a prominent suspension bridge with a white and blue structure. The city is densely packed with various types of buildings, including modern high-rises and older residential blocks. The sky is a clear, pale blue, and the water of a harbor is visible in the background.

Steden groeien. Wat betekent dat voor bijvoorbeeld woningbouw, verkeer of leefbaarheid? Delftse onderzoekers houden zich op allerlei onderwerpen bezig met stedelijke problematiek. Over modulehuizen, betere rioolinspectie, vliegende taxi's, en hoe je warmtegebruik kunt terugbrengen.

Luchtkwaliteit tussen Delft en Overschie

Delftse stromingsdeskundigen hebben een model gemaakt van hoe luchtverontreiniging van de A13 zich verspreidt door het aangrenzende Overschie. Het DisTURbE project (dispersion in the turbulent urban environment) test de effectiviteit van maatregelen tegen luchtvervuiling.

TEKST: JOS WASSINK FOTO: SAM RENTMEESTER

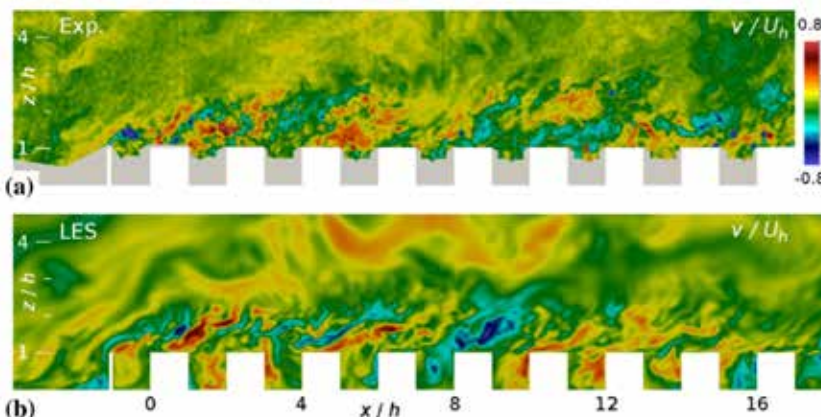
Op satellietbeelden is te zien dat het Ruhrgebied, de Rijnmond en IJmuiden de viesste plekjes van Europa zijn qua stikstofoxide”, zegt professor Jerry Westerweel, hoofd sectie stromingsleer (3mE). “Ik woon middenin zo’n vlek. Modellen voor verspreiding van vervuiling zijn er vanaf een schaal van duizend meter. Wij wilden dichtbij de bron kijken, maar er is geen

goed model tussen 10 en 1000 meter. Dat hebben we nu vereenvoudigd.” Als voorbeeld namen ze het deel van de A13 tussen Delft en Rotterdam dat door een perspex wand gescheiden wordt van de aangrenzende woonwijk Overschie. Zou dat helpen, zo’n wandje? Bewoners van deze wijk weten dat ze vaak de kozijnen moeten schoonmaken omdat ze snel grijs worden. Ze weten dat ze het rond de avondspits beter rustig aan kunnen doen, omdat

je anders zo moet hoesten. Ze denken ook dat je achter je woning minder last hebt van de snelweg dan aan de voorkant.

De sectie stromingsleer benaderde het verspreidingsprobleem zowel experimenteel als theoretisch. Promovendus Jerke Eisma deed metingen in de watertunnel van het stromingslab. Een schaalmodel van een deel van de wijk werd op een draaibare schijf zo groot als een elpee gemonteerd. Daar overheen stroomde een 30 centimeter diepe laag water die de atmosfeer moest voorstellen. Door de schijf te draaien kon Eisma verschillende windrichtingen simuleren. Het voordeel van het werken met de waterstroom is een rustiger stroming (stromingswetenschappers spreken over een lager Reynoldsgetal) dat de omstandigheden beter controleerbaar maakt.

Promovendus Jasper Tomas, maakte gebruik van het Dales model (*Dutch atmospheric large eddy simulation*) om de verspreiding van uitlaatgassen over de wijk te berekenen. Dit model



Experiment (boven) en simulatie (onder) van verspreiding van vervuiling komen overeen. De wind komt van links, de witte blokjes zijn de woningblokken achter het geluidsscherm.



De A13 tussen Delft en Rotterdam loopt vlak langs de woonwijk Overschie. Hier is veel luchtvervuiling.

berekent de luchtstroming in een ‘doos’ met lucht met enkele kilometers afmetingen over de grond en twee kilometer hoogte.

Ze weten dat ze het rond de avondspits beter rustig aan kunnen doen, omdat je anders zo moet hoesten

Promovendus Manu Goudar Vishwanathappa, verzorgde de theoretische basis onder de toegepaste numerieke vereenvoudigingen. Door de oogzichten gezien, stemmen de resultaten van het watertunnelexperiment (Exp.) en de simulatie (LES) goed overeen. De kleuren zijn


een maat voor de verticale luchtbeweging. Het valt op dat de vermenigving van de lucht na het scheidingsscherm een stuk groter is dan in de van links aanstromende lucht. Vlak voor het scherm gaat de lucht omhoog (lichtblauw) en aan de achterkant van de huizen (de witte blokjes) stroomt vervuilde lucht naar beneden. Het idee dat je aan de achterkant minder last van de fijnstof hebt, blijkt dus niet te kloppen. Het vervolg van het project loopt langs twee lijnen. Onderzoekers willen met een vereenvoudigd stromingsmodel dat minder rekenwerk vergt toch de meest relevante aspecten van de verspreiding van fijnstof kunnen tonen. Daarnaast willen ze met een gecombineerde aanpak van simulaties en experimenten ver-

schillende maatregelen tegen fijnstof testen en verbeteren. Denk aan begroeiing of aan afbuiging van stof door elektrisch geladen roosters. Maar wat zijn daar dan de beste afmetingen voor? En waarom is die ene boom of dat ene rooster effectiever in het verwijderen van fijnstof dan een ander? Voor de bewoners van Overschie en vergelijkbare wijken moet dat een opluchting zijn. <<

H.E. Eisma, J.M. Tomas, M.J.B.M. Pourquie, G.E. Elsinga, H.J.J. Jonker, J. Westerweel, Effects of a Fence on Pollutant Dispersion in a Boundary Layer Exposed to a Rural-to-Urban Transition, Boundary-Layer Meteorology, 3 Juli 2018

Nooit meer vast op de A4

Het is een taxiservice door de lucht. Een privéjet, maar dan goedkoper én volledig elektrisch. Lilium is een Duitse start-up die 's werelds eerste volledig elektrische vertical take-off and landing jet (VTOL) bouwt en ontwikkelt.

Volgens *flight test engineer* en TU-alumnus Wouter Plaetinck (Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek) kan de VTOL-jet een toevoeging zijn aan de huidige transportmiddelen. Vergeet de dagelijkse file op de A4 tussen Amsterdam en Delft: met de Lilium-jet doe je er maar vijftien minuten over. “En omdat VTOL's slechts een klein landingsplatform nodig hebben, is een *point-to-point*-netwerk mogelijk, waardoor je geen tijd kwijt bent aan reizen tussen je eindbestemming en tussenliggende transporthubs”, zegt de alumnus. Reizen met deze ‘vliegende Uber’ is niet alleen spannend, maar ook duurzaam. De jet is volledig elektrisch en produceert geen uitstoot. En dankzij stille motoren en een beperkte hoeveelheid benodigde infrastructuur is het volgens Plaetinck “de manier van reizen in de toekomst”. 

- 
- The image depicts a futuristic vertical flight terminal. The building features multiple levels with glass facades, revealing interior office spaces. A prominent feature is a large glass-enclosed structure on the roof, which serves as a terminal for vertical takeoff and landing (VTOL) aircraft. The word "LILium" is visible on the glass facade of this structure. On the rooftop landing pad, two sleek, white VTOL aircraft are parked. A person is standing near one of the aircraft. The scene is set during dusk or dawn, with a soft glow in the sky.
- Actieradius: 300 kilometer
 - Snelheid: 300 kilometer per uur
 - Volledig elektrisch
 - On-demand (bestel je taxi via een app)
 - Geluidsarm
 - Ruimte voor 5 passagiers
 - Verticaal opstijgen en landen

Hoe komt Amsterdam van het gas los?

Prof.dr.ir. Andy van den Dobbelsteen maakte met zijn team van de afdeling *climate design & sustainability* (Bouwkunde) een routekaart voor een energieneutrale hoofdstad in 2040.

Bij het woord energie denken veel mensen aan elektriciteit, maar het gebruik van energie voor warmte is bijna twee keer zo groot. Er zijn 430 duizend woningen in Amsterdam, en 645 duizend 'eenheden' die een vergelijkbaar warmtegebruik hebben.

Nu nog zijn de grootste warmteproductanten de gasgestookte elektriciteitscentrale in Diemen en de afvalverbrandingsinstallatie in Amsterdam-West. Als het aan onderzoekers van Bouwkunde ligt, gaat dat veranderen.

Waar moet de warmte dan vandaan komen? Bijvoorbeeld door uitbreiding en modernisering van de Amsterdamse warmtenetten. Nu heeft elk

warmtenet één bron die warmte van hoge temperatuur levert. In de toekomst zal de warmte uit meer bronnen komen, bijvoorbeeld aardwarmte en zonnecollectoren, en zal de temperatuur lager liggen. Een lagere temperatuur in het warmtenet heeft gevolgen voor de isolatie van woningen. Want: hoe beter een woning geïsoleerd is, hoe lager de temperatuur van het inkomende water kan zijn.

Ook als het lukt om het warmtegebruik terug te brengen, blijft productie van duurzame warmte een opgave. Volgens de onderzoekers kun je energie besparen door gebruik van oppervlaktewater, bodemwarmte, warmte- en koudeopslag in boorputten en

geothermie uit diepe onderaardse waterlagen. Voor dat laatste is volgens de onderzoekers nog extra onderzoek nodig.

Van den Dobbelsteen pleit ervoor dat Amsterdam jaarlijks een boekhouding opstelt van CO₂-emissies, energie- en aardgasgebruik en die gegevens opneemt in openbare jaarverslagen. In de routekaart is geen aandacht voor de vereiste investeringen, maar de gemeente werkt aan een plan waarin de economische, sociale en juridische aspecten aan bod komen. **JW**

Pagina 20: Interview Andy van den Dobbelsteen

DNA brengt verontreiniging in kaart

Medicijnresten, E.coli bacteriën uit een lekend riool, olie en tal van andere chemicaliën vervuilen grondwater in stedelijke gebieden.

Het probleem wordt alleen maar groter door de toenemende urbanisatie wereldwijd. Om verontreiniging in kaart te brengen is inzicht nodig in de waterstromen in de ondergrond. Vervuiling verspreidt zich immers via die grondwaterstromen.

Dr. Thom Bogaard van de afdeling watermanagement (CiTG) kreeg onlangs 250 duizend euro subsidie om een technologie te ontwikkelen die dat mogelijk moet maken. Hij vult microscopisch kleine korreltjes van siliciumoxide, een soort kunstmatige zandkorrels, met synthetisch DNA. "Dat DNA moet je zien als een soort streepjescode. Je kunt ze op diverse locaties in de grond laten wegsijpelen. Als je ze later elders onder de stad aantreft in watermonsters levert dat informatie over de oorsprong en snelheid van de waterstromen."

Dat de techniek potentie heeft is al aangetoond met gecontroleerde labtesten. Nu experimenteert Bogaard op een terrein naast de duurzame proeftuin Green Village, de zogeheten Waterstraat, een lap grond dat als openlucht



Thom Bogaard laat DNA in de grond wegsijpelen.

laboratorium fungeert. Het onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoeksproject, Urbanwat, in samenwerking met de Universiteit van Barcelona en de Universiteit van Montpellier. **TM**

Een keuken uitzoeken in virtual reality

In het VR-Lab kun je vanuit een virtuele versie van je eigen woning eindeloos experimenteren met kleuren en kastjes.

De virtuele werkelijkheid is allang niet meer alleen iets voor de gamewereld. Zo zijn er tal van toepassingen voor virtual reality (VR), de technologie waarbij een computer een omgeving simuleert met 3D-objecten en 360-gradenbeelden. Denk aan psychologen die het gebruiken voor de behandeling van patiënten met een post-traumatische stress-stoornis of artsen die dankzij deze techniek operaties visualiseren.

Een van de beste academische labs voor visuele representatie is te vinden bij de faculteit Bouwkunde. Van detail tot stedenbouwkundig ontwerp en van visualisatietool tot ontwerpmethode. Al is virtual reality volgens coördinator Arno Freeke bovenal een belangrijke communicator.

Zo simuleerde het lab in opdracht van een woningcorporatie de gevolgen van een ingrijpend renovatieproject. “In samenwerking met onderzoeker Clarine van Oel ‘bouwden’ we woningen. Bewoners ervaren in een virtuele wereld welke hinder zij zouden ondervinden van geplande werkzaamheden.” Compleet met steigers en een geul voor de deur traden bewoners via een schijnwerkelijkheid hun toekomstige huis binnen. “Inclusief het geluid van boor-, graaf- en heiwerkzaamheden. Hierdoor kregen ze realistischer verwachtingen en namen we zorgen weg.”

Voor diezelfde corporatie ontwikkelden Freeke en zijn collega's een module waarbij bewoners in hun virtuele eigen woning een nieuwe keuken




Het mooie aan virtual reality is dat je iets tastbaar maakt zonder risico's.

uitzochten. “Dat is het mooie aan VR, je maakt het begrijpelijk en tastbaar zodat mensen keuzes maken zonder risico te lopen.”

Naast het inrichten van woningen helpt het lab bij vastgoedvragen vanuit de TU en biedt het ondersteuning bij de ontwikkeling van cursussen. Voor de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek zou het team graag een setting ontwikkelen waarbij studenten in een maaiveld zoeken naar de zwarte doos van een gecrasht vliegtuig. “VR biedt veel mogelijkheden op verschillende schaalniveaus”, legt Freeke uit. “Je kunt alles één op één nabootsen of zo klein maken als Madurodam, waardoor het zeer geschikt is voor gebiedsontwikkeling.”

Eind december bootste het lab, in samenwerking met onderzoeker Stefan van der Poel, de Groningse wijk

Paddepoel na, om verkeersstromen te analyseren. Over Groningen gesproken: “Je kunt VR ook gebruiken voor een casus over de schade die aardbevingen hebben veroorzaakt”, denkt Freeke hardop. 

Eind februari opende het Virtual Reality Lab in de TU Library. Hiermee zijn de activiteiten op het gebied van virtual reality nu op een plek te vinden. Studenten krijgen er hulp bij afstudeerprojecten; wetenschappers zijn welkom om te experimenteren en docenten kunnen er cursusmateriaal (laten) ontwikkelen.

Nieuw leven in de bloemkoolwijk

De stad verbinden met de universiteit. Dat was een van de doelen van een studentenproject in de Delftse wijk Tanthof.

Het Delftse Tanthof is een zogeheten bloemkoolwijk. Dit is een wijk met kronkelende straten in een doolhofstructuur en veel laagbouw, legt universitair hoofddocent stadsontwerp Frank van der Hoeven uit. Bloemkoolwijken waren in de jaren 70 een reactie op wijken met onpersoonlijke flatgebouwen in een rechthoekig grid, zoals de naburige wijken Voorhof en Buitenhof. Ze moesten daarom knusser zijn met groene woonerven vol spelende kinderen.

Tanthof scoorde volgens Van der Hoeven altijd bovengemiddeld op bewonerstevredenheid, maar de cijfers dalen. De gemeente vindt het daarom tijd voor verbetering.

Hieraan kleven uitdagingen:

- 🏠 Tanthof is afgezonderd van de rest van Delft door de Kruithuisweg en gesplitst in een westelijk en oostelijk deel.
- 🏠 In beide delen verdwijnt een school door afnemende aantallen kinderen.
- 🏠 De doorstroming in de wijk stokt: kinderen zijn de deur uit, ouders hebben hun huis afbetaald en vinden nieuwe woningen elders te duur.
- 🏠 De woonerven zijn veranderd in parkeerplaatsen.
- 🏠 Delft moet 15 duizend nieuwe woningen bouwen verspreid over de stad.

Werk aan de winkel voor stedelijk ontwerpers, die bloemkoolwijken vaak typeren als 'nieuwe truttigheid'. Ten onrechte, vindt Van der Hoeven, net als Anna Myllymäki.

Zij is een van de 75 studenten die afgelopen herfst de wijk introkken om met ideeën te komen.

Myllymäki keek naar de veiligheid in de wijk. "Op sommige plekken zijn veel inbraken en vandalisme. Misschien ervaren mensen hun buurt niet meer als thuis." Ze combineerde dat met klimaatadaptatie: meer wateroppervlak voor de opvang van zware regenval. Bestaande sloten en een overmaat aan grasveldjes vormde ze om naar water zodat Tanthof ging bestaan uit kleine eilandjes. "Zo is duidelijker wat jouw gebied, jouw territorium, is." Voor de vrijkomende schoollocatie in Tanthof-oost ontwikkelde studente Rebecca Sminck een plan voor kleine woningen met groene daken die water opvangen en voor verkoeling zorgen. Zo ontstaat er meer diversiteit in typen woningen, bijvoorbeeld voor mensen met afbetaalde eengezinswoningen. Jian Yuan ontwikkelde een algoritme dat looproutes verbetert en ontwierp miniparkjes met lange banken als moderne variant van het woonerf. De gemeente heeft de tientallen plannen tentoongesteld. "Docenten selecteerden die op goede ideeën, niet op cijfers", zegt Van der Hoeven. Zo helpt de stad docenten anders te kijken en helpt de universiteit de stad met goede ideeën. 



Anders kijken naar het riool

Wateroverlast, stinkende straten, en het ontbreken van toiletfaciliteiten.

Zo zou de wereld eruitzien zonder riool. Hoe kun je inspectie en onderhoud van het riool zo efficiënt mogelijk doen?

Met zo'n 150 duizend kilometer rioolpijp in de Nederlandse bodem is het rioleringsstelsel een belangrijke infrastructuur. Delftse en Leidse onderzoekers werken in het project SewerSense aan een nieuwe inspectiemethode en betere besluitvorming.

“Rioolbeheer begint bij een goede inspectie”, vertelt Lisa Scholten, universitair docent stedelijke waterinfrastructuur (CiTG). “Hiervoor heb je de juiste gegevens over de staat van het riool nodig, die je ook correct moet kunnen analyseren. Het doel is om een onderhoudsbeleid voor de lange termijn te kunnen opstellen dat problemen voor is. Met de huidige inspectiemethode en besluitvorming is dat niet mogelijk.”

Waarom niet? Een camera maakt beelden van het riool, een persoon beoordeelt deze en bepaalt de huidige staat van de rioolbuis. Is er sprake van een acuut defect, of kan het ingrijpen nog een paar jaar wachten? Op de beelden is dit soms niet goed te zien. Met



meer en betrouwbaardere informatie kan dit wel. De informatie wordt verzameld door een samen met Leiden ontwikkeld inspectievoertuig met verschillende sensoren en camera's. Dit voertuig kan echt in het riool 'kijken' doordat het diepte waarneemt en kan zowel onder als boven water data verzamelen. “Door gebruik te maken van een zelflerend algoritme is het mogelijk

defecten automatisch te herkennen.”

Maar hoe neem je besluiten over het onderhoud van het riool op basis van deze gegevens? Scholten en collega's organiseerden workshops met vertegenwoordigers uit de praktijk om dit te achterhalen. Scholten: “De verwachting was dat we snel boven water zouden krijgen hoe dit proces in elkaar steekt, maar wat bleek?

Over de soorten strategische onderhoudsdoelen was men het eens, maar hoe men deze naar de praktijk vertaalt en met welke onderhoudswerkzaamheden deze doelen bereikt worden niet.” Door bestaande data en de data van het inspectievoertuig en de Leidse algoritmen in een model te stoppen, kan de situatie van het riool digitaal worden nagebootst. Op die manier kun je verschillende inspectie- en onderhoudsstrategieën vergelijken en in verband brengen met hoe lang een rioolbuis nog veilig gebruikt kan worden.

Scholten: “Het zou mooi zijn als wij door deze nieuwe techniek, het beleid en beheer van het rioolstelsel vanuit een andere invalshoek kunnen benaderen.”

Maar eerst staan er experimenten in het laboratorium op de planning. “Het project duurt vier jaar. Op de levensduur van het rioleringsstelsel is dat verwaarloosbaar, sommige rioolbuizen kunnen honderd jaar mee. Met de nieuwe methode weten we dit straks nog beter.” **UI**

Modulehuizen op zonne-energie

Leegstaande kantoren omvormen tot duurzame woningen op zonne-energie. Met dit doel doet het Delftse dreamteam Modular Office Renovation deze zomer mee aan de Solar Decathlon Europe.

“Laten we onze gebouwde omgeving opnieuw *great* maken”, grapte Siem van Sluijs bij zijn presentatie. Hij en zijn medestudenten van het dreamteam Modular Office Renovation (MOR) reizen in juli naar Szentendre, Hongarije, om deel te nemen aan de 2019 Solar Decathlon Europe. Daar bouwen studententeams van 16 universiteiten van over de hele wereld in tien dagen tijd volledig functionerende huizen op zonne-energie. Dit jaar is het thema renovatie. Het MOR-team ontwierp vier modules waarmee leegstaande kantoorgebouwen om te vormen zijn tot woningen,



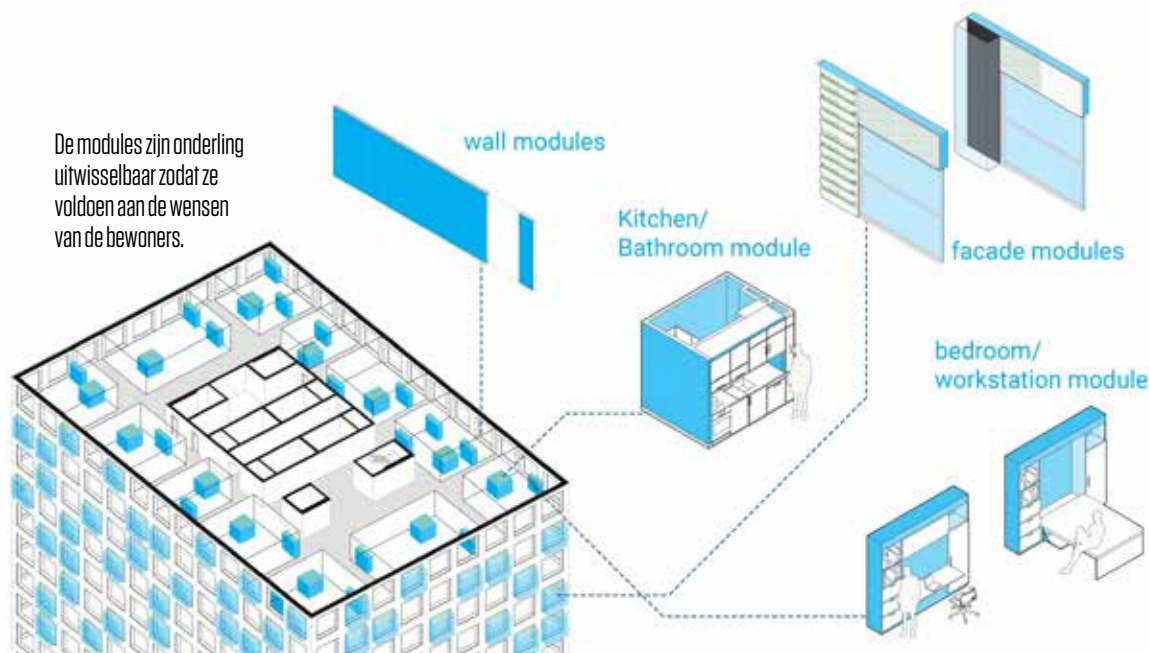
Zo zouden de Marconi-torens in Rotterdam er na transformatie uit kunnen zien.

Illustraties: MOR team TU Delft

namelijk een wandmodule, gevelmodule, keuken/badkamermodule en een slaap/werkstationmodule. Ze zijn onderling uitwisselbaar om zoveel mogelijk te voldoen aan de woonwensen van bewoners. Ze kunnen worden

gekoppeld en kleine of grote woningen vormen. Ook kunnen ze eenvoudig worden verplaatst naar een ander gebouw.

Het ontwerp streeft naar 'netto positiviteit': het gebouw produceert meer



dan het gebruikt. Dit kan door middel van zonnepanelen, het filteren van de buitenlucht met vegetatie, regenwater verzamelen voor waterplanten en het verbouwen van voedsel. Dit past bij de doelstelling van de Nederlandse overheid om tegen 2050 een circulaire economie te worden. Om de haalbaarheid van het concept te berekenen, gebruikt het team de Marconi-torens in Rotterdam als *case study*. Net als andere kantoorgebouwen hebben deze torens een vaste betonnen structuur met een open plattegrond die geschikt is voor modules.

In de komende maanden zal het team in The Green Village op de campus werken aan hun prototype. Ze zijn nog op zoek naar sponsors.

Een huis bouwen in tien dagen klinkt ambitieus, zeker omdat de studenten geen bouwervaring hebben. “We zijn ervan overtuigd dat we het kunnen halen”, zegt studententeamleider

Francesco Longo. “In juli zal blijken of het genoeg is om onze kantoren weer echt geweldig te maken.”



Het prototype is een middelgroot huis. Betonnen balken steken aan de bovenkant en zijkant uit om te laten zien dat het huis deel uitmaakt van een groter gebouw.

Hoe de zelfrijdende auto ons leven kan veranderen

Werken terwijl je in je auto over de snelweg raast, nooit meer je auto in de prak rijden; de beloftes van de zelfrijdende auto zijn groot. Maar de maatschappelijke implicaties van de autonome bolide reiken veel verder dan enkel gebruikersgemak.

“We weten niet hoe de samenleving verandert wanneer deze wagens hun intrede doen”, zegt verkeershoogleraar prof.dr.ir. Bart van Arem van het TU Delft Transport Instituut. “Gaan mensen nog met de trein of de fiets als ze vervoer op maat kunnen krijgen van een zelfrijdende wagen? En als auto’s veel dichter achter elkaar op de snelweg kunnen rijden richting steden, wat betekent dit dan voor de drukte in de stad? Misschien zal de congestie enorm toenemen.”

Van Arem is initiatiefnemer van het project STAD. Dat is een acroniem voor *Spatial and Transport Impacts of Automated Driving*. Het is een enorm samenwerkingsverband waar behalve de TU Delft, onder meer de TU Eindhoven, meerdere gemeentes (waaronder Delft), Rijkswaterstaat, TNO en de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) zitten. Doel is om toekomstscenario’s te schetsen.

“We houden enquêtes en draaien economische modellen waarin we rekening houden met de zogenaamde *value of travel time*”, legt Van Arem uit. “Het komt erop neer dat mensen anders tegen afstand en reistijden gaan aankijken. Misschien gaan mensen verder van hun werk wonen. Twee uur reistijd is minder problematisch als je die kunt spenderen achter je laptop. Dan telt die tijd mee als werktijd.”

Ook inventariseren de deelnemende onderzoekers wat voor infrastructurele aanpassingen nodig zijn om ruim baan te maken voor zelfrijdende auto’s. “We onderzoeken of het verstandig is om nu al aparte rijbanen aan te leggen voor autonome auto’s en welke obstakels moeten worden verwijderd. Neem bijvoorbeeld reclameborden langs de weg. Die kunnen hinderlijk zijn voor de sensoren.”

Wie denkt dat volledig autonoom vervoer verre toekomstmuziek is, komt bedrogen uit. Binnen een paar jaar kun je al een verkeersbord tegenkomen op de Delftse campus dat waarschuwt voor autonoom verkeer. Van Arem wil bij wijze van experiment een shuttleservice met zelfrijdende busjes starten op Technopolis. “Dergelijke busjes kun je nu al kopen. Ze zijn vrij simpel. Je kunt er zelf allerlei intelligentie aan toevoegen. Bijvoorbeeld software waardoor de bus kan anticiperen op voetgangers.”

Online leren over de stad

Sinds 2014 heeft de TU Delft meer dan 150 online vakken over onderwerpen die voortbouwen op de sterke punten van haar faculteiten. Deze massive open online courses (moocs) trokken al bijna 2,5 miljoen studenten wereldwijd. Duurzaamheid is een belangrijk thema in het online portfolio. Onderstaande cursussen zijn gerelateerd aan het thema van deze Delft Integraal: de stad.



Energie neutrale gebouwen

Leer hoe u een energie neutraal klimaatconcept ontwerpt voor bestaande gebouwen: huizen, scholen, kantoren, winkels. De mooc laat zien hoe een geïntegreerde aanpak, rekening houdend met zowel passieve (zoals thermische isolatie en zonwering) als actieve maatregelen (zoals warmtepompen en fotovoltaïsche panelen), de beste resultaten oplevert.

Docenten: professor Andy van den Dobbelsteen (Bouwkunde), Siebe Broersma (onderzoeker en docent climate design & sustainability), Eric van den Ham (docent klimaatontwerp en bouwfysica)

Startdatum: 3 april 2019

Duurzame stedelijke ontwikkeling

Deze mooc gaat over de integratie van verschillende kennisvelden binnen de grootstedelijke context. In deze cursus kiest u een specifieke grootstedelijke uitdaging of thema. U krijgt de mogelijkheid om de leefomstandigheden in uw eigen stad te verkennen en uw leefomgeving te vergelijken met die van de internationale gemeenschap. Uw deelname zal bijdragen aan breder onderzoek naar grootstedelijke regio's als complexe systemen.

Docenten: Arjan van Timmeren (hoogleraar environmental technology & design, BK, en onderzoeker van het Institute for Advanced Metropolitan Solutions), Mariette Overschie (onderzoeker en docent engineering voor duurzame ontwikkeling en technology assessment, faculteit Techniek, Bestuur en Management)

Startdatum: wanneer u wilt

Beheer gebouwaanpassingen

De grootste duurzaamheidsuitdaging voor steden over de hele wereld is het aanpassen en toekomstbestendig maken van verouderde gebouwen. Deze cursus introduceert de uitdagende managementtaak voor het herontwikkelen van gebouwen voor toekomstig gebruik. Vervolgens leert u hoe u verschillende managementtools kunt gebruiken om oude gebouwen om te bouwen voor duurzaam hergebruik.

Docenten: Erwin Heurkens (docent urban development management), Hilde Remøy (universitair hoofddocent real estate management), Gerard van Bortel (docent housing management), Jelle Koolwijk (onderzoeker design & construction management)

Startdatum: wanneer u wilt

Zie online-learning.tudelft.nl voor een volledig overzicht van alle online cursussen.

Visie

“Er woedt de komende decennia een slag om de publieke ruimte”, voorspelt Arian van Timmeren, hoogleraar milieutechniek & ontwerp in de stedenbouw en wetenschappelijk directeur van het AMS Institute.

“S

teden zijn vooral ontstaan op plaatsen waar bijvoorbeeld een rivier uitmondde of wegen elkaar kruisten. Een stad is gebaseerd op een trage, natuurlijke ontwikkeling die later geoptimaliseerd is, maar er heeft zelden een werkelijk herontwerp plaatsgevonden. Al doen

we dat in Nederland beter dan elders; hier is elk stukje land al diverse keren over de kop gegaan. Dus dat verwacht ik voor de toekomst ook.

De komende decennia vindt er een slag plaats om de publieke ruimte. Om iedere parkeerplaats die vrijkomt en elk park. Energieopwekking en klimaatadaptie zullen steeds meer plek vragen. En ook privatisering, hogere bevolkingsdichtheid en vrije tijd leiden tot een intensiever gebruik ervan. Hoe die publieke ruimte uiteindelijk wordt verdeeld, bepaalt de leefbaarheid van de stad. Vast staat dat Europa, en Nederland in het bijzonder, er zorgvuldig mee om moet gaan.

De grote transities van onze tijd leggen allemaal een claim op de ruimte. Ict en diverse technische innovaties maken het mogelijk om deze efficiënter te benutten of meerlaags te gebruiken. Bij het AMS Institute (Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions) lopen momenteel letterlijk 101 projecten op het gebied van verkeer, water en energie. Hierbij voegen we een informatielaag toe aan de conventionele engineering.

Daarmee optimaliseren we het gebruik.

Maar uiteindelijk moeten er andere oplossingen komen. Zo moeten we bijvoorbeeld kijken

naar de organisatie van het ‘systeem stad’. Deze zal minder centraal worden, en we moeten een soort decentrale, geclusterde én gekoppelde oplossingen ontwikkelen als onderdeel van centrale netwerken.

Ofwel, de afzonderlijke oplossingen voor energie, vervoer en klimaatadaptatie die er nu zijn, zullen we meer moeten

integreeren als systeem. Dit moet enerzijds door die strijd om de ruimte, anderzijds doordat de transities simpelweg niet voor elkaar te krijgen zijn: de bouwcapaciteit schiet tekort. Dat betekent dat je het ‘systeem stad’ zult moeten herontwerpen met samenhangende oplossingen voor energieopwekking, voedselproductie, vervoer, en afvalwaterzuivering. Er zijn al voorbeelden van integraal ontwikkelde steden. Zo bouwt Google Quayside in Toronto en zijn in diverse Aziatische landen geheel nieuwe stedelijke constructen gerealiseerd of in ontwikkeling, zoals Masdar City in de Verenigde Arabische Emiraten.

Tegen 2030 verwacht ik vergelijkbare transities ook in Nederland. We zullen de stedelijke infrastructures voor energie, transport en water herontwerpen tot integrale ‘gedistribueerde’ systemen. De realisatie daarvan zal daarbij grotendeels circulair zijn: nieuwbouw met bestaande materialen en componenten, al dan niet met nieuwe bouwmethoden zoals 3D-printing.

Ik denk trouwens dat er ook zeker een moment zal komen dat we weer een trek uit de stad zullen gaan zien. Los van dat dit altijd in cycli gaat, is het ook een logisch gevolg van de transities die gaande zijn, met de informatisering voorop.” 





‘Het is
dom om niet
energieneutraal
te bouwen’

A black and white portrait of a man with short hair and glasses, resting his chin on his hand. He is wearing a dark shirt and a watch. The background is dark, and the lighting is dramatic, highlighting his face and hand.

In Nederland neemt Amsterdam het voortouw in stedelijke verduurzaming. In 2040 moet de stad CO₂-neutraal zijn. Andy van den Dobbelssteen leidt de onderzoeksgroep die dit huzarenstukje uitstippelt.

TEKST TOMAS VAN DIJK FOTO'S SAM RENTMEESTER

Een stad vol tochtige jaren vijftig-woningen en scheve zeventiende-eeuwse grachtenpanden met ouderwetse beglazing. Loop rond in Amsterdam en je kunt je moeilijk voorstellen dat de gemeente werkelijk de ambitie koestert om CO₂-neutraal te zijn. Toch moet dat in 2040 zover zijn. Tien jaar later zullen andere steden volgen. Amsterdam legt de lat hoog. Maar het is haalbaar, meent Andy van den Dobbelsteen, hoogleraar klimaatontwerp en duurzaamheid (Bouwkunde). Hij leidt de onderzoeksgroep die voor de gemeente de route uitstippelt. Het onderzoek maakt deel uit van het Europese project City-zen.

Warmtenetten

Het zal de nodige strijd kosten. Niet op de barricaden, maar aan tekentafels. Waar komen de warmtenetten en welk type net wordt aangelegd? Over die vragen woeden stevige discussies tussen de gemeente, energiebedrijven en bewoners. “Hier in deze wijk, Zeeburgereiland, wil Nuon een hoge-temperatuur warmtesysteem aanleggen”, zegt Van der Dobbelsteen, die een kaart van Amsterdam op zijn laptop tevoorschijn haalt. “De bewoners zijn daar fel op tegen. Zij willen juist aangesloten worden op een systeem voor lagere temperaturen. Dat kan later namelijk door verschillende duurzame bronnen gevoed worden.” Warmtenetten zijn cruciaal voor het slagen van het plan. Door deze leidingen stroomt warm water waarmee op termijn het gros van de huizen verwarmd moet worden, in plaats van met het gas waarmee de meeste huishoudens nu stoken. Door de huidige warmtenetten stroomt water van 70 à 90 graden, afkomstig van de gascentrale van Nuon of van de afvalverbranding. In de toekomst moet de warmte uit veel verschillende bronnen komen, bijvoorbeeld van aardwarmte en zonnecollectoren. De temperatuur zal voor een groot deel ook lager komen te liggen, op zo’n 40 à 60 graden Celsius. (Zie pagina 12 ‘Hoe komt Amsterdam van het gas los?’) Dit betekent vervanging van de warmtesystemen en uitbreiding van het nettenstelsel.

Op de kaart geven gearceerde stroken aan welke gebieden vrij gemakkelijk aan lage-temperatuur warmtenetten gekoppeld kunnen worden. Grote delen van de stad zijn al gearceerd; de Zuidas, Amsterdam-Zuidoost, de wijken langs het IJ, inclusief de eilanden Java Eiland, Borneo Eiland en IJburg. Opmerkelijk genoeg is de binnenstad ongemoeid gelaten.

Doet de binnenstad niet mee aan deze verduurzamings-slag?

“De warmtenetten worden geleidelijk van de buitenwijken naar binnen getrokken. Maar het is onduidelijk of ze ook helemaal in de oude binnenstad komen te liggen. Je kunt huizen alleen met lage-temperatuur water verwarmen als ze heel goed geïsoleerd zijn. Het is moeilijk om eeuwenoude huizen te isoleren. Monumentenzorg eist dat er in de kozijnen zeventiende-eeuwse ogend bobbeltjesglas zit. Er is een versie van dubbelglas dat erop lijkt, maar die volstaat toch niet, vindt monumentenzorg. Het is obstructie.”

Monumentenzorg wil dat het er zeventiende-eeuws blijft uitzien. Is daar niet wat voor te zeggen?

“We hebben een straatbeeld met auto’s, vuilnisbakken, fietsen en woonboten die niets met de zeventiende eeuw te maken hebben. Maar een raam vervangen mag niet. Ik vind dat mesjogge. We mogen ook geen dakpannen op zichtbare daken leggen met zonnecellen erin. Die glinsteren iets meer dan de ouderwetse pannen. Met de onderzoeksgroep van zonnecellenexpert prof. Miro Zeman (EWI) proberen we in het programma SolarUrban nu producten te maken die wel aan de eisen voldoen, bijvoorbeeld dakpannen die iets doffer zijn.”

U geeft het centrum niet op.

“Nee, mijn voorstel zou zijn daar warmtenetten te leggen voor hoge temperatuur.”

Dat zou betekenen dat het centrum niet van het gas loskomt. Want het hete water dat daar doorheen zou stromen, moet toch door een gascentrale gestookt worden?

“Nee, het grootste deel van de hoge-temperatuur warmte moet van geothermie komen, in de winter wellicht aangevuld met bijstook. In de toekomst zal er altijd een beetje gas over zijn. Dat is groen gas, biogas bijvoorbeeld of synthetisch methaan geproduceerd door verbranding van biomassa of met overtollige stroom in de zomer. Een alternatief is om de gasleidingen gewoon te laten liggen en deze geleidelijk te vullen met synthetisch methaan, biogas of waterstof. We moeten onze prioriteiten goed stellen, want het beetje gas dat we in de toekomst overhouden, hebben we keihard nodig voor onze metaalbewerking, voor de kunststofindustrie en voor vrachtovervoer. Het is zonde om gas te verbruiken voor huizen. Het is brandstof van heel hoge kwaliteit. Als je gas verbrandt, gebeurt dat op een temperatuur van 1200 à 1500 graden. Zonde om daarmee alleen water van 60 graden te maken.”

CV

Prof.dr.ir. Andy van den Dobbelsteen is hoogleraar klimaatontwerp en duurzaamheid bij Bouwkunde, en hoofd van de afdeling architectural engineering + technology. Zijn leerstoel speelt een belangrijke rol in het Europese onderzoeksproject City-zen, gericht op het realiseren van energieneutrale steden. Op Koningsdag 2018 kreeg hij voor zijn werk de onderscheiding Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw. Van den Dobbelsteen heeft ook literaire aspiraties. Vorig jaar verscheen van zijn hand een thriller, Campingsmoking over Nederlanders op een Franse camping.

Jullie sluiten niet uit dat veel gebouwen tegen de vlakte moeten. Dat is opmerkelijk. Ik dacht dat u tegen sloop was?

“In onze studie hebben we eerst gekeken waar we energie kunnen besparen. We schatten dat Amsterdam een derde van zijn warmtevraag kan verminderen door isolatie en door de sloop van de allerslechtste bouw. In principe ben ik tegen sloop. Zestig procent van alle milieu- en CO₂-belasting van een kantoorgebouw zit in de draagconstructie. Als je zo'n gebouw niet sloopt, maar leeghaalt en stript, conserveer je die zestig procent. Maar sommige gebouwen zijn niet functioneel meer. De plafondhoogte is bijvoorbeeld naar de huidige maatstaven te laag. Ook zijn er woningbouwprojecten uit de snelle wederopbouwperiode die er slecht aan toe zijn. Of die op ongunstige plekken staan, langs snelwegen

‘We hebben een straatbeeld met auto's, vuilnisbakken, fietsen en woonboten die niets met de zeventiende eeuw te maken hebben. Maar een raam vervangen mag niet’

bijvoorbeeld, of op locaties waar je een stedelijke revival wilt en waar ze de boel belemmeren. Soms moet je niet bang zijn om te slopen.”

Bent u ook tegen het slopen van kantoorgebouwen met een goede draagconstructie en goede verdiepingshoogte?

“Nee, dat vind ik pure kapitaalvernietiging. Het probleem is dat we niet hoeven te betalen voor de eventuele restwaarde die in de materialen zit. Op dit moment maakt het niet uit of je een gebouw na tien jaar sloopt of na 200 jaar. In mijn proefschrift (2004) heb ik het idee geopperd om aan elk gebouw een soort milieuhypotheek te koppelen die pas na 75 jaar is afgeschreven. Dat is ongeveer een mensenleven. We kunnen ons er allemaal iets bij voorstellen dat een gebouw een mensenleven meegaat. Het is ook realistisch, er zijn maar weinig constructies die om technische redenen voor die tijd gesloopt moeten worden.”

Jullie plan voorziet ook in de aanleg van zonneparken, windmolens en de aanplant van bos buiten de stad om te compenseren voor resterende CO₂. En er zal veertig procent duurzame energie in de regio moeten worden gekocht. Daarnaast gaan jullie ervan uit dat alle nieuwbouw vanaf nu zelfvoorzienend is, oftewel CO₂-neutraal. Is dat laatste niet veel te hoopvol?



“Hoezo? Dat kan prima. Veel bouwers maken al standaard energieneutrale of zelfs energieleverende woningen.”

Waar staan die woningen dan? Niet in Amsterdam.

“Vooral in het noorden en oosten van het land worden die veel gebouwd. Maar in de Randstad ligt het wat moeilijker inderdaad. Projectontwikkelaars hebben een afwachtende houding. Als het niet wettelijk verplicht is, doen ze het niet. De huizen worden er wat duurder door. Daar staat tegenover dat de energierekening nul is. Het is heel dom om niet energieneutraal te bouwen. Als we niet uitkijken, vormt de huidige nieuwbouw het probleem van de toekomst.”

Zijn de lessen die jullie uit deze studie trekken ook te gebruiken voor andere steden?

“Deels. De situatie is overall anders. Amsterdam heeft alles: industrie, wederopbouw wijken, een historisch centrum en herontwikkelingsprojecten. Utrecht heeft geen industrie. Rotterdam is nog vreemder. Die stad heeft nauwelijks een historische binnenstad. En het heeft een haven die enorm veel energie verbruikt. Het gaat nog wat worden om die energieneutraal te maken. Den Haag heeft nauwelijks oppervlaktewater, maar de stad ligt wel aan zee, en daar kun je ook van alles mee. Elke stad moet met zijn eigen analyses en plannen komen.”

Welke stad lijkt er het meest op Amsterdam?

“... Nou ja, het is wat kleiner, maar in wezen lijkt Delft er nog het meest op.”

Meer informatie

Project CityZen: cityzen-smartcity.eu

Programma SolarUrban: tudelft.nl/urbanenergy

Vijftig jaar Industrieel Ontwerpen



FOTO: SAM BENTMESTER

Aankomende eerstejaars studenten IO kunnen tijdens het eerstejaarsweekend in 1999 hun fiets schilderen, zodat ze hem in de Ontvangstweek (OWee) makkelijk terug kunnen vinden.

Op een zolderkamer van de faculteit Bouwkunde begon in 1962, dankzij ingenieur Joost van der Grinten, met twee studenten en een paar docenten, de sectie Industriële Vormgeving.

Bij zijn benoeming tot bijzonder hoogleraar beloofde Van der Grinten een opleiding Industrieel Ontwerpen op te richten. In eerste instantie als studierichting binnen de afdeling Bouwkunde en op 7 februari 1969 officieel erkend door de minister. Vanaf dat moment kon de opleiding onafhankelijk van Bouwkunde verder en nam het aantal studenten snel toe. De studie verhuisde naar de Ezelsveldlaan en niet lang erna studeerde de eerste ingenieur af, Norbert Roozenburg. In vijftig jaar tijd groeide IO uit tot een

breed georiënteerde opleiding met internationaal aanzien en 1.964 studenten (2018). Volgens de huidige decaan Ena Voûte is de faculteit het tijdperk waarin simpelweg mooie stoelen werden gemaakt al lang gepasseerd. “Zo komen er in producties steeds meer elektronica en robotica om de hoek kijken.” Via acht exemplarische ontwerpen vertellen we de geschiedenis van de opleiding. Van het eerste afstudeerproject, de Buxi, via de ANWB praatpaal tot een recent ontwerp, de Nudging toolkit.

Buxi: het eerste afstudeerproject



FOTO: NORBERT ROOZENBURG

De eerste afstudeerder, in 1971, was **Norbert Roozenburg** (rechts op foto). Hij bedacht de Buxi: een minibus die op telefo-

nische afroep van deur naar centrale halte rijdt. Roozenburg kreeg de opdracht een schetsontwerp van de minibus te maken en enkele

onderdelen uit te werken. Dat deed hij samen met student Jacob Maartense voor wie dit zijn vierdejaars ontwerpproject was.

Na analyse van het buxi-systeem ontwikkelden ze de lay-out van het voertuig. Ze letten daarbij vooral op het gedrag, het comfort en de veiligheid van de reizigers én de chauffeur. Daarnaast onderzochten ze de voertuig-technische mogelijkheden en voorwaarden. Van de vijf alternatieven voor de lay-out werkten ze er een uit. Vernieuwend was onder meer de diagonale opstelling van de stoelen. Het vertoonde vrijwel alle kenmerken van het typische IO-afstudeerproject, zegt Roozenburg. “Een realistisch ontwerp-probleem, een gefaseerd systematisch ontwerp-proces en veel aandacht voor de gebruiker, gebruiksomstandigheden, technische mogelijkheden en economische haalbaarheid.”



FOTO: ANWB

ANWB praatpaal: beschermengel bij autopech

Tot vorig jaar stond hij nog om de twee kilometer langs de snelweg: de ANWB praatpaal. Een droom om als afstudeerder te mogen ontwerpen, zegt **Chrétien Gerrits** bijna dertig jaar later. Gerrits moest de praatpaal goedkoper maken in aanschaf en onderhoud. Uit zijn onderzoek bleek dat de vorige praatpaal voor kinderen en mensen in een rolstoel te hoog was, terwijl ook zij pech, ongevallen of calamiteiten moesten kunnen melden. Ze konden niet bij de knop, noch de ANWB-medewerker horen naast voorbijrazend verkeer. “Probleem was dat het geluid niet harder kon”, zegt Gerrits. Met zijn vereenvoudigde constructie met ‘lange oren’ was de hulpdienst voor groot en klein te horen zonder dat

er meer vermogen nodig was. “De kostenbesparingen waren aanzienlijk: zestig procent op de productie, zeventig procent op het onderhoud”, aldus Gerrits. De ontwerper is nog lyrisch over zijn paal uit 1994 die als bijnaam ‘Broer Konijn’ kreeg. “Voor mij was de sculpturale kracht belangrijk: als een elegante beschermengel op de grens tussen asfalt en koeien, tussen de drukte van de vooruitgang en de stilte en kwetsbaarheid van de natuur. Wachtend op ons als pechvogel, weer of geen weer, dag en nacht, met voorbijrazend verkeer of in the middle of nowhere.”

Lees verder op pagina 26 >>

Delft Design Guide: handleiding voor elke IO-student

De Delft Design Guide van **Annemiek van Boeijen** is het resultaat van jarenlange ervaring van ontwerpstudenten, professionals, onderzoekers en docenten van de faculteit. Sinds de introductie in 2013 is 'het blauwe boek' een herkenbaar onderdeel van de identiteit van de faculteit, bekend en gebruikt in designopleidingen in binnen- en buitenland en vertaald in het Chinees en Japans. Het boek

geeft een overzicht van perspectieven op ontwerp, zoals Design for Emotion en Brand Driven Design, modellen, zoals de Basic Cycle of Design and Innovation-modellen, en ongeveer 60 ontwerpmethoden, zoals Contextmapping en het Eco-design-strategiewiel. Sommige methoden zijn uniek voor Delft en andere zijn meer algemeen bekend.

Ontwerpstudenten gebruiken

het boek als referentie bij hun ontwerpprojecten; ontwerpbegeleiders om studenten te ondersteunen in hun leerproces; en professionele ontwerpers om hun ontwerpproces te ondersteunen.

Dit najaar verschijnt een herziene versie. (Foto: Delft Design Guide)



Klupschaats: nog harder rijden

In samenwerking met het Nederlandse schaatsmerk Raps bedacht **Maurits Homan** een aanpassing van de klupschaats (2001). "Destijds groot nieuws", herinnert Homan zich. "Schaatsers konden op deze schaats nog harder rijden én scherpere records neerzetten. Daarnaast was het ontwerp ook fysiek interessant omdat het leek alsof alle delen schots en scheef op elkaar geplaatst waren." Het idee achter het ontwerp was de schaatsslag langer te maken, zodat schaatsers over een langer traject kracht konden leveren. "Door de as

van de klupschaats over twee vlakken te kantelen, maakte het ijzer samen met een hoekverdraaiing van de hiel een kanteling naar binnen. Deze beweging paste beter bij de baan van het bovenste spronggewricht in de enkel."

Na veel onderzoek en enkele prototypes werd een definitief ontwerp gemaakt waarop schaatsers als Jan-Maarten Heideman en Peter de Boer vele wedstrijden wonnen.

(Foto: Maurits Homan)



50
jaar

Senz paraplu: werkt ook met hoge windkracht

Het afstudeerproject van **Gerwin Hoogendoorn** (2005) ontstond uit frustratie over traditionele paraplu's (hij gooide er drie weg in een week) en vormde de basis voor de ontwikkeling van Senz. Het project was allerm minst een *smooth ride*. Om de problemen van traditionele paraplu's te begrijpen onderzocht hij kapotte exemplaren, "maar die moest ik eerst uit vuilnisbakken trekken. Dat

leverde wel eens scheve gezichten op", herinnert hij zich. Onder begeleiding van Bruno Ninaber van Eyben dreef hij zichzelf tot het uiterste om een product te creëren dat in één klap alle problemen van een traditionele paraplu oploste. Hoogendoorn, inmiddels alleen nog als aandeelhouder betrokken bij Senz, vindt dat zijn ontwerp nog altijd kwalitatief onderscheidend is. "Men kan zelfs

met hoge windkracht op deze paraplu vertrouwen." De entrepreneur wil een lans breken voor 'de industrieel ontwerper'. "Als IO'er leer je ontzettend snel leren, het zijn mensen die je op alle plekken in het bedrijfsleven kunt neerzetten." Iets dat hij zelf als ondernemer als groot voordeel zag. "Wist ik iets niet, dan zocht ik het uit." (Foto: Senz)



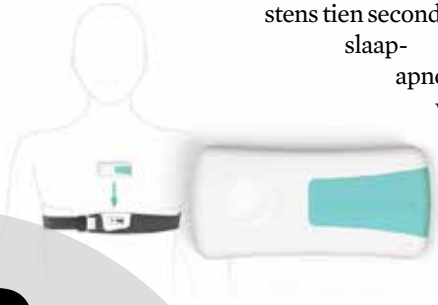
Nightbalance: therapie voor slaap-apneu

Eline Vrijland-van Beest en **Thijs van Oorschot** introduceerden in 2008 een nieuwe therapie voor mensen die tijdens hun slaap adempauzes hebben van minstens tien seconden, ofwel slaap-

apneu. Ze ontwikkelden een sensor die

zacht trilt als mensen op hun rug gaan slapen. Zo zijn ongezonde slaaphoudingen te vermijden. Oorspronkelijk kwam Vrijland-van Beests vader met het idee voor een apparaatje bij deze positie therapie. Ze maakte er haar afstudeerproject van en richtte daarna technostarter NightBalance op waarin ze met Thijs van Oorschot verder onderzoek deed. De ontwikkeling van de sensor was complex. “Je wilt met echte patiënten testen

en dat gaat alleen met strak gereguleerd klinisch onderzoek”, zegt Vrijland-van Beest. Tien jaar duurde het testen en vaststellen dat de sensor echt werkt. Inmiddels heeft NightBalance vijftien toegekende patenten en krijgen patiënten de sensor vergoed uit de basisverzekering. “Positie therapie kan wereldwijd meer dan 25 miljoen mensen helpen met hun slaapapneu”, zegt Vrijland-van Beest. “Die impact blijft bijzonder.” (Foto: Nightbalance)



Ambulance drone: dodelijke slachtoffers voorkomen



In 2014 studeerde **Alec Momont** af op een eerste prototype van de ambulance drone, een onbemand en autonoom navigerend mini-vliegtuigje dat razendsnel een defibrillator kan afleveren. Na een 112-oproep over een hartstilstand, vliegt de drone naar de patiënt toe. Het vliegtuigje kent de locatie van de patiënt via het mobiele telefoonsignaal van de beller en vindt vervolgens zijn weg met GPS. De drone haalt snelheden van rond de 100 km per uur, weegt 4 kilo en kan 4 kilo last dragen. Via een

livestream geeft de drone directe feedback en instructies aan de mensen ter plaatse. Volgens Momont is het essentieel dat de juiste medische zorg al in de eerste minuten na een incident wordt geleverd. Door sneller ter plekke te zijn, kunnen veel dodelijke slachtoffers worden voorkomen en het herstel worden vergemakkelijkt. Met een netwerk van deze drones is de overlevingskans na een hartstilstand zelfs aanzienlijk te vergroten; van 8 naar 80 procent. (Foto: Alec Momont)

Nudging toolkit: beïnvloeden menselijk gedrag

Gedrag van klanen begrijpen en bijsturen is lastig voor organisaties. Hoe stimuleer je als bank bijvoorbeeld pensioensparen of hoe motiveer je als zorginstelling mensen tot een gezondere levensstijl? **Anne van Lieren** raakte tijdens haar studie strategisch product design nieuwsgierig naar menselijk gedrag. Voor haar afstudeeronderzoek (2018) onderzocht Van Lieren

meer dan honderd nudging-technieken (het bewust beïnvloeden van onbewust gedrag) en ontwikkelde ze een nieuwe aanpak en bijbehorende toolkit voor ontwerpers die zich met gedragsverandering bezighouden. “Het wordt voor mensen steeds moeilijker om bewuste beslissingen te nemen - we hebben simpelweg niet genoeg hersencapaciteit en energie om overal bewust over

na te denken. Deze toolkit kan ontwerpers helpen om mensen op het juiste moment wakker te schudden uit deze automatische piloot en even stil te staan bij een belangrijk onderwerp”, zegt ze. (Foto: Anne van Lieren)

<<

o
rio



Ieder fundamenteel geaard onderzoek dient te worden gevolgd door een meer toegepaste studie om het maatschappelijk nut te verzekeren.

Damla Inan, scheikundig ingenieur

Machine learning is geen vorm van kunstmatige intelligentie maar is een gevolg van menselijke intelligentie.

Astrid Elzas, materiaalkundig ingenieur

De mensheid is nu zover geëvolueerd dat we een boom in een rots kunnen veranderen.

Natalie Carr, civiel ingenieur

Soms bestuderen twee verschillende onderzoeksgemeenschappen precies hetzelfde onderwerp, maar toch kunnen ze elkaars werken niet begrijpen.

Iuri Rocha, civiel ingenieur

In de toekomst wordt de term 'duurzaam ingenieurswerk' tautologisch – al het ingenieurswerk zou duurzamer moeten zijn.

Udai Shipurkar, elektrotechnisch ingenieur

Deskundigen zien de wereld anders, en ze kunnen dingen opmerken die leken niet zien.

Wenqin Shi, natuurkundig ingenieur

Als principes gedateerd kunnen raken, zijn het geen principes.

Fan Feng, scheepvaartkundig ingenieur

Smeerpippen

Er zijn van die beleidsmaatregelen waarvan je op je klompen aanvoelt dat ze eraan zitten te komen, maar de vraag alleen nog is hoeveel jaar belangengroepen de maatregel kunnen tegenhouden.

CO₂-belasting voor bedrijven. Kilometerheffing op de snelwegen.

Een verbod op het stoken met houtkachels.

Van de noodzaak van die laatste maatregel raakte ik pas recent doordrongen, toen ik las over een onderzoek van de Britse Air Quality Group. Daarin wordt een vergelijking gemaakt tussen een 40-tons vrachtwagen en een houtkachel die beiden aan de nieuwste milieunormen voldoen. Omgerekend komt het er op neer dat die houtkachel in een uur zes keer zoveel fijnstof uitstoot als een dieseltruck.

U moet weten: ik heb zelf een houtkachel, en die wekte bij mij altijd ronduit positieve gevoelens op.

Blokje hout erin, lekker staren naar het knapperend vuurtje.

Het had ook iets heerlijk nostalgisch: zo verwarmden onze voorouders het huis al toen het leven nog simpel was.

Waar ik nu aan denk als ik naar dat haardvuur kijk? Zes stinkende dieseltrucks, die hun rookwalmen door mijn schoorsteen heen de wijk in blazen.

Voor de Volkskrant interviewde ik onlangs een astmapatiënte bij wie de klachten zo ernstig zijn dat ze man en kind verliet om in haar eentje in een Spaans bergdorp te gaan wonen. Berglucht is voor astmapatiënten vooral interessant omdat huismijt op grote hoogte niet kan overleven, waar-

door je minder last hebt van allergische reacties.

Maar ook minder luchtvervuiling helpt mee voor deze patiënten. Het Longfonds voert al een tijd campagne tegen houtkachels. De organisatie wijst erop dat longpatiënten last hebben van die kachels, en zich er slecht tegen kunnen beschermen omdat andermans rook hun huizen binnentrekt. Misschien zijn er houtkachelstokers die denken: da's dan hun probleem, ik wil van mijn vuurtje genieten. Misschien zijn er houtkachelstokers die zichzelf wijsmaken: ik stook altijd netjes met droog hout en heb een superkachel die voor minder vervuiling zorgt. Maar ik denk nu toch vooral: is mijn pleziertje het waard dat een stuk verderop iemand het benauwd krijgt? Een niet noodzakelijk pleziertje bovendien, want ik heb tenslotte ook centrale verwarming.

Het thema van deze Delft Integraal is 'de stad': over stedelijke problemen en hun oplossingen. Op de planeet leven momenteel ruim 7,5 miljard mensen, in het jaar 2050 zullen dat er na verwachting 10 miljard zijn. Momenteel woont iets meer dan de helft van de wereldbewoners in steden, maar de Verenigde Naties verwacht dat dat er in 2050 al twee op de drie zullen zijn.

Kortom, het wordt drukker en drukker in de stad. En dan zijn schoorstenen die roken als dieseltrucks simpelweg onhoudbaar. Mijn houtkachel gaat niet meer aan, en het wordt de hoogste tijd voor een verbod op die krenge.

Ir. Tonie Mudde (1978) is chef wetenschap bij de Volkskrant en studeerde luchtvaart- en ruimtevaarttechniek aan de TU Delft.



DE ZAAK

Dat een bestuursjaar voor wedstrijdvereniging DSWZ Broach zou leiden tot een eigen onderneming had Tomas te Velde nooit gedacht. Toch runt hij nu Suit-case, samen met zijn voormalig bestuursgenoten Daan de Wit, Marc Bolier en Bern Laninga.

“W e waren zo enthousiast over onze samenwerking in het bestuur dat we het zonde vonden het daarbij te laten”, zegt te Velde. In 2016 richtte het viertal daarom Suit-case op. Een organisatie die (semi)overheden en grote bedrijven helpt met conceptontwikkeling en projectmanagement. Voor Suit-case was het in de beginfase flink aftasten. “Zo rekenden we in eerste instantie geen tarief. De opdrachtgever bepaalde hoeveel ons advies waard was, maar dat bleek achteraf moeilijk en vooral heel ongemakkelijk”, lacht te Velde. Ze gooiden het roer om, openden een klein kantoor in Delft, kregen steeds meer opdrachten en kwamen in contact met Blue Turtles Associates, een organisatie die zich bezighoudt met vraagstukken over circulaire keteninnovatie. “En dat allemaal terwijl we nog studeerden”, aldus te Velde.

Dankzij Turtles ging het snel. De organisatie betrok Suit-case bij de ontwikkeling van maakfaciliteit TEC Factory. “Zie het als een soort Dreamhall 2.0”, schetst te Velde. “Een ruimte waar dreamteams, bedrijven en overheden samenwerken aan technische innovaties.” De Blue Turtles leveren de experts en Suit-case zorgt voor de innovatieve kracht en methodiek. De eerste grote opdracht was Trek-schuit 2.0. De groep moest een concept


ontwikkelen voor stille stadslogistiek via water. “Er zijn veel logistieke stromen die stiller en schoner kunnen, zoals afvalinzameling. Wist je bijvoorbeeld dat overal in Delft afval gescheiden wordt ingezameld, behalve in de binnenstad?”, vraagt hij. “Iedereen wil van Delft een schonere stad maken, maar dat is lastig. Zo is het vrijwel onmogelijk om ondergrondse containers te plaatsen in een historisch centrum. Dus waarom geen gebruikmaken van de Delftse grachten?” Het idee is volgens te Velde simpel. “Een elektrische praam in de gracht maakt het mogelijk om afval van één straat gescheiden in te zamelen. Dit

Bedrijf: Suit-case
 Oppericht in: 2016
 Studies: Bouwkunde, civiele techniek, industrieel ontwerpen en werktuigbouwkunde
 Werknemers: Fulltime (4) en parttime (4)
 Missie: Interessante concepten ontwikkelen die bijdragen aan een betere wereld.
 Omzet: “Afgelopen jaar zijn we in de buurt van een ton gekomen.”
 Doelgroep: (Semi)-overheden en grote bedrijven
 Over vijf jaar: “Snel doorgroeien en grotere projecten doen. We willen zo veel mogelijk mensen inspireren om buiten de gebaande paden te durven denken.”



Staannd: Tomas te Velde, Kito Samson. Zittend: Pieter Lenselink, Marc Bolier

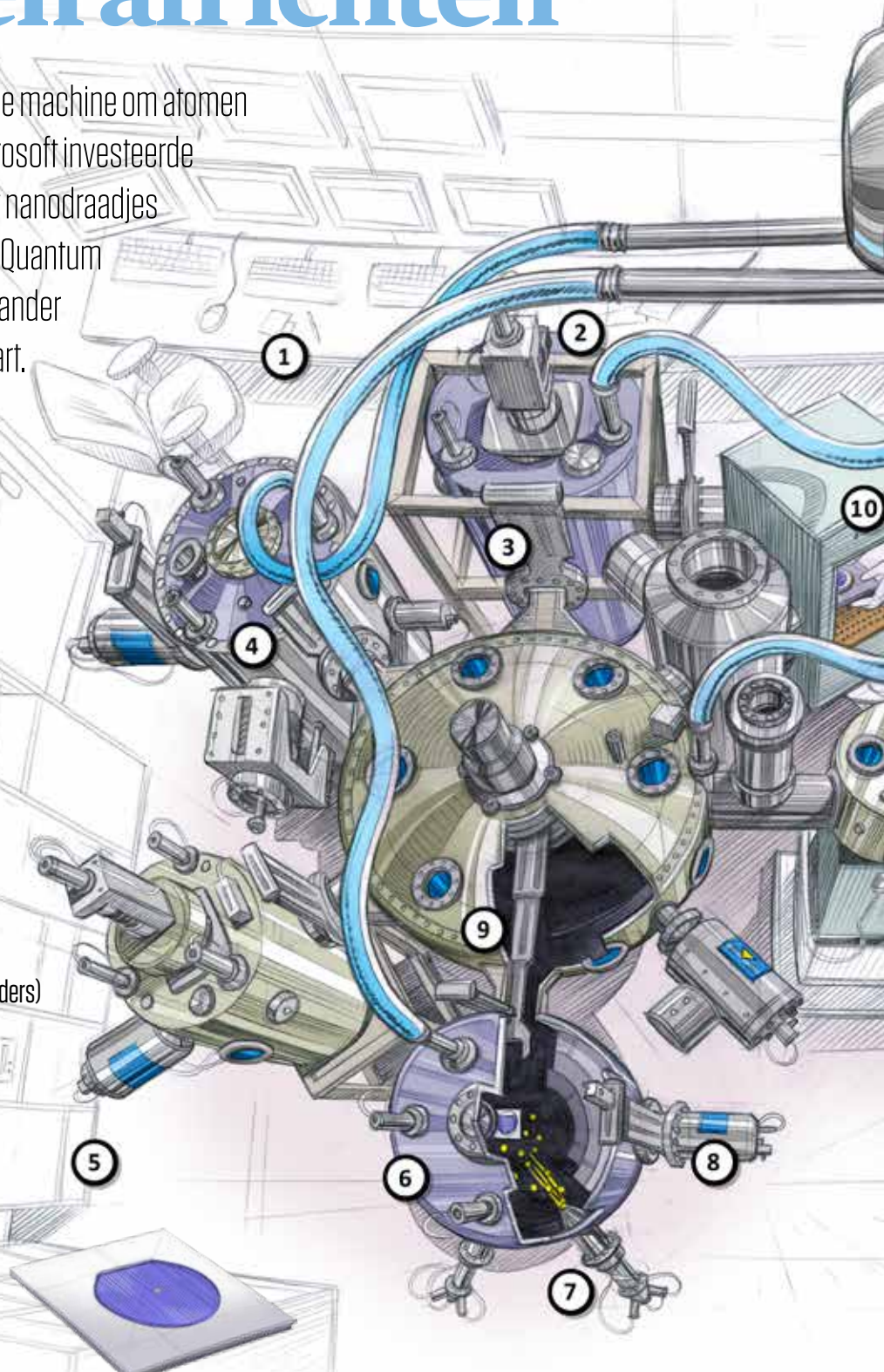
is een energieneutrale manier om het afvalprobleem op te lossen. Als dit werkt, willen we verder ontwikkelen. Je moet klein beginnen om een ambitie waar te maken.”

Aan ambities bij Suit-case geen gebrek, want de groep kijkt al verder dan Delft. “We hopen in Utrecht een soortgelijke proef te draaien, maar dan voor pakketbezorging. Hiervoor werken we samen met DHL. Ontzettend spannend, want we zetten nu zelf iets neer van idee tot concept. We weten dat we het kunnen, maar moeten het nu nog laten zien.” 

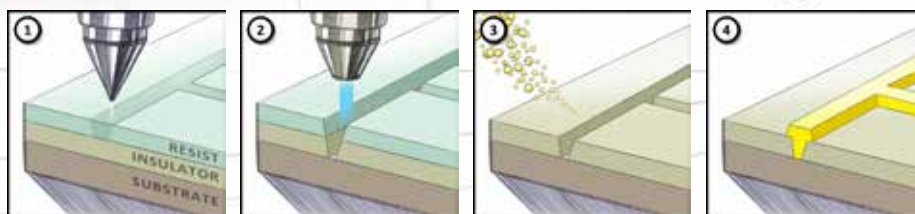
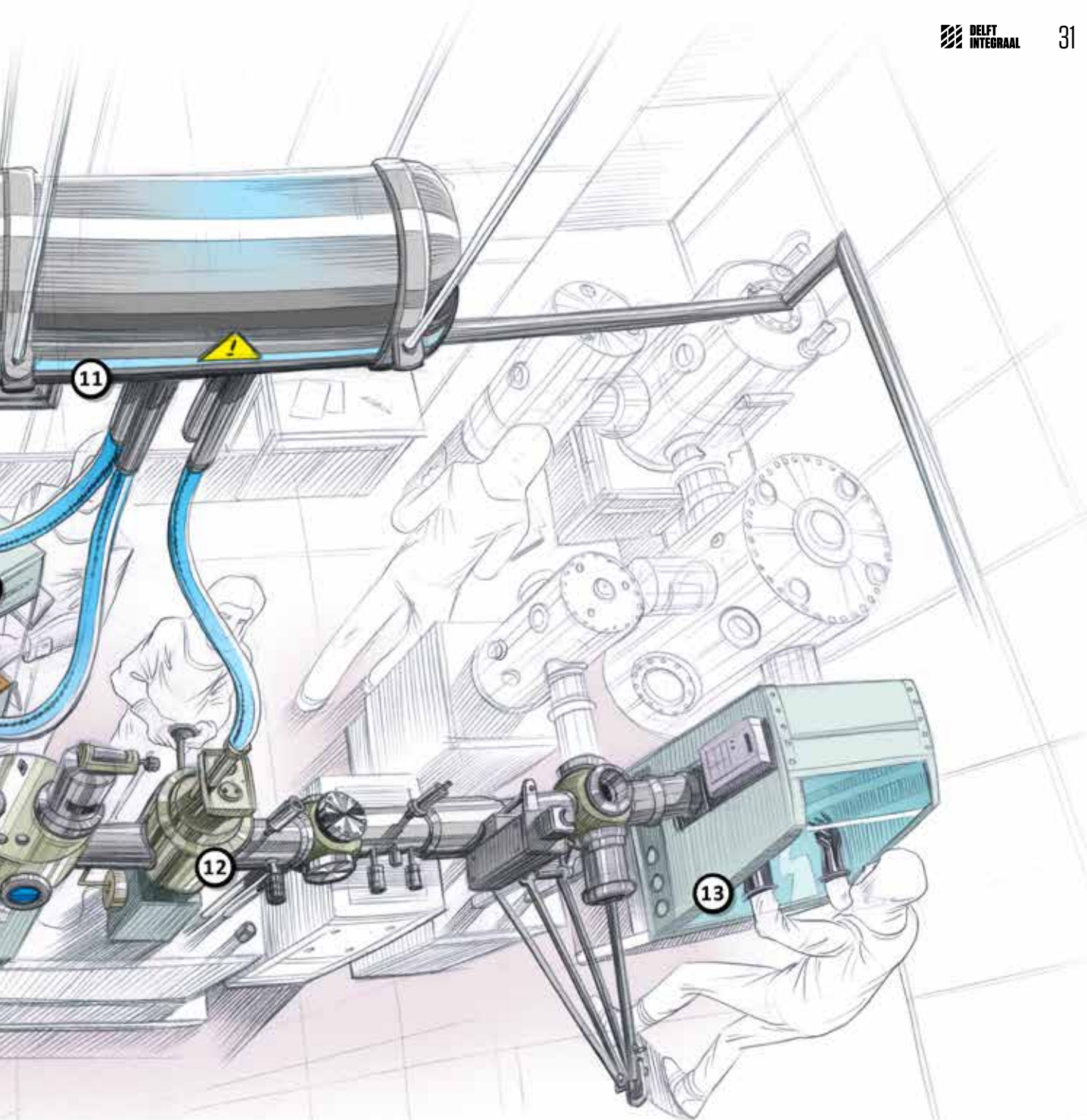
Atomen africhten

Het vergt een indrukwekkende machine om atomen in het gareel te dwingen. Microsoft investeerde miljoenen in het apparaat dat nanodraadjes fabriceert voor het Microsoft Quantum Lab Delft. Koning Willem-Alexander opende de faciliteit op 21 maart. Delft Integraal kreeg een rondleiding in het lab.

1. Controlepaneel
2. Depositiekamer 3
3. Afsluitbare doorgang
4. Depositiekamer 2 (voor supergeleiders)
5. Bedieningspaneel
6. Depositiekamer 1
7. Atoomkanon
8. Cascade van vacuumpompen
9. Robotarm
10. Laadstation
11. Stikstof tank
12. Omkeereenheid
13. Zuurkast



Nanodraad detail



1. Elektronenstraal tekent het patroon
2. Etsen van masker met plasma
3. Bombardement met een atoomstraal
4. Selectieve groei van nanokristal

>> Lees de begeleidende tekst op pagina 32

Vervolg van pagina 31

De MBE-machine (*molecular beam epitaxy*) is ondergebracht in een van de cleanrooms van het Van Leeuwenhoek Laboratorium. Het apparaat komt uit Finland, heeft miljoenen gekost en is essentieel voor de ontwikkeling van de quantumcomputer. Het heeft maanden geduurd voordat de installatie functioneerde.

Nu alles werkt, mogen we onder begeleiding van senior onderzoeker dr. Philippe Caroff een kijkje nemen. Zonder notitieblok, want dat geeft stof af. Gehuld in stofvrije jas, laarzen en handschoenen betreden we de ruimte die grotendeels gevuld is met roestvrij staal en regelkasten. De massieve MBE-machine produceert nanodraadjes van ongeveer 300 atomen (100 nanometer) breed en enkele microns lang, gemaakt van halfgeleiders zoals indium-arsenide.

BOUWSTENEN

Halfgeleider nanodraadjes in contact met een supergeleider zijn geschikte materialen voor majoranadeeltjes. Dat ontdekten prof.dr.ir. Leo Kouwenhoven en zijn team in 2011. Majorana's worden beschouwd als

kansrijke kandidaten voor quantum-bits of qubits - de elementaire bouwstenen voor van de toekomstige quantumcomputer.

Caroff en collega's proberen atomen te laten kristalliseren in precies gedefinieerde vorm en samenstelling. Maar een atoom laten kristalliseren is net zoiets als een hond leren te liggen. Je kunt het niet afdwingen, je moet verleiden. "We ontdekken de psychologie van atomen", vertelt Caroff. "We beginnen hun koppigheid te begrijpen."

'We ontdekken de psychologie van atomen, we beginnen hun koppigheid te begrijpen'

De MBE-machine produceert nanodraadjes en roosters door op zeer gecontroleerde wijze lange kristallen van halfgeleidermateriaal te laten groeien. Een elektronenstraal tekent het gewenste patroon in de beschermende laag op monokristallijn silicium. De elektronenstraal tast de bovenlaag aan waardoor na etsen het onderliggende silicium bloot komt te liggen. Dit materiaal met bekende kristaloriëntatie

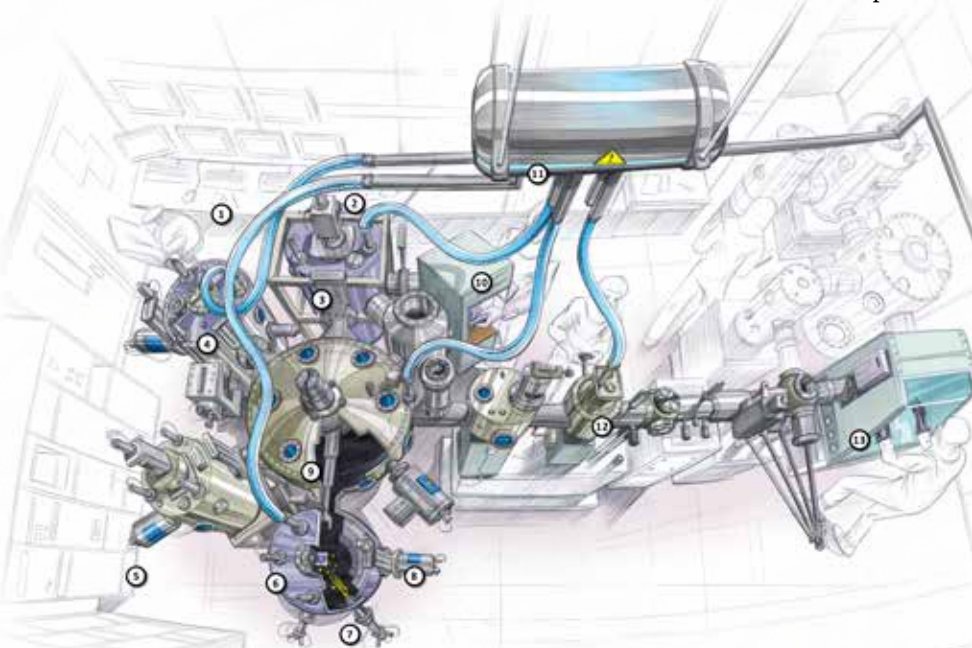
dient als maagdelijke basis voor halfgeleider nanodraadjes die in de vorm van het getekende patroon moeten groeien.

Maar dat gebeurt niet zomaar. Zo is er een extreem hoog vacuüm vereist. Binnen de machine is er net zo weinig lucht als tussen de planeten. Een rondvliegend atoom stuit pas na gemiddeld vijftig kilometer op een ander atoom. Vandaar dat rubber of vet, dat normaal voor afdichtingen gebruikt wordt, hier taboe zijn. Het zou teveel verdampen.

KANONNEN

Een andere uitdaging is de instandhouding van de extreme temperatuurverschillen in de machine. De kanonnen die de atoomstralen opwekken, worden flink heet gestookt. Maar nog geen meter verderop heersen cryogene omstandigheden om de atomen te laten nestelen op het silicium. Duizend liter vloeibare stikstof per dag zijn nodig om de temperaturen en het vacuüm binnen de MBE op orde te houden.

"We brengen materialen samen die elkaar in de natuur niet opzoeken", zegt Caroff. "Daarom worden halfgeleiders en supergeleiders in verschillende kamers opgedampt. Een robot verzorgt het transport tussen de verschillende productiefasen." <<



Na Delft

Adviseur bouwmanagement Gideon Goedhart wil dat de traditionele bouwsector uit zijn comfortzone stapt. Zijn rol als projectmanager bij museum Voorlinden in Wassenaar noemt hij zijn grote doorbraak.

Als kind speelde hij al graag in woningen in aanbouw. Het moge duidelijk zijn waar Goedharts affiniteit met de bouw vandaan komt. Hoewel hij twijfelde over luchtvaart- en ruimtevaarttechniek, koos hij voor bouwkunde omdat hij het leuk vond om dingen te creëren. “Net als bijna iedereen die bouwkunde gaat studeren, dacht ik architect te worden”, zegt hij. “Uiteindelijk had ik meer met de organisatorische kant van bouwprojecten.”

Hij studeerde af bij de vakgroep projectmanagement. Zijn thesis getiteld ‘Knowledge Sharing in Free Form Building Design’ gaat over het zodanig inrichten van het ontwerpproces dat de traditionele bouwsector uit zijn comfortzone stapt en anders durft te werken. Anders dan vooral rechthoekig bouwen, zonder krommingen. Een van zijn case studies was van de architect Frank Gehry, bekend om zijn vrij vormgegeven gebouwen zoals het Guggenheim Museum in Bilbao. “Wat Gehry doet, is een stuk klei modelleren in de vorm die hij mooi vindt”, legt Goedhart uit. “Daarna scant hij het, bewerkt hij het digitale model en maakt hij er een gebouw van.”

Om dit op een originele manier tastbaar te maken, benaderde Goedhart stiekem toenmalig rector Jacob Fokkema met de vraag of hij diens hoofd mocht inscannen voor een 3D-print. Dat was in 2004 een unicum. Fokkema ging akkoord.



Naam: Gideon Goedhart
Woonplaats: Leiden
Burgerlijke staat: Gehuwd, zoon, dochter
Opleiding: Bouwkunde
Studievereniging: Delftsche Studenten Bond (DSB)

Goedharts afstudeermentoren waren verbluft tijdens zijn afstudeerpresentatie. Het vak leerde hij daarna pas echt kennen bij ingenieursbureau DHV, waar hij van 2005 tot 2012 als projectmanager werkte. Een van zijn projecten was de Koningin Máximakazerne op Schiphol. “Wij deden de directievoering en zagen er op toe dat de aannemer zijn werk goed deed. Ik vind het een must voor studenten dat zij zien hoe ontwerpprocessen voor aannemers uitpakken.” Zijn rol als projectmanager en directievoerder bij de realisatie van Museum Voorlinden in Wassenaar noemt hij zijn persoonlijke doorbraak. Het ambitieuze project leerde hem buiten de gebaande paden te lopen. “Bij Voorlinden kreeg ik de kans mezelf te

ontwikkelen met cursussen bij de Rotterdam School of Management en Nyenrode.” Want ondanks zijn brede basis aan de TU, die goed aansloot bij zijn praktijk, miste hij aandacht voor vaardigheden als leiderschap. Zijn bestuursjaar voor de Delftsche Studenten Bond compenseerde dat voor een groot deel.

In 2016 stapte hij over naar ingenieursbureau ABT. Daar geeft hij sturing aan grote, uitdagende projecten zoals een ondergrondse fietsenstalling met hoogbouw bij Den Haag CS en de herontwikkeling van het hoofdkantoor van een olie- en gasgigant. Zijn houvast is een quote van Virginia Rometty (algemeen directeur van IBM): “*You have to feel comfortable with being uncomfortable; if you’re not uncomfortable you don’t learn.*” 

Kunnen algen vliegtuigen redden?

Onderzoekers ontwikkelen nieuwe coatings met eencellige algen. Deze moeten corrosie in aluminium vliegtuigonderdelen voorkomen.

TEKST: TOMAS VAN DIJK FOTO: SAM RENTMEESTER



Universitair hoofddocent Santiago Garcia (links) en promovendus Paul Denissen gebruiken algen om roestwerende coatings te maken.

“**E**n hier zijn onze huisdieren. Het zijn er duizenden.” Promovendus Paul Denissen geeft een rondleiding door het lab van Novel

Aerospace Materials, een onderzoeksgroep die zijn naam eer aandoet. De ‘huisdieren’ waar Denissen het over heeft, zijn diatomeeën (of kiezelwieren), een familie van eencellige algen. De promovendus pakt een glazen bakje met troebel zeewater van de vensterbank. Hij en zijn begeleider, universitair hoofddocent Santiago Garcia,

gebruiken de algen om een revolutionair nieuw type roestwerende coatings te maken.

Kiezelwieren hebben de unieke eigenschap dat ze zeer geordende holle, porieuze exoskeletonen van silica vormen, zogenoemde frustules. Een typische frustule bestaat uit twee symmetrische zijden en vormt een ‘pillendoosstructuur’. Kiezelwieren trekken de laatste tijd veel aandacht in het biomedische vakgebied, vanwege hun beschikbaarheid, hun morfologische kenmerken en hun potentiële toepassing als dragers voor geneesmiddelen.

Maar ze staan niet alleen op medisch terrein in de belangstelling. Bij Novel Aerospace Materials gebruiken de onderzoekers de microalgen als dragers van corrosieremmers. Deze remmers zijn chemische stoffen die bij toevoeging aan een vloeistof of gas de corrosiesnelheid van metalen verminderen.

KANKERVERWEKKEND ZOUT

Een berucht voorbeeld van een corrosieremmer is chroom-6. Dit zout is uiterst effectief, maar ook kankerwekkend. Vanwege de toxiciteit is chroom-6 in de EU verboden. Er is één

uitzondering. Chroom-6 is toegestaan in situaties waarin goede alternatieven ontbreken, zoals bij corrosiepreventie in vliegtuigen. De TU Delft onderzoekt hoe ze de externe skeletten van kiezelwieren kan gebruiken bij de ontwikkeling van een milieuvriendelijk alternatief.

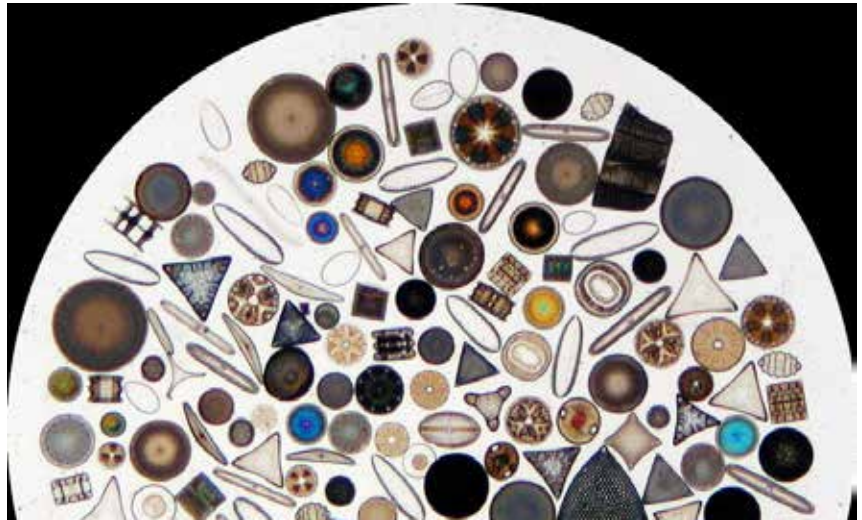
Chroom-6 is een zogeheten actieve corrosieremmer. Wanneer een met chroom-6 behandeld oppervlak beschadigd raakt, bijvoorbeeld door krassen, komen er chroom-6-ionen vrij. Deze vormen vervolgens een dun laagje chroomoxide op het blootgelegde metalen oppervlak, waardoor verdere corrosie wordt voorkomen.

Er zijn alternatieve, milieuvriendelijkere corrosieremmers die eveneens goed in staat zijn een beschermende laag te vormen. Neem bijvoorbeeld de

'We constateerden volledige bescherming tegen corrosie, ook na 30 dagen blootstelling'

ceriumzouten waarmee de onderzoekers al jaren experimenteren. Deze alternatieve remmers verschillen echter in zoverre van chroom-6 dat ze maar één keer oxideren en de beschermingslaag niet blijvend is. Voor langdurige bescherming is daarom permanente afgifte van deze remmers vereist. En daar verschijnen de diatomeeën ten tonele.

Als je de exoskeletten vult met de alternatieve corrosieremmers en de geladen frustules toevoegt aan de grondverfcoating, voorkomt de pillendoosstructuur de ongewenste chemische reactie tussen remmer en coating, redeneerden de Delftse onderzoekers. Daarbij komt dat de poriën de directe en blijvende afgifte van deze remmers mogelijk maken als de beschermingslagen beschadigd raken en het metaaloppervlak blootgelegd wordt. De frustules of 'algenschelpen' zijn gemakkelijk en tegen geringe kosten te verkrijgen. Je kunt diatomeeën



Verschillende soorten diatomeeën. Foto: Wikipedia

kweken in bioreactoren. Maar je kunt ook grond gebruiken die bestaat uit de fossiele resten van diatomeeën. Diatomeeën uit deze aarde worden vaak gebruikt als filtreermiddel en als mild schuurmiddel in producten en tandpasta. De onderzoekers experimenteren nu met diatomeeënaarde. Een nadeel van dit materiaal is dat de meeste micro-algen in stukjes gebroken zijn en dat complete skeletten niet van dezelfde soort zijn en daardoor niet dezelfde vorm en grootte hebben.

VEELBELOVEND

Toch lijken de voorlopige uitkomsten van de experimenten met diatomeeënaarde veelbelovend. De onderzoekers hebben een test uitgevoerd waarbij ze krassen van één millimeter breed op monsters van vliegtuigaluminium hebben aangebracht en die vervolgens hebben behandeld met verschillende experimentele 'algencoatings'. De monsters zijn daarna blootgesteld aan een zeer corrosieve omgeving. "We constateerden volledige bescherming tegen corrosie, ook na 30 dagen blootstelling. Slechts een paar alternatieve oplossingen komen zo dicht in de buurt van de resultaten die we met chroom-6 behalen", aldus Denissen. De volgende stap in het proces wordt de keuze van één specifieke diatomeesoort met de optimale vorm,

grootte en nanoporiën, om die te gaan kweken als vervanger van de diatomeeënaardekorrels met hun enorme variëteit in vormen en groottes. "Daarvoor moeten we in het lab een bioreactor installeren", vertelt Garcia. "Ook gaan we samenwerken met marien biologen die hier stage lopen." Toch zijn er nog veel horden te nemen voordat de diatomeeën definitief zijn opgenomen in coatings. Denissen: "Het ministerie van Defensie eist dat wordt aangetoond dat een alternatieve methode 20 jaar bescherming biedt aan militair materieel, maar er bestaan geen goede manieren om het proces te versnellen en in korte tijd te evalueren en valideren." Daar komt bij dat veel tests waarmee de werkzaamheid van nieuwe coatingmaterialen wordt beoordeeld, specifiek ontworpen zijn voor chroom-6. "Het is geen gelijk speelveld. Het betekent dat je moet bewijzen dat je alternatieve coating zich net zo gedraagt als chroom-6, niet per se dat hij adequate bescherming biedt."

Toch wachten vliegtuigbouwers niet langer totdat coatingproducenten het chroom-6 hebben vervangen, maar zijn ze nu ook actief begonnen hun eigen oplossingen te ontwikkelen. De onderzoekers van de TU Delft staan midden in die ontwikkelingen. <<

‘Iets voor een ander doen, is vet cool’

Na een carrière bij onder meer McKinsey, houdt TU-alumnus Mickey Huibregtsen zich nu vooral bezig op het maatschappelijke vlak. En met het overdragen van zijn kennis en ervaring aan volgende generaties.

TEKST: AGAATH DIEMEL FOTO: GUUS SCHOONWILLE

Na zijn afstuderen en diensttijd bij de marine, trad Mickey Huibregtsen in dienst bij de Verenigde Machinefabrieken Stork-

Werkspoor (VMF). Een van zijn eerste opdrachten was zeventig monteurs begeleiden bij de bouw van een marinerefregat. Met zijn kennis van partiële differentiaalvergelijkingen oogstte hij daar aanvankelijk weinig respect. “Dat veranderde toen we bij windkracht 11 een proefvaart gingen maken”, herinnert hij zich. “Tedereen was doodziek, behalve ik. Ik werd niet zeeziek en kon tegen alcohol: in één dag was ik een natuurlijk leider geworden.”

Op zijn 27ste was hij al general manager van de gasturbinedivisie, maar hij wilde niet in de voetsporen treden van zijn eigen leidinggevende. Daarom solliciteerde hij bij organisatieadviesbureau McKinsey & Company. “Daar vroegen ze mensen die over water konden lopen, dat sprak me wel aan.”

Huibregtsen bleef bijna dertig jaar bij McKinsey: “Ik werkte met interessante mensen aan interessante problemen. Ik adviseerde 45 van de 50 grootste bedrijven in Nederland, de helft van de departementen en de helft van de academische ziekenhuizen. Dat kon in die tijd nog; nu zijn al die adviseurs erg gespecialiseerd.” Vanaf zijn 55ste trok hij zich langzaam terug. “Ik realiseerde me

dat het in het belang van de firma was, als mensen niet te lang bleven.”

SPORT

Niet om achter de geraniums te belanden: Huibregtsen verschoof zijn inspanningen naar het maatschappelijke middenveld. Nog in zijn McKinsey-tijd was hij acht jaar lang bestuurder van het Olympische comité NOC*NSF. Zelf vroeger een fanatiek sporter – hij was ooit nationaal squashkampioen bij de veteranen en speelde zes jaar lang hoofdklasse hockey bij de Delftse Studenten Hockeyclub – heeft hij ook oog voor het maatschappelijk belang van de sport. “Sport is een ideaal platform om maatschappelijke waarden te ondersteunen”, vindt Huibregtsen. Naast de sport volgde de wetenschap, onderwijs, gezondheidszorg en politiek. “Ik heb een universele belangstelling.”

PUBLIEKE ZAAK

Huibregtsen zet zich al jaren in voor meer burgerbetrokkenheid. Samen met oud-minister Pieter Winsemius zette hij hiervoor De Publieke ZaaK op, een vereniging voor maatschappijvernieuwing. “Mensen is tientallen jaren verteld dat ze rechten hebben, maar nooit dat ze ook plichten hebben. We willen een mindset creëren dat zelf initiatief nemen en iets voor een ander doen eigenlijk ‘vet cool’ is.” Dat wordt bijvoorbeeld duidelijk op MaatschapWij.nu,

een inspiratieplatform voor een socialer en duurzamer Nederland.

SAMENLEVING VERANDEREN

Behalve de burger moeten volgens Huibregtsen ook de instituties in de samenleving veranderen. “De meeste instituties, zoals de politiek, hebben hun glans verloren. We moeten ze tegen het licht houden en kijken of we ze opnieuw kunnen uitvinden”, zegt hij. “Grote ondernemingen zijn ook maatschappelijke instituties. Het is absurd om de aandeelhouderswaarde als enige maatstaf voor hun presteren te nemen.” De politiek verwijt hij gebrek aan lef. “We hebben een overheid nodig die richting geeft en inspireert, in plaats van stuurt en controleert.”

MEER WIJ

Binnenkort verschijnt zijn publicatie ‘Meer Wij’, over samenwerken in de 21ste eeuw. “Uit onderzoek blijkt dat driekwart van de ondervraagden verwacht dat ze tenminste 35 procent productiever zijn als ze meer samenwerken in hun eigen omgeving”, zegt Huibregtsen. “Als je daarnaast de samenwerking tussen ondernemingen en tussen sectoren weet te vergroten, kunnen de effecten enorm zijn.”

ONDERWIJS

Ook het onderwijs ziet Huibregtsen de komende jaren ingrijpend veranderen. “Klassikaal onderwijs gaat voor de helft



Mickey Huibregtsen: "College volgen is verspilde tijd voor studenten. Slechts een op de tien docenten is entertaining genoeg om dit de moeite waard te maken."

van de leerlingen te snel en voor de andere helft te langzaam", stelt hij. "Geef kinderen de verantwoordelijkheid voor hun eigen ontwikkeling, dan zal 99 van de 100 uit zichzelf hard werken." Hetzelfde geldt voor universitair onderwijs. "College volgen is verspilde tijd voor studenten. Slechts een op de tien docenten is entertaining genoeg om dat de moeite waard te maken. Het *flipped classroom*-model is al een grote verbetering, maar ik denk dat in de toekomst mensen veel meer individueel en in hun eigen tempo hun zelf samengestelde vakkenpakket zullen volgen."

INGENIEURSEXAMEN

Toevallig was zijn eigen studie in Delft behoorlijk individueel: "Ik studeerde technische mechanica, een opleiding die maar heel even heeft bestaan. We hadden meer hoogleraren dan studenten." Zijn ingenieursexamen kan hij zich nog levendig herinneren. "Ik werd drie uur lang ondervraagd over alle vakken die ik vanaf het eerste jaar gehad had. Daar heb ik jaren dag en nacht voor gestudeerd." En daar bleef het niet bij: "Ik ontwierp een tankwagen, die

destijds daadwerkelijk gebouwd is en op Schiphol rondrijdt. Ook ontwierp ik een Fokker met een onderliggende vleugel, maar die is nooit gebouwd." Na zijn studie volgde zijn dienstplicht bij de Koninklijke Marine. "Na zeven weken training werd ik als aspirant-reserve-officier teruggestuurd naar Delft. Bij TNO heb ik toen gewerkt aan de sterkteberekeningen van een onderzeeboot en ook die is destijds gebouwd."

INSPIRERENDE DIALOGEN

Zijn contacten met de universiteit zijn warm gebleven. Als 'Goede Vriend' van het Universiteitsfonds Delft draagt Huibregtsen financieel bij aan de talentontwikkeling van jonge mensen, en hij deelt ook graag zijn ervaringen met studenten. In februari was hij te gast bij 'Inspiring Dialogues', een serie interactieve interviews met alumni, speciaal voor studenten. "Ik vind het zonde om als je mijn leeftijd hebt bereikt en veel ervaring hebt, die niet continu te delen met jonge mensen. Daar mogen ze mee doen wat ze willen: het gaat om het delen van ideeën en het aansporen tot zelfontwikkeling." <<

Bent u geïnspireerd door dit verhaal? En wilt u ook de mogelijkheden tot blijvende betrokkenheid bij de TU Delft verkennen? Dan komen we graag met u in contact. Stuur een email naar alumrelations@tudelft.nl.

Wilt u net als Mickey Huibregtsen financieel bijdragen aan de talentontwikkeling van studenten? Voor meer informatie kunt u contact opnemen met Machteld von Oven, Relatie Manager 'Goede Vrienden', Universiteitsfonds Delft, via m.w.vonoven@tudelft.nl of +31 6 8106 0919.

ALUMNI NIEUWS

Alumni Activiteiten

4 april

- TU Delft Health College: een blik op kanker
- Satellites Alumni Backstage Tour

11 april

- TBM / Arachnion alumni event
- Alumni event Brussel

9 mei

- Green Village Alumni Backstage Tour
- Alumni event 'Landmeten in Mesdagtijd'
Den Haag

4 juni

- TU Delft for Life | Xperience Day

27 juni

- Robotics Alumni Backstage Tour

Aanmelden kan via de alumni community
TUDelftforLife.nl of via de website
alumni.tudelft.nl.

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. Breidt uw netwerk uit, kom in contact met oud studiegenoten en blijf op de hoogte van het laatste nieuws en evenementen. Aanmelden via tudelftforlife.nl. U kunt hier ook (adres) gegevens of communicatievoorkeuren wijzigen.

Save the date | 4 juni 2019

Benieuwd naar wat er allemaal gebeurt op de universiteit? Kom naar de TU Delft for Life | Xperience Day op dinsdag 4 juni 2019. Deze dag is exclusief voor Delftse alumni en relaties van het Universiteitsfonds Delft.

U krijgt een unieke inkijk in de meest recente innovatieve student- en onderzoeksprojecten. Het programma bestaat uit diverse verdiepende tours in de middag, gevolgd door een plenaire sessie waarin de Alumnus van het Jaar 2019 wordt bekendgemaakt. In de avond zijn er onder meer thematische

master classes, onder het motto 'life-long learning'.

Kijk voor meer informatie op de website: alumni.tudelft.nl/xperienceday.

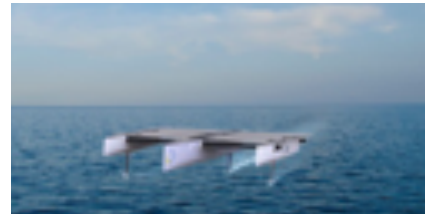
We hopen u te verwelkomen op deze inspirerende dag!

Van 2 tot 6 juli 2019 neemt het Delftse Solar Boat Team deel aan de grootste

Dreamteam Solar Boat gaat voor winst in Zuid-Frankrijk. Help mee en doneer voor de nieuwe trailer

internationale competitie en het WK voor zonneboten: de Solar & Energy Boat Challenge in Monaco. Voor het eerst wordt er geracet op open zee. Daarvoor heeft het team een grotere boot ontworpen, rekening houdend met nieuwe situaties, zoals hoge golven en wind.

Het team heeft de financiën voor een groot deel rond en de boot wordt op dit moment gebouwd. Maar er zit nog een kink in de kabel en daarom doen we een beroep op u. De boot moet namelijk vervoerd worden naar Zuid-Frankrijk. Daarvoor is een tweede trailer nodig,



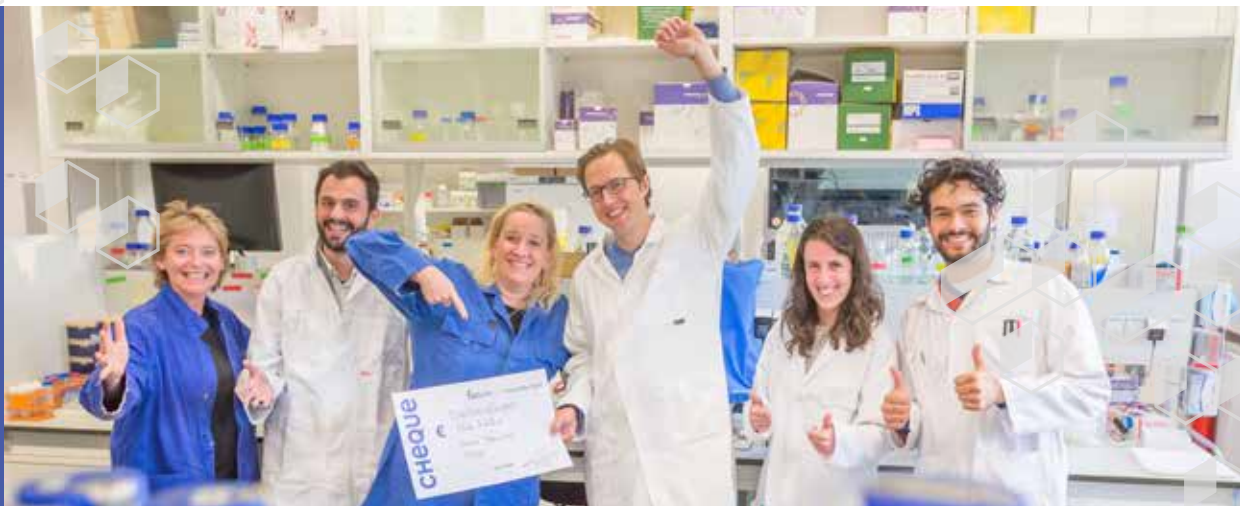
die in totaal 5250 euro kost. Wilt u bijdragen? Dat kan via het crowdfunding-platform van het Universiteitsfonds Delft. Doe ook mee en ga naar supporttudelft.nl/solarboat

Alumni Backstage Tours 2019

Ook dit jaar biedt de TU Delft speciaal voor haar alumni tours aan op de campus. Kijk in de keuken op het gebied van Satellites, Robotics of The Green Village. De tours starten om 16:00 uur en worden afgesloten met een drankje

bij Café X (voorheen Sport & Cultuur). U kunt zich inschrijven via de online alumni community TUDelftforLife.nl of via de website: alumni.tudelft.nl.

Tour	Satellites	The Green Village	Robotics
Data	04/04 en 26/09	09/05 en 24/10	27/06 en 18/11
Duur	1,5u	1u	1,5 a 2u
Wat krijg je te zien?	Bezoek aan o.a. vliegtuighal, cleanroom, groundstation en dreamteam Dare	De nieuwste ontwikkelingen in het 'levende laboratorium' op het gebied van duurzaamheid, auto als energiecentrale, slimme lantaarnpalen, etc.	Van zelfrijdende auto's tot drones en van 3D-printers tot verzorgende robots in verpleeghuizen.



DE EERSTE FAGENBANK VAN NEDERLAND

Dankzij alumni van de faculteit TNW en donateurs van het Universiteitsfonds hebben dr.ir. Stan Brouns en zijn team een donatiescheque met het prachtige bedrag van €144.248 mogen ontvangen ten behoeve van het bacteriofagenonderzoek. Het komende half

jaar zullen Stan en zijn team hard werken om de fagenbank uit te breiden met fagen tegen de meest voorkomende bacteriële infecties.

www.universiteitsfondsdelft.nl/bacteriofagen

“We kunnen aan de slag! We staan aan het begin van de eerste fagenbank in Nederland, en we krijgen nu al verzoeken”

Stan Brouns

ALGORITMES TEGEN ALZHEIMER



De onderzoeksgroep van prof.dr.ir. Marcel Reinders verbonden aan de faculteit EWI is met iets bijzonders bezig. Samen met het Alzheimercentrum Amsterdam, Amsterdam UMC werken zij aan een unieke aanpak tegen alzheimer. De groep vergelijkt het erfelijk materiaal van mentaal gezonde honderdjarigen met mensen die alzheimer krijgen. In Amsterdam ligt de nadruk op de biologie, de patiëntenkant en de dataverzameling. De analyse van de data wordt gedaan in samenwerking met de TU Delft. Het Universiteitsfonds ondersteunt baanbrekend onderzoek met grote maatschappelijke impact, zoals het onderzoek van Reinders.

Helpt u mee? Met uw financiële steun wordt het onderzoek versneld en kan er gewerkt worden met de nieuwste data-analyse technieken.
www.universiteitsfondsdelft.nl/alzheimer



Het lab van...

Fietslab, 3mE

Jelle de Haan zit in de afstudeerfase van zijn master biomedical engineering. Op de foto monteert hij krachtsensoren voor het project *passive bicycle rider identification*. “Doel is de interactie tussen fiets en bestuurder beter te begrijpen. Dan kunnen we betere fietsmodellen maken, waarmee we de veiligheid verhogen en het aantal ongelukken kunnen verminderen, vooral voor de e-bike. Die is populair onder oudere mensen, maar zij zijn niet altijd in staat om op hoge snelheden te fietsen. Opvallend is dat het bij e-bikes vaak gaat om enkelvoudige fietsongelukken: mensen die omvallen zonder dat ze in botsing zijn gekomen met andere weggebruikers. Dat moeten we kunnen verminderen.”