



DELFT **Nr. 1** | MRT 2017 | JAAR-GANG 34
INTEGRAAL | TU Delft

STEFANIE TSEGGAI
'Afrikanen hebben minder, maar delen meer'

ZELFRIJDENDE AUTO'S
Braafheid kan gevaarlijk zijn

AUTONOOM VAREN
De robot stoomt op



THEMA

Serendipiteit

De rol van toeval in de wetenschap

Cover:

Je bent binnen in de meetkamer van de windtunnel, maar het klinkt er als een leeg weiland buiten omdat er bijna geen geluid terugkomt. De meetkamer is nog niet af. Er komt nog een tafel waarop de proefstukken worden gemonteerd. Dan kunnen de aero-akoestische metingen beginnen. (Fotograaf Sam Rentmeester)

REDACTIONEEL
Saskia Bongers

Serendipiteit

“Zijn er vindingen die niet uit serendipiteit voortkomen?” Die wedervraag kreeg ik van een lid van onze wetenschappelijke adviesraad, toen ik vroeg om voorbeelden van vindingen die per toeval gedaan zijn. Het antwoord op zijn vraag is moeilijk te geven, afgaande op wetenschappelijke publicaties en proefschriften. In het artikel ‘Bermbloempjes en bijvangst’ over de levenslange fascinatie voor serendipiteit van Pek van Andel staat waarom: onderzoekers rationaliseren hun toevalsvindingen. Ze trekken een rechte lijn van vraag A naar eindresultaat Z en ontnemen ons zo het zicht op het kronkelige pad dat ze in werkelijkheid hebben bewandeld. Dat is om twee redenen jammer. Ten eerste omdat verhalen over toevallige ontdekkingen tot de verbeelding spreken. Neem de ontstaansgeschiedenis van de

magnetron, mét Delftse connectie, die is verstript door illustrator Stephan Timmers: u heeft dit keukenapparaat in huis dankzij een reep toevallig gesmolten chocolade. En wat te denken van de temperatuursensor die prof.dr.ir Kofi Makinwa probeert te verkopen aan een chipfabrikant? Die was er nooit geweest als hij had vastgehouden aan zijn oorspronkelijke plannen. Een tweede reden waarom serendipiteit in de schijnwerpers moet, is om iedereen ervan te doordringen dat je het toeval kunt afdwingen. ‘Happy accidents’, zoals studenten industrieel ontwerpen hun toevallige vindingen noemen, ontstaan door een open blik. Of zoals quantummechanicus ir. Floris Kalff het in de ‘Visie’ zegt: “Je moet bereid zijn om ‘gekke’ gedachtes uit te werken.”

Saskia Bongers,
hoofdredacteur a.i.

pagina 07

Thema Serendipiteit



KORT DELFTS
04

WETENSCHAP
Autonoom crashen
24

HET PATENT
28

COLUMN
Tonie Mudde
29

PERSOONLIJK
30

NA DELFT
Allard Droste
31

HORA EST
34

DE ZAAK
Marijke Vuik, Doerak
35

REPORTAGE
Wandelen door Delft
36

ALUMNIEUWS
38

COLOFON

Coverfoto Sam Rentmeester
Redactie Saskia Bongers (hoofdredacteur a.i.),
Dorine van Gorp, Katja Wijnands (eind-
redactie), Tomas van Dijk,
Sam Rentmeester (beeldredacteur),
Connie van Uffelen, Jos Wassink
Telefoon (015) 278 4848,
e-mail delftintegraal@tudelft.nl
Medewerkers aan dit nummer
Auke Herrema, Tonie Mudde,
Stephan Timmers, Roos van Tongeren.
Ontwerp Jelle Hoogendam
Vormgeving Liesbeth van Dam
Druk Quantes
Abonnementsadministratie
delftintegraal@tudelft.nl
Advertentie H&J Uitgevers, (010) 451 5510

20

Stefanie Steggai

'Dit is geen eenzijdig ontwikkelingswerk'

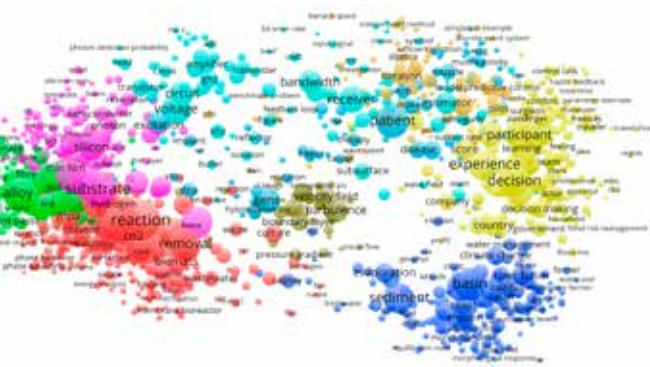


20

36

Wetenschappelijke trends

Wat is hot en wie doet het met wie?



Autonome roboten

Schepen worden slimmer



26

KORT DELFTS



Zebrastrepen

Het idee dat gradiënten in eiwitconcentraties tot natuurlijke patronen kunnen leiden, werd al in 1952 geopperd door de computerpionier Alan Turing. Strepen van een zebra zijn daarvan een voorbeeld. Ruim zestig jaar later heeft dr. Yaron Caspi in het Cees Dekkerlab het dynamisch

gedrag van eiwitten in een gesloten ruimte gefilmd. Dat leidde in november 2016 tot een publicatie van het Kavli Instituut voor Nanoscience in eLIFE. Voor prof.dr. Cees Dekker is die dynamiek van belang in zijn onderzoek naar de kunstmatige levende cel. delta.tudelft.nl/32503



Kunsthand

Bijna alle arm- en handprothesen kosten teveel kracht om te bedienen, merkte dr. Mona Hichert tijdens haar promotieonderzoek bij de faculteit 3mE. Het gevolg is dat bijna de helft van de gebruikers de prothese na een tijdje afdankt. Esthetische prothesen die er uitzien als een hand vragen over het algemeen meer kracht dan grijperachtige constructies. Ingenieurs zouden volgens Hichert prothesen moeten ontwerpen die minder kracht kosten, en revalidatieartsen zouden eerst moeten meten hoeveel kracht iemand routinematig kan leveren, voordat ze een prothese voorschrijven.

Foto: Sam Rentmeester
delta.tudelft.nl/32822



Bouwen met glas

‘Dik glas is onze baby’, zeggen Faidra Oikonomopoulou en Telesilla Bristogianni over het bouwen met glas in 3D. De promovendi wonnen de Innovatieprijs van de Society of Façade Engineering voor de uitvoering van de glasfaçade voor een winkel in de P.C. Hooftstraat in Amsterdam, ontworpen door MRVDV Architecten. Prof. Rob Nijssse en dr. Fred Veer maakten het structurele ontwerp. De promovendi inspecteerden voor dit project ruim zeventuizend glazen baksterijen met de hand.
delta.tudelft.nl/32760

Foto: Marcel Krigger

Run op fixusopleidingen

De TU zal komend collegejaar zo’n negenhonderd eerstejaars studenten moeten teleurstellen. De studie van hun keuze zit vol. Voor de vier opleidingen met een numerus fixus is veel meer animo dan de universiteit aankan. Bij Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek (L&R) meldde zich een recordaantal van 932 mensen voor 440 plaatsen. Klinische technologie telt er 310 voor 100 beschikbare plekken en nanobiologie 159 voor 100 plaatsen. Bij industrieel ontwerpen willen 485 eerstejaars aan de slag, terwijl er maar 350 terecht kunnen.

Directeur onderwijs L&R Aldert Kamp: “Laat er maar duizend studenten komen, dan kunnen we de goede er met de juiste selectietruc uit vissen.”

delta.tudelft.nl/32787

Geld voor Kavli instituut

Het Kavli Instituut ontvangt de komende tien jaar jaarlijks 200 duizend dollar (190 duizend euro) extra van de Kavli Foundation. De TU Delft draagt hetzelfde bedrag bij. De financiële aanvulling is vrij te gebruiken voor onderzoek en activiteiten. Het Delftse Kavli Instituut voor Nanoscience omvat de instituten voor quantum nanoscience en bionanoscience. Het onderzoek wordt sinds 2004 gesteund door de Amerikaanse Kavli Foundation. “Met deze bijdrage kunnen we postdoctorale fellowships realiseren, vooral op het snijvlak tussen bio-nanowetenschap en quantum-nanowetenschap”, aldus co-directeur Lieven Vandersypen.

delta.tudelft.nl/32824

Adem doorgelicht

In je adem zitten stoffen die iets vertellen over je gezondheid. Suikerziekte, astma, maag- en darmziekten en sommige soorten van kanker zouden allemaal via de adem kunnen worden waargenomen. Alleen zijn de huidige gasanalyse apparaten daar te groot en te duur voor. Dr. Adonis Reyes Reyes ontwikkelde bij de faculteit TNW een prototype ademanalyse apparaat gebaseerd op absorptie van een infrarood licht van een breedband laser. Reyes Reyes verwacht gevoelige portable units voor ademanalyse over tien jaar op de markt.

delta.tudelft.nl/32707



Remlicht 2.0

Een 'slim' remlicht vergroot zowel de verkeersveiligheid als de verkeerscapaciteit van de snelweg. Het remlicht toont met een horizontale balk hoe krachtig een auto remt (links, rood) of optrekt (rechts, groen). Verticale pijlen geven aan of je als achterligger de tussenruimte moet vergroten (pijl omhoog) of verkleinen (omlaag). Deze informatie blijkt te helpen om de ideale afstand te houden, ontdekte dr. Mehdi Saffarian (3mE). Zelfrijdende auto's gebruiken dezelfde technologie om correct afstand te houden. Hun grootste probleem is het onvoorspelbare gedrag van mensen in het verkeer.

Pagina 24: 'Autonoom crashen'

delta.tudelft.nl/32892

Staal en chocolade

Het 4TU onderzoekscentrum voor hightech materialen hield op 13 maart een symposium over de invloed van het productieproces op materialen. Dat geldt voor zowel staal als chocolade, aldus medeorganisator dr. Marcel Sluiter (faculteit 3mE). "Vooruitgang in staalproductie heeft ertoe geleid dat moderne auto's veel meer energie absorberen bij botsingen. En controle over kristalstructuren bij chocolade zorgt ervoor dat het in je mond smelt, en niet in de hand."

delta.tudelft.nl/32861

Delftsblauw icoon

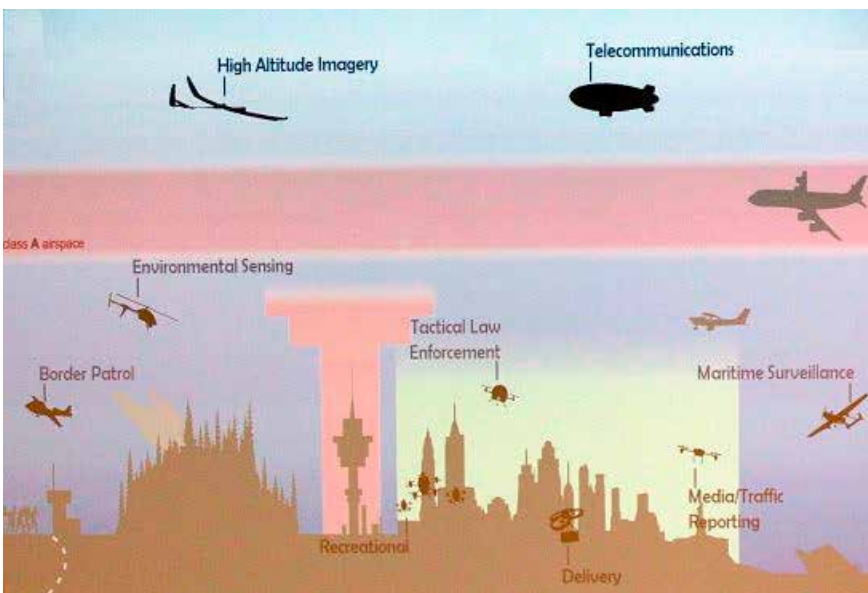


Impressie van Nieuw Delft

Iconische Delftsblauwe woningen, een atrium met ruimte voor exposities, hotels en horeca met terrasjes.

Het stationsgebied moet in 2019 een 'levendige entree' van de stad worden. Het ontwerp House of Delft verwijst naar woningen van Delftse pioniers als Antoni van Leeuwenhoek en Johannes Vermeer. Aan de andere kant van het voormalige stationsgebouw verrijst het project 'Antoni' bestaande uit loftwoningen, studio's en een hotel. Direct tegenover het station komt een Student Hotel met daarin 342 volledig ingerichte kamers voor studenten.

delta.tudelft.nl/32732



Regels voor drones

Er zijn al meer geregistreerde drones dan vliegtuigen en helikopters samen, om over niet-geregistreerde toestellen nog maar te zwijgen. De ontwikkeling van civiele toepassingen loopt vast op beperkende voorschriften. Dr. Yazdi Ibrahim Jenie deed bij de faculteit L&R onderzoek naar geautomatiseerde veiligheidssystemen voor drones. Dergelijke systemen (conflict detection and resolution, CD&R) voorzien drones van verkeersregels. Hiermee is ook de maximale dichtheid per luchtlag te berekenen.

delta.tudelft.nl/32709

THEMA

Serendipiteit



Een paraplu die oplicht als hij nat wordt. Want wanneer heb je licht nodig? "Als het regent in het donker", zegt materiaalexpert Kaspar Jansen. Jansen kijkt hoe technologische materialen toe te passen zijn. Dit doet hij via brainstormsessies met studenten industrieel ontwerpen. De paraplu is het resultaat van experimenten met elektro-luminescentie.

Pagina 8: 'Happy accidents'

Happy accidents

Serendipiteit? Dat is voor onderzoekster Elvin Karana absoluut een doel. “Ik wil het laten gebeuren. Mijn studenten vinden per ongeluk ongelooflijke dingen.”

Bij de onderzoeksgroep van hoogleraar emergent materials Kaspar Jansen zoekt onderzoekster Elvin Karana naar zinvolle toepassingen van nieuwe materialen. Zinvol vanuit het materiaal of de techniek én vanuit de gebruiker. Die moet het fijn vinden om het materiaal aan te raken en ermee te spelen. Juist dat spelen is het eerste dat studenten met materialen moeten doen. Het levert *happy accidents* op, zoals studenten hun toevallige vondsten noemen.

Schelpvormig plastic

Zo werkt een van Karana's groepen studenten aan gerecyclede plastics. Ze smelten die, laten het materiaal lang afkoelen en maken er een soort tegels van. Laatst ging het mis. Studenten legden het gesmolten plastic in de gootsteen en er kwam per ongeluk water op. Er vormden zich bellen waarna sommige delen van het hete plastic ‘explodeerden’. “Je kon het plastic ‘openen’ waarna je een soort schelpvorm zag”, vertelt Karana.

Toen het plastic helemaal was afgekoeld, bleek dat er een bijzonder effect was opgetreden: de buitenkant van de ‘schelp’ voelde ruw aan, maar de binnenkant was glad als een oester of marmer. “Fantastisch”, zegt

Karana. “De studenten proberen dit ongeluk nu al weken te herhalen om hetzelfde effect te krijgen voor grotere oppervlakken. Het materiaal ziet er zo glad uit, het oogt niet als plastic maar als marmer.”

Bij gebruikersonderzoeken, later in het lab, waren mensen zeer verrast. Ze vroegen zich af welk type materiaal het was. Het had een mix aan kleuren en mensen hielden het tegen het licht om te zien of ze er doorheen konden kijken. Die rol van het licht bracht studenten op het idee om het materiaal te combineren met een lamp. Of om er een kom van te maken en er water in te doen om de gladde textuur te benadrukken.

Toepassing vergeten

In dit onderzoek naar ontwerpen vanuit materialen speelt serendipiteit een belangrijke rol, zegt Karana. Ze zegt tegen studenten dat ze in de eerste stap van het onderzoek de toepassing van het materiaal moeten vergeten. “Dat is erg moeilijk voor ontwerpers. Ze moeten focussen op het materiaal zelf. Zoveel mogelijk spelen met het materiaal en met variabelen als temperatuur en proces technieken. Daarna moeten ze zich richten op wat mensen met het materiaal doen.”

Zo bleek uit een NWO-project met

Universiteit Utrecht, waar onderzoekers mycelium (schimmeldraden red.) kweekten en er met bloem, water en vezels een soort biobased schuimplastic van maakten, dat gebruikers de neiging hebben om aan het materiaal te krabben en het te verkruimelen. Waar zou je dit materiaal voor kunnen gebruiken? Voor de verpakking van een fles wijn, bedacht een van Karana's studenten. Om je cadeau te kunnen openen, moet je de verpakking lospeuteren.

Paraplu

Het zijn slechts enkele voorbeelden uit de groep van Kaspar Jansen. Zelf kijkt hij vooral naar technologische materialen, waarbij hij werkt aan een functioneel prototype of demonstratiemodel. Dat gebeurt op een systematische manier via brainstormsessies, legt hij uit. “Soms hebben studenten wel honderd toepassingen die we groeperen. Soms blijkt er eentje te kloppen.”

Een voorbeeld daarvan is een paraplu die oplicht op plekken waar water is. Jansen vroeg zijn studenten te experimenteren met elektro-luminescentie. Als je een wisselend elektrisch veld op fosforverf zet, licht dat op. Het eerste dat een student maakte was een gezeefdrukte cirkel van fosforverf op een vel pa-



Studenten legden gesmolten plastic in de gootsteen en er kwam per ongeluk water op. Het effect was bijzonder: het plastic was ruw aan de buitenkant maar glad van binnen.

pier met zilverelektrodes. Het papier lichtte op als een lamp. Jansen vroeg studenten of dit ook met textiel kon. En warempel, dat

getekend in de vorm van bliksem-schichtjes. Het elektrisch circuit is niet gesloten totdat er waterdruppels op vallen en de paraplu op die

Jansen vroeg studenten wat daar verder mee te doen was. Een studente bedacht een vorm van koeling en een stropdas die werkt als usb-stick.

Beide bleken technisch niet te realiseren, maar Jansen dacht meteen aan de thermo-elektrische elementen van een camping koelbox. Door die in een vestje te integreren met temperatuursensoren is kortdurende koeling mogelijk. Hij vroeg de studente om een toepassing. Wat volgde was een eureka-moment: vrouwen in de overgang. Er is nog extra onderzoek nodig en Jansen kreeg er een STW-voorstel mee gehonoreerd. <<

De studenten wilden tegels maken, maar vonden een lamp of een kom

kon. Daarna vroeg hij ze op zoek te gaan naar elektrodes die transparant, elektrisch geleidend én flexibel zijn. Het idee ontstond om vloeistof te gebruiken. Bij een brainstormsessie werd gezocht naar een zinvolle toepassing. “Wanneer heb je water en wil je licht hebben? Als het regent in het donker”, zegt Jansen. “Zo is het idee van een paraplu ontstaan.” Op de paraplu staan fosforlijntjes

plekken oplicht. Er zijn nog steeds mensen die Jansen vragen waar ze de paraplu kunnen kopen, maar hij zocht niet actief naar bedrijven die ermee doorgaan.

Een ander voorbeeld is een koelvest voor vrouwen met opvliegers. Uitgangspunt waren rfid-tags, de plastic plaatjes met metaalantenne die onder meer in kleding zitten om winkeldiefstal te voorkomen.

delta.tudelft.nl/28727

Nieuw lab maakt geluid zichtbaar

Fundamentele vergelijkingen van de stromingsleer mondden uit in de nieuwe onderzoeksgroep aero-akoestiek.

De verticale windtunnel in het lagesnelheidslaboratorium aan de Leeghwaterstraat heeft een grondige opknapbeurt gehad. Alle geluidsbronnen, zelfs de elektrische omvormers, zijn weggehaald en de meetkamer is zo goed als geluiddood. De doodstille ruimte is het centrum van de nieuwe onderzoeksgroep aero-akoestiek van de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek. Hier zullen metingen plaatsvinden aan windturbines en propellerbladen. Het lab, de groep en twee Europese miljoenensubsidies zijn het praktische gevolg van de zeer theoretische benadering van een voormalige promovendus zo'n tien jaar geleden.

Particle image velocimetry

Professor Fulvio Scarano weet het nog goed. Scarano was indertijd bezig met metingen aan luchtstromingen met theaterrook, snelle gepulste lasers en snelle camera's die vijfduizend opnamen per seconde maken van de rook in een ruimte ter grootte van een iPhone. De techniek heet *particle image velocimetry* (PIV). Scarano was vooral bezig met het vergroten van het volume en het versnellen van de reconstructies zodat je op ieder moment op elke plaats precies de plaatselijke luchtsnelheid kunt herleiden. "Ik was gefixeerd op de detail-

'Het leken wiskundige exercities zonder doel'

reconstructie van hoe lucht beweegt in semi-chaotische wervelingen", herinnert Scarano zich.

Zijn promovendus Roy Humble was een theoreticus met een passie voor stromingsleer. Als begeleider had Scarano daar moeite mee. "Hij kwam met vergelijkingen die ik moeilijk meer kon bevatten. Het leken wiskundige exercities zonder doel. Dus ik vroeg wat hij wilde bereiken." Om kort te gaan, Humble voelde zich niet begrepen en Scarano twijfelde aan de relevantie van diens onderzoek. Ondertussen liep de druk op, want het einde van het promotieonderzoek kwam in zicht.

Drukverschillen

Ten einde raad probeerde Humble het nog een keer: 'Fulvio, Ik ben nog eens in de formules van de 3D-PIV gedoken en in principe kun je, als je alle snelheden hebt, daar ook de drukverschillen uit afleiden.'

Variatie in druk betekent geluid, bedacht Scarano.

"Ik dacht: wacht eens even. Al dat gedoe om druk- en krachtmetingen in een windtunnel te doen met barometers en balansen, dat hoeft niet meer als je lokale druk uit PIV-metingen kunt afleiden. De formule die je nodig hebt is weliswaar enorm gecompliceerd omdat alle snelheidscomponenten er in zitten. Maar met 3D-PIV kunnen we al die termen meten, en daaruit is de druk te berekenen. En daaruit volgen lift en weerstand, en ook het geluid."

Zijn voorstel *Flovist (Flow visualisation inspired aero-acoustics with time-resolved Tomographic Particle Image Velocimetry)* werd in 2007 gehonoreerd met anderhalf miljoen euro van de European Research

Council (ERC). Dat was het begin van vijf jaar onderzoek waarin het volume waarin gemeten wordt is toegenomen van een iPhone tot een bierkrat.

PIV is ook de techniek achter het latere onderzoeksproject Nioplex (*Non-Intrusive Optical Pressure and Loads Extraction for Aerodynamic Analysis*) dat gelijktijdige meting van de drukverdeling aan het oppervlak en de snelheid en het drukveld rondom verder wil ontwikkelen voor industriële toepassingen. Dr.ir. Bas van Oudheusden (L&R) leidt dat 2,26 miljoen euro grote project.

Wervelingen vastleggen

“Het was als een steile klim”, kijkt Scarano terug. “Maar nu kijken we uit over een heel nieuw onderzoeksgebied: de aero-akoestiek. Het was moeilijk om 3D-PIV te ontwikkelen en het was nog moeilijker om de ontwikkeling van stromingen in de tijd vast te leggen, maar nu het eenmaal werkt, kunnen we PIV voor tal van toepassingen gebruiken om wervelingen vast te leggen.”

Wat begon met fundamentele vergelijkingen van de stromingsleer mondde zo uit in een nieuw onderzoeksveld dat volgens Scarano van strategisch belang kan zijn voor de faculteit en voor de universiteit. Dankzij de aandacht voor geluidsoverlast is aero-akoestiek hot & happening. <<



De lucht wordt in de inlaat gezogen en door de trechtervorm versneld. Twee verdiepingen hoger komt de buis uit in de meetkamer (zie coverfoto) van de windtunnel.


Elastisch staal

Het is keihard, elastisch is niet een eigenschap die je snel associeert met staal. Toch onderzocht een studente van materiaalonderzoeker prof.dr.ir. Jilt Sietsma (3mE) een paar jaar geleden de elasticiteit van een stukje staal in de trekbank. Ze had het alleen niet door.

“**D**e aankomende ingenieur deed met trekkrachten onderzoek naar het plastische gedrag van staal; de mate waarin je het materiaal permanent kunt vervormen”, vertelt Sietsma. “Ze maakte plotjes van dit gedrag. De rechte delen in de curve wijzen normaal gesproken op plastische vervorming. Dat is het interessante deel van de grafiek en daarop zoomen we in. Maar het rechte deel waar mijn afstudeerder op had ingezoomd, had met elasticiteit te maken in plaats van plasticiteit. Je verwacht helemaal geen elasticiteit te zien.”

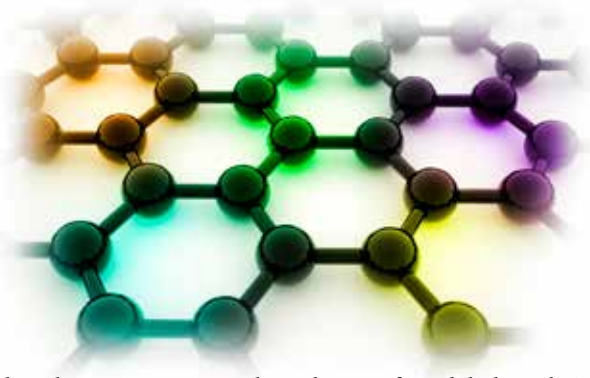
De studente presenteerde de grafieken aan een aantal andere onderzoekers. Niemand zag de fout. Het duurde niet lang voordat Sietsma het door had.

Wat was er aan de hand? “Dislocaties in het kristalrooster – een verstoring van de perfecte ordening van atomen – hadden gezorgd voor het elastische gedrag. Het mooie is dat we dergelijke dislocaties nu kunnen detecteren door te kijken naar de curves die de studente als eerste (wereldwijd) onderzocht en presenteerde. We hebben er een heel nieuwe analysemethode bij gekregen. Een postdoc heeft twee jaar lang aan dit onderwerp gewerkt. We hebben er drie artikelen over gepubliceerd en nog drie anderen zijn in de maak.”

Wat is het moraal van het verhaal? “Hou altijd een open blik. Als je een rechte lijn verwacht, en je vindt een rechte lijn, ga er dan niet meteen vanuit dat het exact hetgeen is waar je naar op zoek was. Misschien heb je wel iets heel anders ontdekt.” 

Vijftig tinten grafeen

Onderzoek van grafeen leidde niet tot hypergevoelige sensors voor mobiele telefoons maar tot energiezuinige displays.



Zie het als een nanotrommel: een putje met een doorsnede van een honderste millimeter afgedekt door een of meerdere lagen grafeen. Eerder onderzoek van het Kavli Instituut voor Nanoscience had in 2014 al laten zien dat zulke trommels veelbelovend waren als hypergevoelige sensors in mobiele telefoons.

Maar toen Delftse onderzoekers samen met het Spaanse bedrijf Graphenea een veld van die putjes hadden gemaakt en promovendus Santiago Cartamil-Bueno er door de microscoop naar keek, werd hij niet blij. De putjes hadden verschillende kleuren. “Ik wilde zien of ze als sensor gebruikt konden worden”, vertelt Cartamil-Bueno. “De kleuren lieten zien dat de putjes niet homogeen waren, en dat is slecht nieuws voor sensoren.”

De onderzoekers waren teleurgesteld maar ook verrast, want waar kwamen die kleuren vandaan? Onderzoekslider dr. Samer Hourri (faculteit TNW) zag dat de kleuren langzaam veranderden en begreep dat hij te maken had met interferentie. De dubbele

laag grafeen dekt het siliciumputje af waardoor er een drukverschil over het membraan kan ontstaan. Dat drukverschil duwt het grafeenmembraan omhoog of trekt het naar beneden. Interferentie tussen gereflecteerde lichtgolven op het membraan en onderin de put dooft sommige kleuren uit en versterkt andere.

Cartamil-Bueno wil dit onverwachte effect gebruiken om er energiezuinige displays mee te maken: geen sensors maar pixels. Vanwege het lage energiegebruik zouden die geschikt zijn voor horloges of e-books. Hij heeft de luchtdruk als drijvende kracht nu vervangen door een elektrostatische kracht en maakte een prototype display voor het Mobile World Congress in Barcelona.

De kleurverandering is nog niet heel sterk en de stukjes grafeen zijn nog niet heel groot maar dat schrikt Cartamil-Bueno niet af. “Ik kan nog wel wat trucs bedenken om het effect te versterken”, aldus de promovendus.



Bekijk het filmpje:
vimeo.com/190362200

Windmeter herrijst als thermometer

Professor Kofi Makinwa is in onderhandeling met een chips-fabrikant om zijn temperatuursensor ingebouwd te krijgen in een micro-processor. Een sensor die oorspronkelijk bedoeld was als windmeter.

Prof.dr.ir. Kofi Makinwa (EWI) is Antoni van Leeuwenhoek-hoogleraar en gespecialiseerd in slimme sensorsystemen. Hij kwam in 1999 vanuit het Philips Research Lab naar Delft voor promotie-onderzoek. Het idee: een windmeter te ontwikkelen zonder bewegende onderdelen. “Het is alsof je een vinger in de lucht steekt. Een warm voorwerp koelt in de wind asymmetrisch af. Uit het temperatuurprofiel wilden we de richting en snelheid van de wind afleiden”, zegt Makinwa. Hij maakte drie prototypes met verwarmingselementen, temperatuursensoren en verschillende hoeveelheden elektronica op de chip. Het idee was om afkoeling te balanceren met extra warmte. Uit de stroom die daarvoor nodig was, zouden windkracht en -richting te herleiden zijn. Tot zijn verbazing gedroegen de drie verschillende prototypes zich precies hetzelfde. Makinwa: “De aanwezigheid van elektronica op de chip maakte dus niks uit voor de werking. Hoe kon dat? Zulke onverwachte uitkomsten zijn interessant.”

Hij begreep dat de looptijd van een warmtefront door silicium (de diffusiviteit) heel constant was omdat het materiaal ongekend zuiver is en omdat de afstand tussen verwarmingselement en sensor bij alle drie identiek was. Zou je die constante looptijd kunnen benutten om er een

klok mee te maken, bedacht hij. Dat plan sneuvelde echter snel omdat de looptijd wél sterk afhankelijk bleek van de temperatuur.

Wacht eens even, dacht Makinwa toen. Daarmee kan ik een temperatuursensor bouwen. Uit een meting van de snelheid van een warmtefront tussen een bron en een sensor (ordegrootte 10 meter per seconde) is de temperatuur af te leiden zonder noodzaak van kalibratie.

“Dat is veel interessanter dan een windmeter. Meting van de wind komt niet veel voor, maar thermometers zitten overal: in je koelkast, thermostaat, in je auto en in een laptop zitten er tientallen.”

Microprocessors

De thermische diffusiviteit TDsensor, zoals de vinding heet, lijkt bij uitstek geschikt voor gebruik in microprocessors vanwege het geringe ruimtebeslag en het ontbreken van de noodzaak van kalibratie, wat volgens Makinwa bij tot nu toe gebruikte transistors wel moet. Bij twintig sensors op een microprocessor wordt kalibratie een omvangrijke productiestap. De temperatuursensoren worden gebruikt om lokaal oververhitting te voorkomen door de belasting van verschillende rekenkernen dynamisch te verminderen.

De TD-sensor zou goed bij een processor passen omdat er al een klok aanwezig is en omdat de extra warmte van de sensor (1 milliwatt) in het niet valt bij de dissipatie van de processor zelf (tot 100 watt).

Waarom is de sensor nog niet ingebouwd? “De industrie heeft last van koudwatervrees”, zegt Makinwa. Hij heeft er begrip voor. “Ik speel met die dingen, maak er honderd om te laten zien dat het werkt. Zij zeggen: ‘Kofi, laat het eens zien met tienduizend stuks.’ Op een universiteit gaat dat natuurlijk niet. Er blijft dus een risico voor de industrie.” Niettemin heeft Makinwa vertrouwen dat zijn gedomificeerde windmeter binnenkort microprocessors zal beschermen tegen oververhitting. 

Trillingen boven Venus


Een klimaatmodel voor alle planeten. Dat zou planeetonderzoekster dr. Daphne Stam van astrodynamics and space missions (L&R) ooit willen zien.

Verander de parameters (luchtdruk en samenstelling van de atmosfeer, afstand tot de zon, bijvoorbeeld) en je model beschrijft het klimaat op Mars. Wijzig nog het een en ander en je weet hoe het op Venus is, of op een nieuw ontdekte planeet bij een andere ster.

Een universeel klimaatmodel is er nog niet, want er is te weinig bekend over de fysische processen die een rol spelen in de atmosferen van planeten. Daphne Stam denkt een nieuw puzzelstukje in handen te hebben. Per toeval ontdekte ze met Leidse astronomen en een promovendus mysterieuze trillingen vlak boven de zwavelzuurwolken van Venus.

“De Leidse astronoom Michiel Rodenhuis testte in 2014 op een grote telescoop op La Palma, ExPo, een nieuwe, extreem nauwkeurige polarimeter die de trilrichting van licht meet”, vertelt Stam. “Het was nog niet

donker genoeg om de geplande waarnemingen aan stofschijven om sterren te doen, maar Venus stond helder aan de avondhemel. Michiel mailde mij om te vragen of het interessant zou zijn om tijdens het wachten dan maar Venus waar te nemen. Dat leek me een goed idee.”

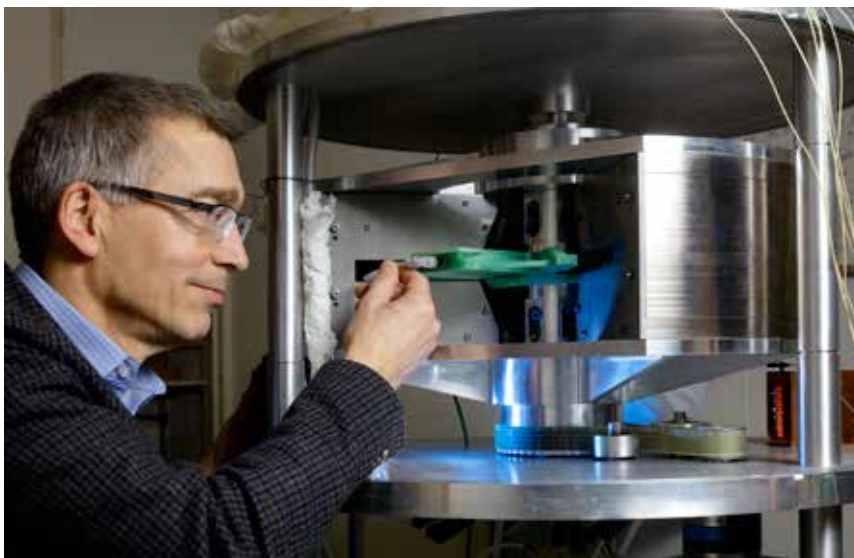
De cirkelvormige patronen die Rodenhuis in de Venus-atmosfeer zag, zijn nooit eerder waargenomen. “We dachten lange tijd dat de metingen het gevolg waren van een instrumenteel effect, maar Michiel heeft alle mogelijke afwijkingen getest en metingen aan de stofschijven tonen de patronen niet. We gaan er nu vanuit dat de metingen goed zijn: dit soort metingen is gewoon nog nooit eerder met zo’n precisie gedaan aan Venus. Een PhD van me, Gourav Mahapatra, is de gegevens aan het analyseren. We hebben waarschijnlijk echt iets nieuws in de atmosfeer ontdekt.” 

Coolle magneten

Afgelopen januari vierde professor Ekkes Brück zijn valorisatiebeurs van FOM met champagne uit een van 's werelds eerste magnetische koelkasten.

Magnetische koeling is een veelbelovende techniek omdat er geen chemisch koelmiddel voor nodig is. Het warmtetransport vindt plaats met (zout) water. Volgens Brück kunnen magnetische koelkast dankzij de eenvoudigere techniek dertig procent zuiniger worden dan de conventionele modellen.

Brück kwam zo'n twintig jaar geleden op het spoor van magnetische koeling door een toevalsvondst. Hij werkte destijds bij de Universiteit van Amsterdam aan leeskoppen voor harde schijven. Daarbij werd gebruik-



Professor Ekkes Brück kwam zo'n twintig jaar geleden op het spoor van magnetische koeling door een toevalsvondst.

ring van entropie (lees: warmte) als gevolg van een dubbele overgang in de structuur van het materiaal onder invloed van een magnetisch veld. Brück:

materiaal in een sterk magneetveld, en het warmt op. Haal het eruit en de temperatuur daalt waardoor het materiaal warmte opneemt uit de omgeving (in dit geval het koelwater). Zo kun je met een wisselend magnetisch veld koelen.

Binnen het materiaal gaan opwarming en afkoeling onder invloed van het magnetisch veld gepaard met een dubbele faseovergang: magnetisch én in kristalstructuur. Met uitgekende mengsels van verschillende elementen is het gelukt om de twee overgangen samen te laten vallen bij een geschikte temperatuur. Dan spreken we van een giant magnetocalorisch effect. Voor de koelkast is een mengsel ontwikkeld van mangaan, ijzer, fosfor en silicium. Daar heeft Brück zo'n twintig jaar aan gewerkt. "Als het preparaat van Geschneidner en Pecharsky niet de dubbele overgang had vertoond, had ik er nooit naar gekeken", beseft hij nu.

Brück stapte over van het magnetisch effect op weerstand naar het effect op warmte

gemaakt van het in 1988 ontdekte *giant magnetoresistance*-effect (GMR, Nobelprijs voor Natuurkunde 2007). Dankzij dit effect werd de weerstandsverandering in een magnetische veld tien maal sterker, waardoor harde schijven een stuk kleiner gemaakt konden worden. Geen wonder dat men wereldwijd op zoek was naar materialen waarin zich dat effect voordeed. Brück vertelt dat hij nieuwsgierig werd naar een artikel in 'Physical Review Letters' uit 1997 waarin onderzoekers Pecharsky en Gschneidner verslag deden van een grote verande-

"Mijn promovendus ging dit materiaal maken om te kijken of het ook geschikt was als sensor. Toen bleek dat de dubbele faseovergang een artefact van het preparaat van Geschneidner en Pecharsky was, en dat de fysica van het giant magnetocalorisch effect heel anders in elkaar steekt."

Dat was het begin van zijn zoektocht naar het giant magnetocalorisch effect (GMCE) dat de champagne koelde op zijn feestje. Brück stapte over van het magnetisch effect op weerstand naar het effect op warmte. Dat werkt zo: plaats een stuk magnetocalorisch

Bermbloempjes en bijvangst

Ontdekkingen beginnen zelden met een 'Eureka', maar vaak met een 'goh, dat is vreemd'. Om een open geest en opmerkzaamheid te stimuleren, zouden universiteiten een jaarlijkse serendipiteitsprijs moeten uitreiken, vindt Pek van Anandel. Samen met Wim Brands schreef hij een boek over serendipiteit.



Pek van Anandel, Wim Brands, 'Serendipiteit, de ongezochte vondst', Nieuw Amsterdam Uitgevers 2014, 128 blz., 13 euro

Onderzoek en resultaten worden in wetenschappelijke publicaties gerationaliseerd en gladgestreken. 'Toevalsbevindingen, geluk, verrassingen, ongezotheid, fouten, dingen waar je nooit van gehoord of gedroomd hebt, grappen en onbekende factoren die tot het resultaat hebben geleid worden onderbelicht en verdonkeremaand', aldus de auteurs.

De vorig jaar overleden VPRO-presentator Wim Brands interviewde Pek van Anandel over diens levenslange liefhebberij en fascinatie voor ongezochte vondsten. De archiefkasten in zijn Groningse boerderij puilen uit met knipsels en zijn hoofd is een onuitputtelijke bron van anekdotes en verhalen. Op zijn Wikipediapagina staat dat Van Anandel bezig is te promoveren op het onderwerp, een voornemen dat hij tien jaar geleden ook al had.

Op zoek naar de wortel van zijn fascinatie komt Van Anandel met het verhaal dat hij als vierjarig kind de boerderij van zijn ouders in de fik heeft gestoken. Hij ziet het nog voor zich. Spelend met vuur tussen de open schuurdeuren in de stralende zomerzon. Daardoor zag hij het vuur niet, en ook niet hoe snel het om zich heen greep. De felle brand legde hoeve De Keizer in de as. Hij werd nooit herbouwd. 'Ik denk dat dit jeugdtrauma de kiem was van mijn troetelzonde, de serendipitologie.'

'Als men het onverwachte niet verwacht, zal men het niet vinden, onnaspeurlijk en ontoegankelijk als het is.' Deze quote van Heraclitus van rond 500 voor Christus

laat zien dat het verschijnsel al zo oud is als het denken. De Engelsman Horace Walpole vond er in 1754 een naam voor. Hij had een vertaling gelezen van het Perzische sprookje 'De drie prinses van Sarandib' uit de veertiende eeuw. Walpole schreef: 'Als deze hoogheden reisden, deden ze steeds ontdekkingen,

'Als men het onverwachte niet verwacht, zal men het niet vinden, onnaspeurlijk en ontoegankelijk als het is'

door toevalligheden en scherpzinnigheid, van dingen waar ze niet op naar zoek waren.' Hij noemde die gave 'serendipiteit'. De lijst van toevalsvondsten in het archief van Van Anandel is enorm. Voor het boek maakte hij een alfabetische selectie - voor iedere letter een vinding. Aorta-operatie, Beri-beri en de ontdekking van vitamine B, Daguerre ontdekte de fotografie dankzij een gebroken thermometer en de Enkamat: van mislukt matras tot dijkbekleding.

Serendipiteit bestaat in veel verschillende vormen maar vaak is het een combinatie van een hypothese en een waarneming die niet past. Negeer je die, of laat je je verrassen? Wie heeft er nog oog voor de bloempjes langs de kant van de weg? Om een open geest en opmerkzaamheid te stimuleren zouden universiteiten een jaarlijkse serendipiteitsprijs moeten uitreiken, vindt Van Anandel. Zo houden onderzoekers één oog open voor ongezochte vondsten.

Van radar tot magnetron



Cellen tellen

Onderzoekers die aan slimme katheters werkten, ontdekten door toeval dat silicium geschikt is om de stijfheid van levende cellen te meten.

RADARANCE

DE ONTDEKKING VAN MAGNETRON-STRALING WERD IN DE JAREN '20 GEPRESENTEERD IN NEW YORK. HET WAS EEN VERBETERING VAN DE RADAR. DIT WAS HANDIG VOOR BIJVOORBEELD GEVECHTSVLIEGTUIGEN. HET ONDERZOEK NAAR MAGNETRONSTRALING GING DOOR IN VERSCHILLENDE LANDEN.



DE TU-ALUMNUS K. POSTHUMUS PUBLICERDE IN 1935 EEN ARTIKEL WAARDOOR ER EEN DUIDELIJKERE THEORETISCHE VERKLARING KWAM VOOR MAGNETRONSTRALING.



DE WETENSCHAPPER P. SPENCER KWAM UITEINDELIJK OP HET IDEE VAN DE MAGNETRON ALS KEUKENAPPARAAT.

Een geneesmiddel kan de stijfheid van een levende cel beïnvloeden. Daardoor verandert de tijd die nodig is om de cel door een nauw kanaaltje te laten stromen. Hoe stijver de cel, hoe langer dat duurt. Om dit te meten - dit worden microfluidische metingen genoemd - wordt glas of polymeer gebruikt waarin minuscule kanaaltjes gemaakt zijn. Dankzij een toevallige ontdekking voor een andere toepassing, blijkt silicium ook perfect geschikt te zijn voor de bestudering van microstromingen.

Hoogleraar micro-elektronica prof. dr.ir. Ronald Dekker (EWI en Philips): “Men vindt silicium vaak te duur, maar het heeft belangrijke voordelen: je kunt sensors en elektronica integreren en er is een enorme industrie beschikbaar om het te maken.”

In het Philipslab van Dekker was voor de ontwikkeling van slimme katheters behoefte aan kanaaltjes in silicium die van boven afgesloten waren. Een aantal studenten ontwikkelden daar een truc voor die goed bleek te werken. Toen ze er met een elektronenmicroscop naar keken, ontstond het idee voor een chip waarmee microfluidische metingen mogelijk werden.

Dekker benaderde microfluidica-expert prof.dr.ir. Jaap den Toonder (TU Eindhoven) in wiens groep onderzoek plaatsvond naar de stijfheid van levende cellen met een stromingscel van polymeer. Samen besloten ze een vergelijkbare chip te ontwikkelen van silicium.



De microfluidische chips zijn maar 3x3 millimeter en na uitzagen klaar om getest te worden. Foto: Ronald Stoute

Daar hebben vier masterstudenten afkomstig uit India, Zimbabwe, België en Japan aan gewerkt in Eindhoven en Delft.

Momenteel werkt de Japanse masterstudent Shinnosuke Kawasaki bij EWI aan geïntegreerde sensors om de snelheid van passerende cellen elektronisch te meten. Hij koppelt de chip aan een Red Pitaya processorboard (kosten ongeveer 200 euro) om de metingen te kunnen analyseren.

Voor Ronald Dekker is dit project een typisch voorbeeld van een serendipische ontdekking van een nuttige toepassing (celanalyse) terwijl de onderzoekers aan een heel ander onderwerp (slimme katheters) werkten. “Het was een spontaan en leuk project tussen TU Delft, TU Eindhoven en Philips waarin een handjevol masterstudenten de hoofdrol speelden.” 

Quantumgedrag zonder de mystiek

Irritatie en een verrassende ontdekking brachten vliegtuigprofessor Theo van Holten ertoe een boek uit te brengen over quantummechanica.

De irritatie dateert vanaf Van Holtens eerste kennismaking met quantummechanica. Deeltjes die op twee plekken tegelijk zijn, fundamentele onzekerheid, gekwantificeerde lading en energie – allemaal vreemde verschijnselen. Hoe zijn die te verklaren? ‘Toen kwam de zware teleurstelling, grenzend aan irritatie, toen mij werd verteld dat fysici daar geen verklaring voor hebben’, herinnert Van Holten zich in zijn boek. Op atomaire schaal gelden de quantumwetten, voor macroscopisch gedrag de klassieke fysica. Dat bleef wringen. Na zijn emeritaat als hoogleraar prestatieer van vliegtuigen bij de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek kwam Van Holten op het idee om een halfvergeten wiskundige techniek, die vijftig jaar geleden in de aerodynamica gebruikt werd, in te zetten om de elektromagnetische velden van een geladen wolkje te beschrijven. Aanvankelijk gewoon voor de grap. ‘Toen ik de resultaten extrapoleerde naar een totale lading van het wolkje gelijk aan de lading van een enkel elektron, bleek tot mijn stomme verbazing dat je exact het gedrag van elektronen te zien kreeg zoals de quantumme-

chanica dat voorspelt, kwantitatief correct, terwijl ik nog steeds de klassieke natuurwetten gebruikte’, aldus Van Holten in een geschreven toelichting. ‘Waar ik bij toeval op was gestuit, was een replica van quantumtheorie waarbij klassieke wetten als het ware samenzweren om dit gedrag te verkrijgen’, aldus Van Holten. ‘Op zijn minst geeft dit de mogelijkheid om gedachtenmodellen te vormen hoe het vreemde, magische gedrag van elementaire deeltjes kan worden ontdaan van zijn mystiek.’

JW

Theo van Holten, ‘The Atomic World Spooky? It Ain’t Necessarily So!, Emergent Quantum Mechanics, How the Classical Laws of Nature Can Conspire to Cause Quantum-Like Behaviour,’ Springer 2017, 516 pagina’s, 103 euro (e-book) of 133 euro (hardcover) bij Springer.

Oliedruppels kunnen quantumgedrag vertonen en gedragen zich dan als golven in plaats van deeltjes. Dat liet John Bush (MIT) zien in 2014. Foto: Dan Harris, MIT

Visie

Je moet durven afwijken van vooraf uitgestippelde paden, is de stellige overtuiging van promovendus en quantummechanicus Floris Kalff.

Kalff schreef in november 2016 een redactioneel stuk in *Nature Nanotechnology*: 'The value of the unforeseen'. Aanleiding was de vondst van Kalff en zijn collega's van het Kavli Institute of Nanoscience van een atomair geheugen. Die ontdekking kan een doorbraak teweegbrengen in de chipindustrie.

De onderzoekers bouwden een geheugen van een kilobyte door een laag chlooratomen als een soort kleedje over een dun laagje koper te leggen en met die chlooratomen te schuiven. Of beter gezegd, door met de gaten te schuiven, want hier en daar zaten gaten in het één atoom dikke laagje chloor. "We hadden een soort schuifpuzzel gemaakt waarmee we informatie konden verwerken", zegt Kalff.

Het team bereikte een opslagcapaciteit van tachtig terabits per vierkante centimeter, ongeveer vijfhonderd maal beter dan de beste commerciële harddisk.

Het schuiven van gaten was helemaal niet waar het de onderzoekers in eerste instantie om te doen was. "Sterker nog", zegt Kalff, "die gaten waren super irritant. Onze groep onderzoekt de eigenschappen en interacties van magnetische atomen, zoals kobalt en ijzer. Met het chloor probeerden we een zeer vlak substraat te creëren waarop we de kobalt- en ijzeratomen neer konden leggen en bestuderen. Het is vrij

fundamenteel onderzoek. We hadden een mooi tafelkleed nodig. Niet een met gaten erin."

"Maar we ontdekten dat we die gaten konden verschuiven met een scanning tunneling microscope (STM), een scherpe naald die atomen van een oppervlak één voor één aftast. Dat

bod nieuwe perspectieven. We begonnen

daar wat mee te experimenteren. Het was een zijpadje; bijvangst. Geleidelijk groeide dit zijpad uit tot de hoofdweg.

"Dergelijke koerswijzigingen zijn goed.

Je moet daar voor open staan. Het kan tot veelbelovende ontdekkingen leiden.

Je moet bereid zijn 'gekke' gedachtes uit te werken en je niet blind staren op je oorspronkelijke onderzoeksvraag. Ik

denk dat de meeste Delftse onderzoekers de juiste instelling hebben. Het is wat je tot een goede academicus maakt.

"Financiers van fundamenteel onderzoek staan vaak open voor enige vorm van serendipiteit. Ze moeten een flexibele houding hebben. Zonder flexibiliteit is fundamenteel onderzoek onmogelijk.

Maar het zou fijn zijn als er meer potjes waren met geld dat niet geoormerkt is – ook aan de TU – om serendipiteit mee te belonen.

"In je studie leer je pas tijdens je stage om te gaan met toevalsvindingen. Als het goed is tenminste. Stagebegeleiders zouden bedacht moeten zijn op serendipiteit en die *mind set* over moeten dragen op de studenten. Volgens mij gebeurt dit ook veel aan de TU."

"Hoe je serendipiteit nog meer kunt stimuleren? Ga veel naar vakgebied- overstijgende lezingen. Zodat je buiten je eigen wereldje treedt." 





‘Afrikanen
hebben
minder,
maar delen
meer’



Voor een studieproject ging architecte Stefanie Tseggai naar Kenia, waar ze iets herkende van thuis. Vijf jaar later keert de TU-alumna er, samen met twee partners, terug om een gezondheidscentrum te bouwen.

TEKST JOS WASSINK FOTO'S SAM RENTMEESTER

“Afrikanen hebben vaak minder, maar ze delen meer.” Dat viel Stefanie Tseggai op toen ze in 2011 in Pokot in het westen van Kenia terecht kwam. Samen met de mensen van het East Pokot Medical Project maakten bouwkundestudenten Stefanie Tseggai, Carlijn Kingma en Niek van Laere een ontwerp voor een medisch voorlichtingscentrum in de regio Pokot. Dat was het begin van project Pokot Resource Centre dat onlangs de steun verwierf van Wilde Ganzen, een organisatie die overal ter wereld armoede bestrijdt. Inmiddels afgestudeerd maken de drie bouwkundigen zich nu klaar om het project te realiseren. “Investeren in Pokot betekent dat mensen meer van hun leven kunnen maken”, vindt Tseggai.

Jullie stonden klaar om naar Kenia af te reizen om daar te gaan bouwen, maar er kwam iets tussen. Wat gebeurde er?
 “Het project heeft wat vertraging opgelopen, vanwege de extreme droogte daar. Water is een voorwaarde om er te kunnen zijn en ook om te kunnen bouwen.”

CV

Ir. Stefanie Tseggai (Amsterdam, 1987) heeft een Eritrese vader en een Nederlandse moeder. Ze ging geneeskunde studeren aan de Universiteit van Amsterdam. Toen ze in die studie haar creativiteit niet kwijt kon, stapte ze over naar bouwkunde aan de TU Delft, “omdat architectuur voor mij kunst en wetenschap verenigt”. Tijdens haar master deed ze een uitwisselingsjaar met de kunstacademie in Kopenhagen, waar ze zich bekwaamde in meubelmaken en interieur. In 2016 studeerde ze af op de ontwikkeling van bouw materiaal uit restmateriaal van de waterzuivering met haar scriptie ‘Infinite Mining for Structural Composites’.

Er zaten al vier mensen van jullie project. Wat hebben zij kunnen doen?

“Zij hebben vanaf begin november - het regen seizoen - onderzoek gedaan naar waterbronnen. Er is alleen zo weinig regen gevallen, dat ze een week eerder terug naar de stad moesten en niet in Barpello konden blijven.”

Wat betekent de droogte voor de mensen daar?

“Rondom de twee dorpen Barpello en Kositei waarvoor we het centrum gaan bouwen, wonen ongeveer tienduizend mensen. En in de hele Oost-Pokot regio wonen ongeveer 750 duizend mensen. Voor hen is water een kwestie van overleven. Vrouwen en meisjes lopen soms uren naar de overgebleven bronnen om dan met volle jerrycans terug te keren naar het gezin. Veel bronnen worden gedeeld met het vee waardoor het water vervuild raakt en een bron van besmetting wordt.”

Je hebt samen met je partners Carlijn Kingma en Niek van Laere een ontwerp gemaakt voor een polikliniek en een voorlichtingscentrum. Hoe staat het daarmee?

“Het zal er zeker komen, het is alleen de vraag wanneer. We hebben, in overleg met de studenten die daar waren en onze Keniaanse partner East Pokot Medical Project, besloten dat we eerst een watersysteem maken voor het centrum. We laten geologen onderzoeken of een waterput een

optie is en we leggen dammen aan om regenwater op te vangen. Pas daarna beginnen we met de bouw.”

Jullie zouden oorspronkelijk bouwen tussen april en de zomer, maar dat verschuift neem ik aan?

“Dat zou kunnen. Als de droogte aanhoudt, kunnen we niet op tijd beginnen voor de verkiezingen in augustus. Het is beter om tijdens die verkiezingen niet in Kenia te zijn, vanwege kans op onrust. In 2007 waren er veel rellen tussen verschillende stammen waarbij ook mensen om het leven zijn gekomen.”

Hoe is het idee ontstaan om daar te bouwen?

“Via de minor international entrepreneurship and development van de faculteit TBM kwamen Carlijn, Niek en ik in contact met suster Esther. Zij is de manager van het East Pokot Medical Project en vertelde dat gebrek aan kennis veel gezondheidsproblemen oplevert. Bijvoorbeeld over hiv/aids en vrouwenbesnijdenis. Besnijdenis maakt als ritueel deel uit van de traditionele cultuur, maar levert tal van gezondheidsrisico's

‘Investeren in Pokot betekent dat mensen meer van hun leven kunnen maken’

op. Wij zijn er naartoe gegaan om te kijken wat de organisatie nodig had om voorlichting te kunnen geven over deze onderwerpen. We kwamen tot de conclusie dat er een nieuw centrum nodig is omdat in de plekken die er nu voor gebruikt worden, bijvoorbeeld een kerk, niet iedereen zich welkom voelt.”

Komt er ook een kliniek in dat centrum?

“Ja, de organisatie heeft nu een kliniek maar die is in slechte staat en te klein. Dus naast het voorlichtingscentrum komt een nieuwe kliniek. Niek, Carlijn en ik maken het ontwerp voor het voorlichtingscentrum en de Keniaanse architect met wie we samenwerken, maakt het ontwerp voor de kliniek.”

Hoe lang zijn jullie al hiermee bezig?

“In 2011 en 2012 hebben we een half jaar aan het project gewerkt en een deel van de fondsen gewonnen. We kwamen tot de conclusie dat we te weinig ervaring hadden om het echt te bouwen.



We hebben toen met de mensen daar afgesproken dat we het na onze master zouden bouwen.”

Hoe hebben jullie al die jaren contact gehouden?

“Dat was op een laag pitje. Met verjaardagen en feestdagen feliciteerden we elkaar. En als er iets te melden was, deden we dat. Of gewoon vragen hoe het ermee gaat. Dat gaat meestal via Whatsapp of Skype. Bijna alles gaat via Whatsapp in Kenia.”

Heeft de keuze voor Afrika met je eigen wortels te maken?

“Ik voel affiniteit met Oost-Afrika omdat mijn vader uit Eritrea komt. Mijn moeder komt uit Nederland. In Kenia voel ik me thuis vanwege de manier waarop mensen met elkaar omgaan.”

Heeft Afrika een rol gespeeld in je opvoeding, heeft het je gevormd?

“In mijn familie en de Eritrese gemeenschap is respect voor de ander heel belangrijk. Je behandelt een ander zoals je zelf behandeld zou willen worden. Dat is hoe wij dat zien. En ook: een ander heeft net zoveel recht op eten, drinken en onderdak als jij. Dus delen en een ander helpen zijn belangrijke waarden voor ons. Ik merk dat mensen in Oost-Afrika ondanks dat ze weinig bezitten, toch veel delen. Ik voel me in een gemeenschap vaak meer op mijn gemak dan in een meer individualistische maatschappij. Maar omdat ik opgegroeid ben in Amsterdam, denk ik dat ik een product ben van beide.”

Een belangrijke valkuil bij dit soort projecten is dat het fout loopt zodra het gebouw er eenmaal staat en overgedragen wordt. Hoe willen jullie dat voorkomen?

“Ik sta volledig achter dit project omdat het voortkomt uit een samenwerking en niet uit eenzijdig ontwikkelingswerk. Het initiatief ligt bij de lokale gemeenschap en de lokale NGO, het East Pokot Medical Project dat daar al 36 jaar actief is. Zij hebben er ook het grootste aandeel in, want ze hebben zelf fondsen geworven en zijn opdrachtgever voor de bouw. Wij zien onszelf als adviseurs en ondersteuners. Wij doen onderzoek en leveren tekeningen, maar we baseren ons op de vaardigheden van de lokale bevolking. Tijdens de bouw leiden wij samen met de Keniaanse aannemers mensen op tot bouwvakkers, en omgekeerd zullen zij ons vertellen welk leem geschikt is.”

Wat voor materialen gebruiken jullie bij de bouw?

“We willen voortbouwen op bestaande lokale technieken en materialen, maar een grasdak en leem vinden de Pokot ouderwets. Daarom combineren we lemen blokken voor de muren en vloer met een stalen dakconstructie. We hopen zo dat ze het gebouw als modern beschouwen en zullen accepteren. Verder gebruiken we beton met stalen wapening voor de fundering.”

Hoe zie jij je verdere ontwikkeling als architect?

“Na dit project in Kenia wil ik onder begeleiding van een geregistreerde architect mijn titel halen. Dat is een traject van twee jaar. Ik wil me specialiseren in het efficiënt gebruik van materialen in productie en ontwerp. Met die kennis wil ik graag projecten in Oost-Afrika doen voor een NGO, een architectenbureau of UN-Habitat (het bouw-programma van de Verenigde Naties, red.). Dat kan vanuit Nederland of ik vertrek alsnog.”

<<

pokotresourcecentre.nl

NASCHRIFT

Na het gesprek duurde de droogte onverminderd voort. ‘De droogte onttaardt in een krankzinnige cyclus van geweld en wraak’, schreef Koert Lindtjer in het NRC (21 feb 2017) over ruzies tussen rondtrekkende nomaden met hun vee. Het Rode Kruis verwacht dat 3 miljoen mensen in Kenia dringend voedselhulp nodig hebben. Met de omringende landen erbij gaat het om ruim 16 miljoen mensen in hongersnood.

Autonoom **crashen**

Lekker je krantje lezen terwijl je zelfrijdende auto je door het drukke verkeer van de stad heen loodst? Dat is nog toekomstmuziek.

TEKST: TOMAS VAN DIJK ILLUSTRATIE: AUKE HERREMA

Ze rijden al rond in Silicon Valley: de slimme wagentjes van Google, Uber, Ford en Nissan. Een stuur zit er nog wel in, maar niemand hoeft er aan te zitten. Behalve in noodgevallen. Tesla-directeur Elon Musk meent dat auto's binnen vijf jaar volledig autonoom rijden, zelfs in hectische steden. Ford liet onlangs weten in 2022 auto's te verkopen zonder stuur. Zo'n auto zal je Maarten Sierhuis niet snel zien kopen. Hij is expert kunstmatige intelligentie en chef van een laboratorium van Nissan voor zelfrijdende auto's in Silicon Valley. Hij sprak harde woorden over de rollende robots tijdens het symposium 'The Future of Driving', georganiseerd door studenten van de Electrotechnische Vereniging (EWI). "Iedereen die zegt dat je binnen enkele jaren niet meer achter het stuur hoeft te zitten, liegt. Wij maken een autonome auto die in 2020 in de stad kan rijden. Maar dat is een *eyes-on* auto." (een wagen waarin een mens continu een oogje in het zeil houdt, red.) Denk maar niet dat volledig autonome auto's binnen vijf à tien jaar in de stad rijden." Steden, met al hun voetgangers, fietsers en verkeerd geparkeerde auto's, zijn een nachtmerrie volgens de Nissanmedewerker.

"Autonome auto's zijn nog nauwelijks in staat om een voetganger te herkennen als deze vlakbij een boom staat. De sensortechnologie is nog lang niet genoeg ontwikkeld."

VERKEERSREGELS

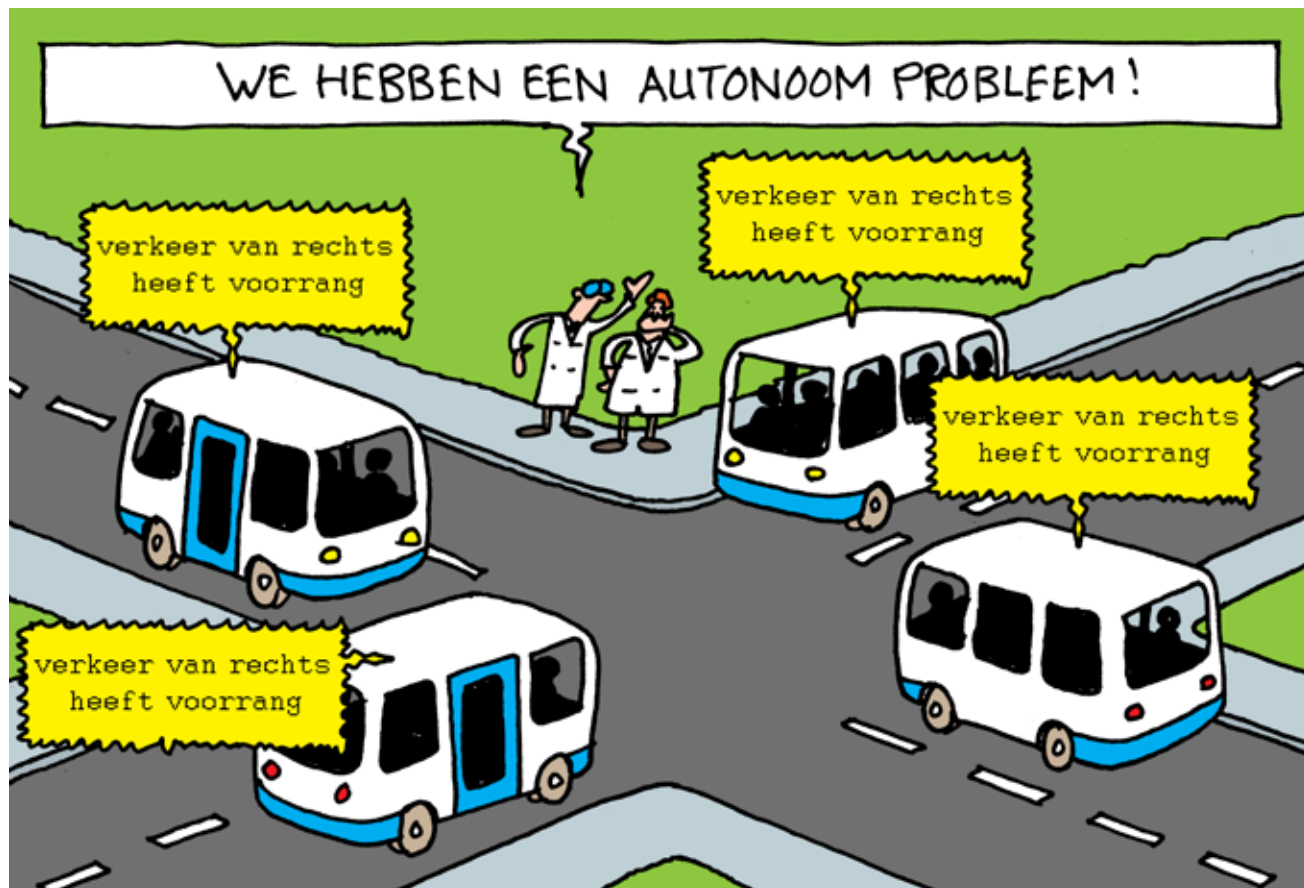
De grootste uitdaging ligt op het gebied van de artificiële intelligentie. Niemand houdt zich strikt aan verkeersregels. Mensen onderhandelen zich een weg door de stad met lichaamstaal en gebaren. "De software moet mensen leren begrijpen." Wat is sociaal geaccepteerd, wat communiceren andere weggebruikers met hun lichaamstaal en hoe maak je je eigen intenties duidelijk? Autonome auto's moeten op al die terreinen snel schakelen, binnen een fractie van een seconde. "Dat vergt enorme rekencapaciteit en elektriciteit." Dan is er het probleem van de sociale acceptatie. "Autonome auto's zijn irritant. Laatst reed ik midden in de nacht naar huis. Drie autootjes van Google reden met 25 mijl per uur voor me, een slakken-gangetje. *Get out of my way*, dacht ik.

Maar ja, ze moeten zich aan de verkeersregels houden." Niet alleen is die braafheid irritant, het kan zelfs gevaarlijk zijn. Wat gebeurt er als op een gelijkwaardig kruispunt – waar iedereen van rechts voorrang heeft – vier autonome auto's tegenover elkaar komen te staan? Er ontstaat een impasse, geen enkele auto beweegt meer. Mensen daarachter worden ongeduldig en gaan gevaarlijke inhaalmanoeuvres uithalen. Sierhuis liet een aantal kruispunten zien waar autonome auto's zich geen raad mee zouden weten. "Een ervan is vlakbij ons instituut. 'The monster' luidt zijn bijnaam. Niemand snapt dit kruispunt."

GEVAARLIJKE SITUATIES

Autonome auto's moeten soepel met verkeersregels omgaan. Dat was ook de boodschap van Serge Lambermont, chef autonoom rijden bij auto-onderdelenfabrikant Delphi. Hij werkt mee aan een proef in Singapore. Die stadstaat streeft naar een volledig autonoom voertuigstelsel op afroep, een soort gerobotiseerde car2go.

'Met een ledlampje kan een autonome auto aangeven dat hij jou gezien heeft'



Lambermont liet een filmpje zien: een autonome auto maakt een ritje vlakbij het bedrijf van Delphi in Singapore met de ceo aan boord. Alles gaat goed. Van baan wisselen ook. Maar er is nauwelijks ander verkeer. Lambermont: “Bij drukte had de auto niet kunnen invoegen. In Singapore rijden mensen agressief. Zodra je je knipperlicht aanzet, geven ze extra gas om het gat dicht te rijden. We moeten de wagen tweaken waardoor hij agressiever rijdt.” Maar tweaken betekent misschien dat de wagen niet altijd de wettelijk vereiste afstand aanhoudt tot een voorligger. Als we wagens van de verkeersregels laten afwijken, creëren we dan geen gevaarlijke situaties? Wagens die autonoom crashen? Lambermont vindt het lastig. “Ik weet niet of het mogelijk is om een auto autonoom te laten rijden volgens de verkeersregels.”

Hoogleraar autonome auto's en artificiële intelligentie prof.dr.ir. Pieter Jonker denkt dat auto's kunnen leren om creatief met regels om te gaan en zich ook op een sociale manier kunnen gedragen, inclusief het maken van oogcontact.

OOGCONTACT

“Ik denk dat we een situatie krijgen waarbij de verkeersregels de default-instelling zijn en dat de wagen daar binnen beperkte marges van kan afwijken. Middels *deep learning* gaan auto's leren adequaat te reageren bij tal van verkeersscenario's. En ze zullen oogcontact moeten kunnen simuleren met menselijke weggebruikers. Met een ledlampje dat groen gaat branden, kan een autonome auto aangeven dat hij jou gezien heeft. De ontwikkelingen gaan ontegenzeggelijk die kant op.”

Dat menselijke interactie een crime is, weet Jonker maar al te goed. Hij is nauw betrokken bij de ontwikkeling van de WEpod, een semi-autonoom busje dat dit jaar mensen vervoerde tussen Ede en Wageningen. “De WEpod rijdt via een vaste route, over een soort virtuele trambaan, en heeft iemand aan boord die kan ingrijpen. We hebben hem afgelopen september getest in Amsterdam op een parcours met veel taxi's, voetgangers en fietsers. Dat was bijzonder lastig. We moesten vaak bijsturen met de joystick.” Autonoom rijden in de stad zal als eerste gebeuren met voertuigen als de WEpods, denkt Jonker. “Die vervoeren toeristen over virtuele trambanen door de stad. Ze rijden heel voorzichtig. Als er een tegenligger is stoppen ze. Ze rijden tegen niemand aan, er kan alleen tegenaan gereden worden.” <<



Zie ginds komt de robot

Bij de ontwikkeling van autonome auto's kan de scheepvaart niet achterblijven. Schepen worden steeds slimmer met zelfstandig varende 'robots' als stip op de horizon.

De persmiddag bij 3mE werd goed bezocht. Journalisten beenden rond de grote waterbakken. Ze keken naar de modelboot die heen en weer manoeuvreerde tussen raadselachtige borden met zwart-witte patronen. Onderzoeksleider dr. Rudy Negenborn stond een verslaggever van Radio 1 te woord. “De beste stuurman staan straks allemaal aan wal”, was de boodschap. Volledig autonoom varende robots (robots) bestaan nog niet, maar dat staat hoge verwachtingen niet in de weg. Sommigen denken dat oceaanoversteken het eerst gerobotiseerd worden. Anderen denken aan veerboten of aan containertransport in de haven tussen verschillende terminals. Ook autonome patrouilleboten worden genoemd. Of een voertuig vliegt, vaart of rijdt – het maakt dr. Rudy Negenborn niet veel uit. Als expert in kunstmatige intelligentie bij 3mE is het zijn missie om

voertuigen slimmer te maken. “Kijk hoeveel een auto al zelf regelt.” In de scheepvaart, als onderdeel van een wereldwijd logistiek systeem, is nog veel te winnen.

In 2010 ontving hij een Veni-subsidie van onderzoeksfinancier NWO voor zijn voorstel om transportstromen te coördineren. ‘Dit onderzoek laat lokale transporthubs zelfstandig continu met elkaar samenwerken en onderhandelen. Dit resulteert in een beter gecoördineerd en efficiënter transportbeheer’, schreef hij destijds. Na toekenning van de beurs trok Negenborn vijf promovendi aan, waarvan de eersten hun proefschrift al hebben verdedigd.

SENSOREN

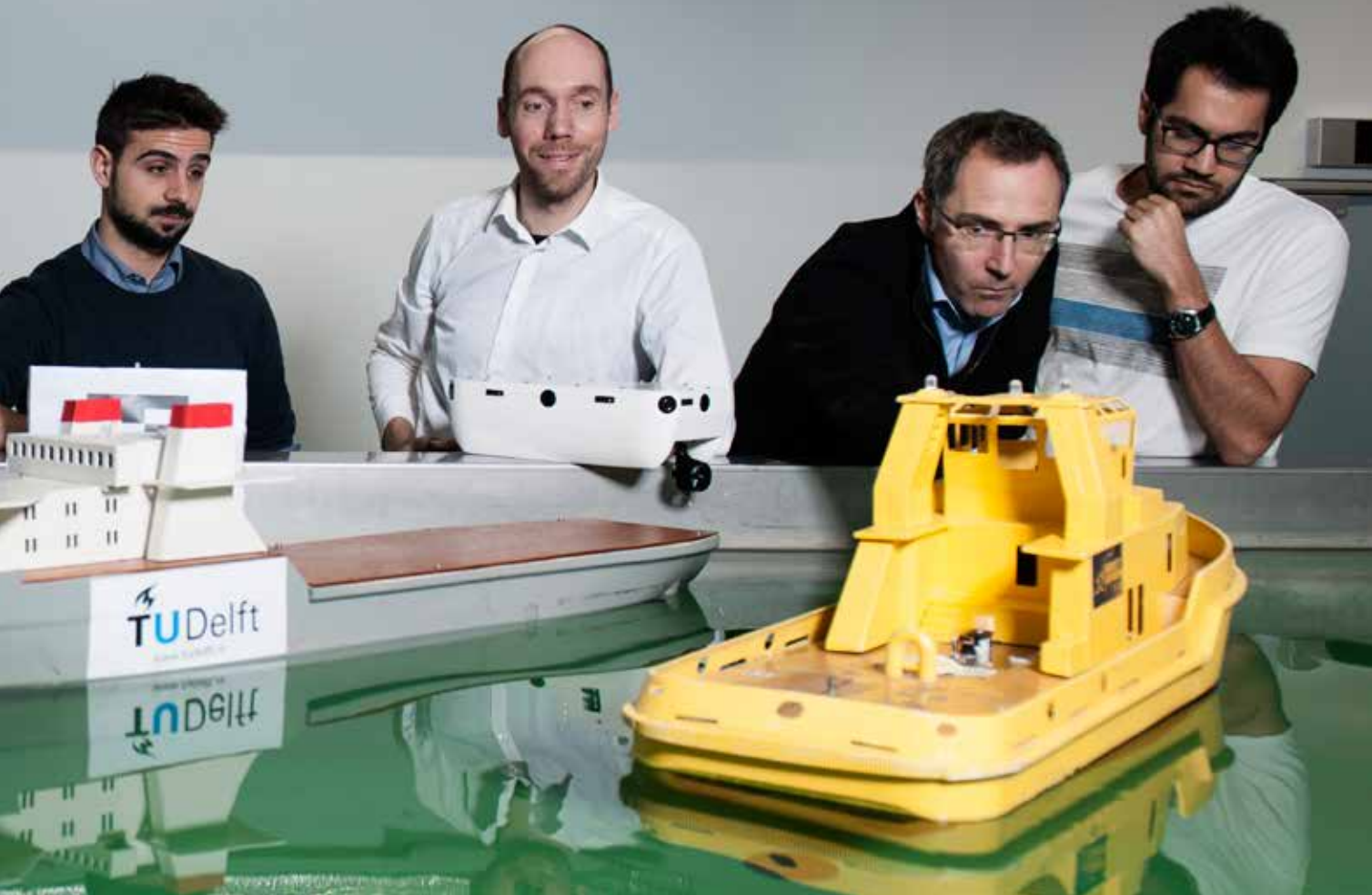
Schepen intelligent maken begint met het aanbrengen van sensoren zodat ze hun omgeving kunnen waarnemen. De tweede stap is het gebruik van die

gegevens. Dat kan een stuurman zelf doen, of een besturingssysteem dat sensordata verwerkt tot bruikbare informatie en op basis daarvan motoren en roeren aanstuurt.

Een voorbeeld daarvan is *dynamic positioning*, die zorgt dat een schip ongeacht wind en stroming op zijn plaats blijft.

“Er komt al steeds meer intelligentie aan boord”, stelt Negenborn vast. “Ook in de binnenvaart. Schippers krijgen steeds betere informatie zoals adaptieve routeplanners en berekening van aankomsttijd. Dat zit nu nog binnen het schip, maar voor *terminal operators* (overslagbedrijven, red.) zou het interessant zijn als die informatie uitgewisseld wordt.”

Naarmate er meer intelligentie aan boord komt, verschuift de rol van de mens in de keten van activatie, controle en supervisie naar een volgend niveau. Met andere woorden: wan-



V.l.n.r. Vittorio Garafano, Rudy Negenborn, Milinko Godjevac en Ali Haseltalab.

neer schepen zelfstandig kunnen varen moet de mens nadenken over het waarheen en het waarom. Maar kan zelfstandig varen met die autonome boten geen kwaad in drukke havens? “Technisch kan er veel. Juridisch mag er weinig”, vat Jan Willem Verkiel van het Havenbedrijf Rotterdam de toestand samen. De oud-mari-

‘Technisch kan er veel, juridisch mag er weinig’

neofficier is projectleider bij de havenmeester van Rotterdam. Hij wijst erop dat alle wetgeving ervan uitgaat dat een schip wordt bestuurd door een schipper of kapitein die voor het vaartuig verantwoordelijk is. Wie is dat in geval van een autonoom vaartuig? Om niet in juridische haarkloverijen verzeild te raken heeft

de havenmeester twee proefgebieden aangewezen voor zelfstandig vaartuigen: in de Rijnhaven en bij het RDM-terrein.

“Autonoom varen is voor ons een vergezicht”, zegt Verkiel, “maar de weg er naartoe kan technische ontwikkelingen bevorderen.” Als voorbeeld noemt hij navigatie-advies van de computer die soms beter dan een menselijke stuurman kan overzien waar het schip verderop mee te maken krijgt.

VEILIGHEID

Over de veiligheid is nog veel onduidelijk, stelt Verkiel. “Uiteraard moet de scheepseigenaar bekend zijn en is er behoefte aan spelregels over aansprakelijkheden. Maar ook moet nagedacht worden over praktische zaken zoals de mogelijkheid een stilgevallen vaartuig weg te slepen of een soort noodknop om op afstand systemen uit te schakelen.”

Volgens Negenborn moet dat wel lukken. Met zijn promovendi werkt hij aan twee verschillende scheepstypen. De Seabax heeft veel weg van een model vrachtschip. Het andere type, de Delfia, is een varende platform dat alle kanten op kan bewegen. Zwermen hiervan zouden in de toekomst containers tussen terminals kunnen verplaatsen.

Wat de eerste robotschepen zullen zijn? Negenborn denkt a an veerdiensten tussen twee vaste punten, of varende robots die de waterkwaliteit bemonsteren. Ook patrouilleschepen bieden kansen. Op zee worden grote offshore windparken vaak bewaakt door patrouilleschepen, waarvan een deel goed zelfstandig zou kunnen werken. Al duurt nog wel tien tot twintig jaar, verwacht hij. Intussen bellen allerlei partijen aan om te horen wat meer drijvende intelligentie voor hen kan betekenen. <<

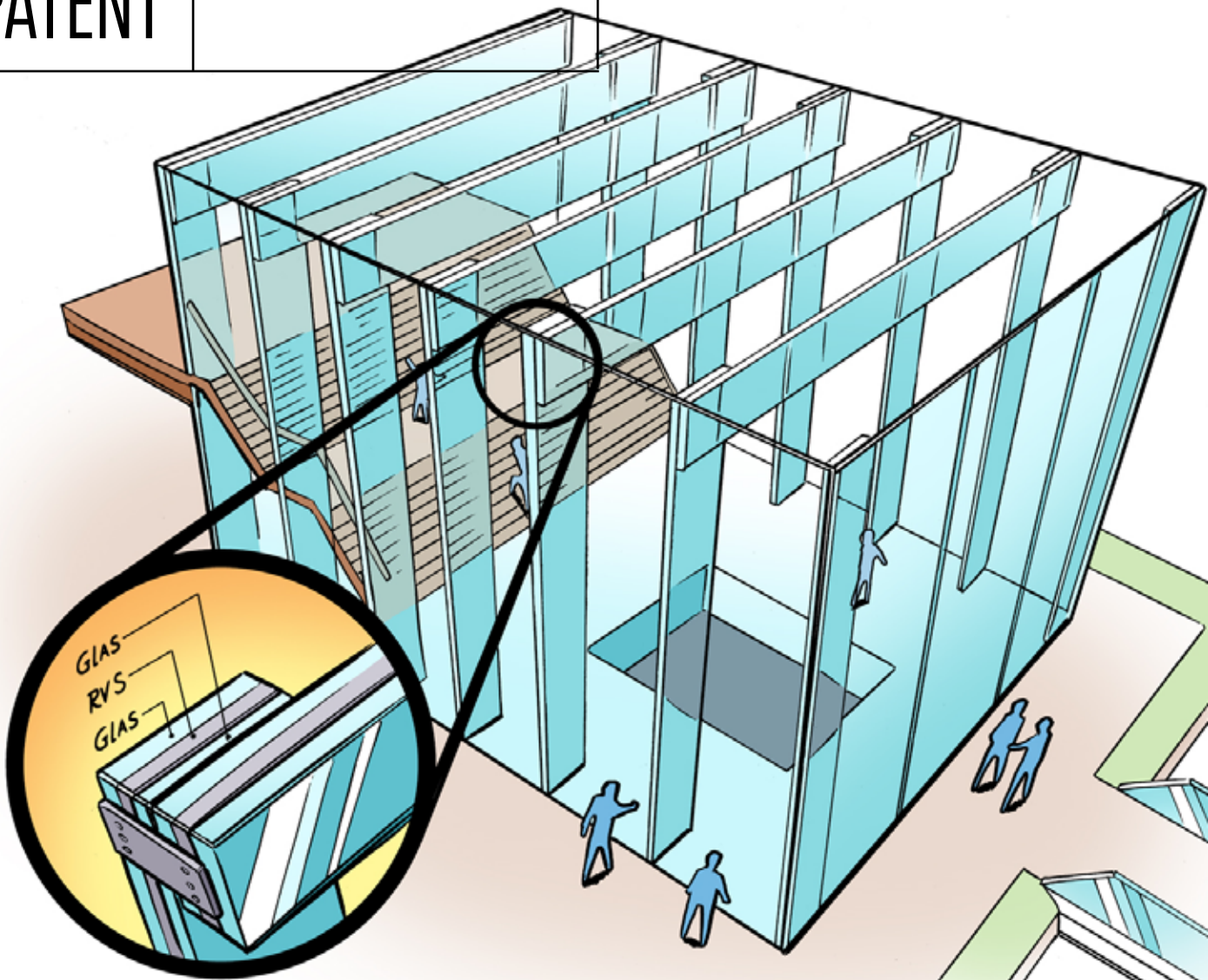
R

PATENT

Een veilige verbinding
voor glasconstructies

Uitvinder:
Fred Veer

Illustratie: Stephan Timmers



Het beroemdste voorbeeld van een volledig glazen constructie is de Apple Cube 2 in New York. Probleem is dat die niet als een gebouw mag worden gebruikt, omdat het niet aan wettelijke veiligheidseisen kan voldoen, zegt universitair hoofddocent Fred Veer.

Een glazen draagconstructie moet op een goede manier beveiligd zijn tegen instorten en daar zit volgens Veer het probleem. De glazen kolommen en liggers moeten aan elkaar worden vastgemaakt met een stalen wapening, maar je wilt geen gaten maken in glas. Veer zocht al tijden naar een manier om die gewapende elementen met elkaar te verbinden. Op een nacht werd hij wakker en zag de oplossing: de wapeningen vastschroeven via een roestvrijstalen holle koker die in het glazen element wordt gelijmd. “We maken nooit een gat in het glas. Het glas wordt alleen via lijm verbonden aan metaal.”

Het voordeel is volgens Veer dat er minder staal nodig is en er op dezelfde manier is te koppelen aan niet-glazen gebouwen. “De glazen wanden zijn prefab te maken en daarna vast te bouten op de bouwplaats.” Veer testte de draagkracht op overspanningen tot acht meter en straks op twaalf meter. Als die houdt, opent volgend voorjaar in de Green Village op het voormalige Bouwkundeterrein de grootste glazen hal ter wereld van twaalf meter hoog, dertig meter lang en een overspanning van twaalf meter. Een mooie expositieruimte. 

COLUMN

Lummeltijd

Een van mijn favoriete uitvindersverhalen is dat van de Amerikaan Spencer Silver. De man, werkzaam voor technologiebedrijf 3M, wilde een superlijm ontwikkelen maar brouwde zo'n beetje het slapste plaksel ooit. Wie de lijm op een papiertje smeert, kan dat papiertje wel op een muur laten kleven maar je trekt het met net zoveel gemak weer los. We tekenen 1968 en Silver had geen idee wat hij met zijn slappe lijm aan moest. Pas jaren later sprak hij iemand die interesse toonde in zijn uitvinding: een collega die zong in een kerkkoor en die zich ergerde aan boekwijzers die uit zijn boek vielen.

En zo werd het idee geboren van de post-it, een miljoenensucces. Deze Delft Integraal staat in het teken van serendipiteit: bij toeval iets nuttigs ontdekken. Een prachtig thema; van de ontdekking van Amerika tot die van penicilline, allemaal waren de hoofdrolspelers op zoek naar iets anders. Een van de vereisten voor het ontdekken van toevallige pareltjes lijkt mij een flinke hoeveelheid ‘lummeltijd’: uren in de week die niet in het teken staan van het leveren van een product volgens een tot de laatste komma uitonderhandelde lijst met functionele eisen. Uren in de week waarin je eens rustig je werk van alle kanten kunt bekijken en je afvragen: wat kan ik hier nog meer mee doen, wie zou ik hier ook eens naar moeten laten kijken om ideeën uit te wisselen?

Spencer Silver, die van de post-its, werkte bij een bedrijf dat werknemers aanmoedigt om 15 procent van hun tijd te besteden aan eigen projecten. Geen managers die resultaten eisen, geen klanten aan de telefoon, maar gewoon: je meldt je maar als je denkt dat je echt iets op het spoor bent.

Andere bekende techbedrijven hanteren ook zo'n filosofie. Zo schrijven de oprichters van Google in een nota: ‘Wij nodigen onze werknemers uit om naast hun reguliere projecten 20 procent van hun tijd te werken aan projecten waarvan ze zelf denken dat Google daar het meest van kan profiteren. Dit beleid maakt werknemers creatiever en innovatiever.’

Klinkt fantastisch, totdat je de othulling van ex-Google topvrouw Marissa Meyer leest op Business Insider. Wie zo graag aan eigen projecten wil werken, zegt ze, doet dat bij Google maar bovenop zijn reguliere contract. ‘Ik zal je een geheim vertellen over Google's 20% tijd. In werkelijkheid is het 120% tijd.’ Bij het begin van deze column wist ik nog helemaal niet dat ik hier zou uitkomen: in een lelijk donker gat tussen bedrijfsbeleid en bedrijfspraktijk. Lummeltijd die in werkelijkheid gratis overwerk voor de baas is. Laat ik het maar zien als het gemene broertje van serendipiteit: dat je iets vindt waar je niet naar op zoek was, en wat je misschien ook liever niet had willen ontdekken.



Tonie Mudde is chef Wetenschap bij de Volkskrant. In Delft studeerde hij luchtvaart- en ruimtevaarttechniek.



Prof. dr. ir. Pieter Desmet (IO)

heeft een Vici-beurs gekregen om uit te zoeken waarom het ene product mensen positief stemt en het andere juist niet. De hoogleraar design for experience wil er met zijn onderzoek 'Van somber naar vrolijk' achter komen waarom sommige producten een positieve of negatieve invloed hebben op de stemming van mensen. Uiteindelijk wil hij ruimtes kunnen ontwerpen die 'actief bijdragen aan een positieve stemming'.



Prof. dr. ing Carola Hein (BK)

en collega Juliette Bekkering (TUE) hebben een subsidie gekregen van 4TU (de vier technische universiteiten in Delft, Eindhoven, Twente en Wageningen) om objecten van historische waarden te printen in gips. Ze gaan bouwkundige en decoratieve elementen van de vijftiende-eeuwse gotische Sint-Hippolytuskerk in Middelstum namaken. Mocht de kerk beschadigd raken door aardbevingen, dan kan het team de schade snel herstellen.



Prof. dr. Isabel Arends (TNW)

speelt een belangrijke rol binnen de nieuwe structuur van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Ze is vice-voorzitter van de afdeling toegepaste en technische wetenschappen (TTW). Voorheen ontfemde onderzoekfinancier STW zich over toegepast onderzoek, maar deze club is opgeheven. Tegelijk met de afschaffing van STW werd NWO heringericht.



Dr. Arjan Houtepen (TNW)

is lid geworden van De Jonge Akademie, een groep van vijftig jonge wetenschappers die zich inzet voor wetenschapspopularisering. Houtepen (1979) onderzoekt hoe lampen, beeldschermen en zonnecellen efficiënter gemaakt kunnen worden met nanotechnologie. Hij richt zich op colloïdale nanomaterialen, materialen die andere eigenschappen krijgen als de vorm van de moleculen verandert.

Nieuwe eredoctoren bouwen aan het leven

Tijdens de dies in januari kregen drie wetenschappers en één niet-academische expert een eredoctoraat van de TU Delft. Hun expertise sluit aan bij het lustrumthema 'technology for life'.

Drew Endy, universitair hoofd-docent bio-engineering aan de Stanford University is één van de bouwers van het biologische equivalent van de transistor, de zogenoemde transcriptor. Harvard-hoogleraar chemistry and chemical biology **Xiaowei Zhuang** is het bekendst van haar techniek Storm, waarmee ze de nanoscopie heeft geïntroduceerd.

Professor **Alessandro Vespignani**, van de Northeastern University in Boston, is virusexpert en heeft een



De vier eredoctoren van 2017 (vlnr): Drew Endy, Xiaowei Zhuang, Alessandro Vespignani en Manuel Alvarinho. Foto: Roy Borghouts

nieuw onderzoeksveld gecreëerd: netwerk-epidemiologie. Civiel ingenieur **Manuel Alvarinho** is oprichter en voorzitter van het Water Regulatory

Council in Mozambique.

delta.tudelft.nl/32683
delta.tudelft.nl/32703

Na Delft

Zijn opa vloog. Zijn vader was F16-vlieger, luchtmachtbevelhebber en voorzitter van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart. En Allard Doste zou zelf ook gaan vliegen, totdat hij een bril kreeg.

Toch koos Droste in 1990 spontaan voor luchtvaart- en ruimtevaarttechniek, aan de faculteit waar zijn vader later decaan werd. Toen hij in 1997 afstudeerde op Glare-vloer-panelen voor de Airbus, werd Fokker net overgenomen door Stork. Daar belandde hij na twee jaar traineeship in een managementfunctie. Hij deed de marketing en verkoop en ging een jaartje naar Insead, een bedrijfskundige opleiding in Fontainebleau en Singapore.

Terug in Nederland werd hij directeur van een van Storks werkmaatschappijen, totdat na tien jaar het ondernemerschap begon te kriebelen. Hij wilde wat doen met *lean management*, dat na de Tweede Wereldoorlog was ontstaan bij Toyota. Die fabrikant ging één auto per keer maken, als de klant er om vroeg. “Dat betekent dat je heel lenig (*lean*) moet zijn om razendsnel een auto te kunnen maken”, legt hij uit. “Wat je doet, maak je in één keer af en telkens een stukje beter.”

Droste verhuurde zich als adviseur. Leuk maar eenzaam. Daarom besloot hij een bestaand bedrijf zonder opvolging te kopen: Aldowa, een toeleverancier van metaal, aluminium en roestvrij staal. “Zwaar hiërarchisch, mensen mochten er niet meedenken.” Hij ging over op zelfsturing: iedereen is de baas en denkt mee. “Wij hebben geen afdelingen, geen managers, geen autorisatieschema, geen functieprofielen, geen werktijden, geen organigram en geen vaste structuur.” Het toverwoord is ver-



Naam: Allard Droste
Woonplaats: Bussum
Burgerlijke staat: Ongehuwd, twee zoons
Opleiding: Luchtvaart- en ruimtevaarttechniek
Vereniging: Delftsch Studenten Corps

Foto: Sam Remmeester

trouwen. Vertrouwen in combinatie met eigen verantwoordelijkheid. Het loopt ‘waanzinnig’ goed, zegt Droste. “We zijn vervijfvoudigd in omzet, het ziekteverzuim is een derde van wat het was en we hebben onder meer de Metaalunie Award en de VNO-NCW Award gewonnen.” Aldowa richtte zich op projecten voor de bouw en maakte onder meer de binnenbekleding van de Markthal

Professioneel dromer met structuur

en de gevelbekleding van station Rotterdam CS, Utrecht CS en de nieuwe studentenflat op Stieltjesweg in Delft. Sinds kort noemt Droste zichzelf ‘professioneel dromer’, want spreken in termen van ‘doelen’ vindt hij maar

kil en zakelijk. In zijn kantoorruimte hangt een groot droombord. Daarop stond ooit ‘de Markthal maken’. Vervolgens doet hij alsof die droom al is bereikt. “En dan gebeuren er magische dingen: mensen worden enthousiaster, gaan erin geloven, zoeken oplossingen in plaats van excuses. Dat zorgt bij ons voor de structuur.” En nu? “Nu zit ik in het grootste experiment van mijn leven: ik laat Aldowa wat meer los.” Hij investeerde in twee startende bedrijfjes: Shake-on in Delft en StartMonday in Amsterdam. Hij is commissaris bij online leerplatform Squala en publiceerde een boek over zijn ervaringen: ‘Semco in de polder – Het kan eenvoudig’. “Het is al een bestseller, alleen tienduizend mensen moeten het nog even lezen.” 

Het brein van de TU



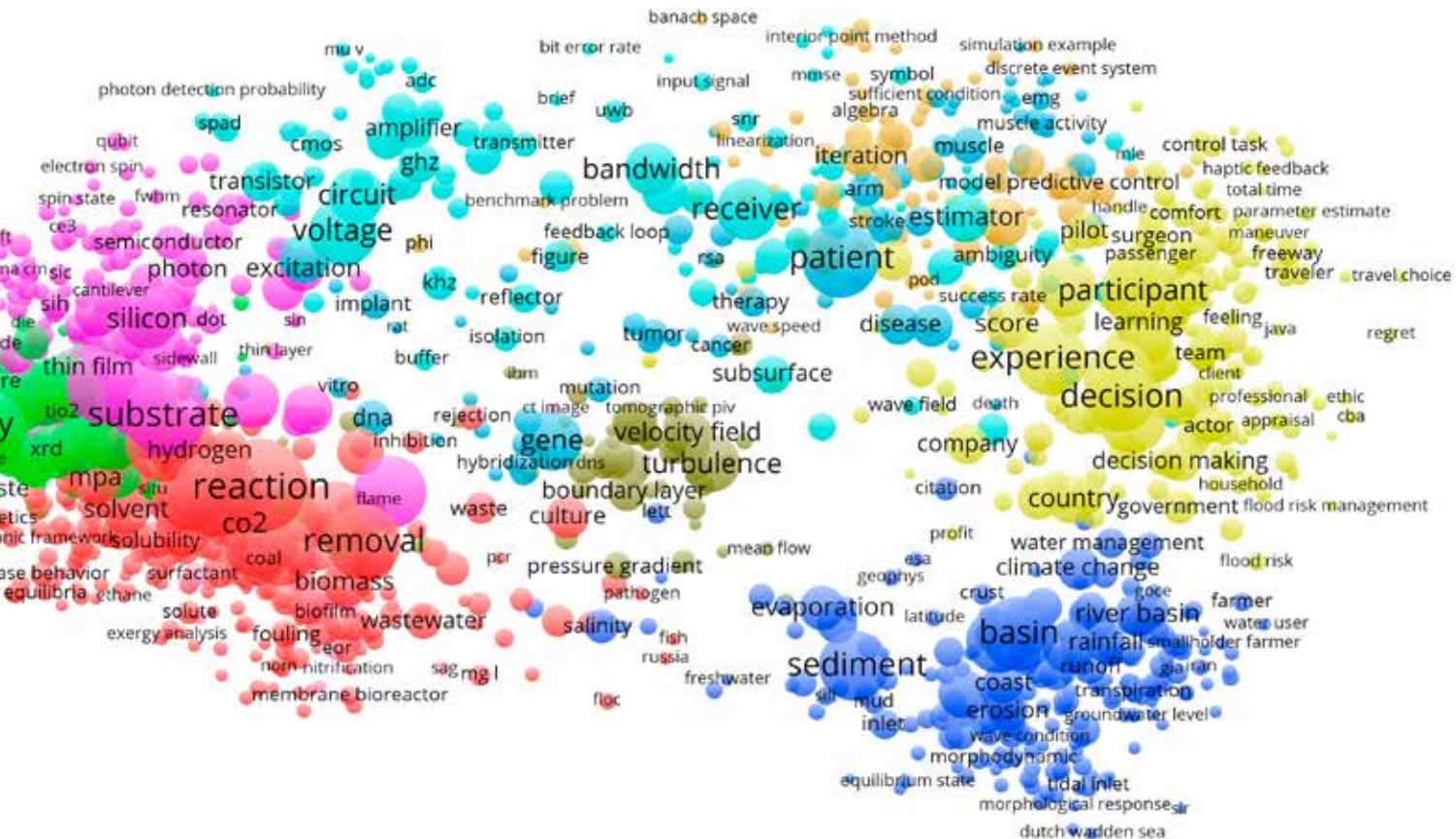
Wat is hot en wie werkt met wie? Data-expert dr. Bijan Ranjbarsahraei (3mE) bracht de belangrijkste steekwoorden van tienduizenden publicaties van de TU Delft in beeld. Clusters en knopen lichten in zijn plaatjes op alsof het functionele MRI's zijn van een brein.

Kijk door je wimpers en met een beetje fantasie zie je rechtsonder een hersenschors in blauw oplichten. Met woorden als basin, erosion en sediment is dit het domein van de hydrologie. Onderzoekers van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen zwaaien hier de scepter. Het is ver verwijderd van de wereld van electronspins en semiconductors, in de 'frontale kwab', roze, links boven. Daar is vooral de faculteit Technische Natuurwetenschappen actief. Maken neurologen atlanten van het brein, dr. Bijan Ranjbar-Sahraei deed iets soortgelijks voor de universiteit met behulp van steekwoorden. Daarvoor verzamelde hij uit de database Web of Science de titels en abstracts van alle wetenschappelijke artikelen waaraan onderzoekers van de TU Delft hebben meegewerkt tussen 2003 en 2015: zo'n twintigduizend. "Hoe dichter woorden bij elkaar in de buurt liggen, hoe vaker ze samen voorkomen in publicaties", vertelt de Iraanse postdoc van de faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen (3mE). "De kleuren geven de clusters aan die het programma herkent." Ranjbar-Sahraei bracht de verwantschap van de wetenschappelijke termen in kaart met het visualisatieprogramma VOSviewer, ontwikkeld door onder-

zoekers van het Centre for Science and Technology Studies (CWTS, Universiteit Leiden). Met hulp van de TU Library wist hij elke publicatie bovendien te koppelen aan een of meer faculteiten. Daardoor kun je van elke faculteit zien welke onderwerpen geregeld in haar publicaties voorkomen en of er overlap is met andere faculteiten.

WEGWIJS MAKEN EN TRENDS HERKENNEN

De datavisualisaties vormen een voorbeeld van wat je met VOSviewer en aanverwante programma's kunt doen. Het zijn de uithangborden van het project Aida (Automatic Identification of Research Trends). Het doel van Aida is om onderzoekers wegwijs te maken in de wetenschappelijke literatuur, en, zoals de naam al zegt, trends te herkennen. "Vooral voor promovendi die net beginnen en *tenure trackers* die hun onderzoek goed willen positioneren, kan dit erg behulpzaam zijn", zegt dr. Rudy Negenborn, initiatiefnemer van Aida en universitair hoofddocent bij de afdeling maritime & transport technology (3mE). "Elke maand verschijnen duizenden nieuwe wetenschappelijke artikelen", zegt Negenborn. "Het aantal tijdschriften en kanalen waarlangs publicaties naar buiten komen, neemt alsmaar toe. Het wordt voor onderzoekers steeds lastiger om overzicht te houden op hun vakgebied." Wie door de bomen het bos niet meer ziet, kan bij Aida aankloppen. Onderzoek-



kers die deel-nemen aan het project, onder wie Ranjbar-Sahraei, en collega's van het Leidse CWTS en de TU Library, helpen je om je onderzoeksveld te verkennen. “We helpen hen om met automatische *big data analyse tools* in beeld te brengen welke onderzoekers en onderzoeksgroepen in Nederland, en daarbuiten, actief zijn in hun veld en wat de trends zijn”, zegt Ranjbar-Sahraei. “Met wie kun je wellicht samenwerken? En zijn er groepen waarmee je wilde coöpereren maar die zich de laatste jaren profileren met andere onderwerpen? Ook dat soort inzichten kunnen uit de analyses voortvloeien. Dit zijn handige verkenningen ter voorbereiding op congresbezoeken - je kunt effectiever netwerken. En het is handig bij het schrijven van subsidieaanvragen.”

SLAG OM DE ARM

Terug naar de faculteiten. De interpretatie van de plaatjes is voornamelijk lastig. “Ik moet nog een slag om de arm houden”, zegt de Iraniër. “We staan aan het begin van de exploratie- en

toetsing. Sommige woorden komen misschien niet zoveel voor maar zijn toch belangrijk, en andersom kan ook. Daarom is het erg belangrijk dat we de visualisaties interpreteren met onderzoekers van verschillende disciplines die steekwoorden kunnen duiden.”

Ranjbar-Sahraei wil verder inzoomen op de faculteiten, en de plaatjes die daaruit voortkomen later dit jaar doornemen met de decaanen van de TU. “Het onderzoek kan wijzen op mogelijkheden voor betere samenwerking tussen secties en afdelingen die faculteiten nu laten liggen.”

3mE-decaan Theun Baller is alvast enthousiast over het initiatief dat binnen zijn faculteit is ontstaan. “Datamining en het gebruik van big data, zoals in dit project gebeurt, is belangrijk. Deze tools kunnen ons onderzoek zeker verder versterken.”

<<

In het voorjaar organiseert Aida een workshop. Meer informatie: aida.tudelft.nl



Data-analist Bijan Ranjbar-Sahraei (1986) werkt sinds vorig jaar bij de TU aan het Aida-project. De jaren daarvoor deed hij promotie-onderzoek aan de Universiteit van Maastricht. In 2016 verdedigde hij zijn proefschrift 'Mining and Modeling of Dynamic Social Graphs'. In 2011 behaalde hij zijn mastersdiploma in Control Engineering aan de Shiraz University in Iran.

Zijn afstudeeronderzoek ging over het aansturen van robotische zwermen.


 HORA EST

‘Toegang tot elektriciteit moet een mensenrecht zijn’

Pradyumna Bhagwat, ingenieur technische bestuurskunde

“Elektriciteit is een basisbehoefte geworden in onze samenleving.

De komst van elektriciteit heeft gezorgd voor economische groei en heeft onze levensstandaard enorm verhoogd, of het nu gaat om toegang tot informatie, onderwijs, gezondheidszorg, mobiliteit en entertainment.

Maar tegelijkertijd leeft een groot deel van de wereldbevolking nog zonder elektriciteit. De toegang daartoe zou deze mensen vooruit helpen op de energieladder en hun leven aanzienlijk verbeteren. Daarom vind ik dat iedereen overal elektriciteit moet hebben. Het moet een fundamenteel recht zijn.”

Alle vogels zijn viervoetig.

Nicolaas van Adrichem,
informatica ingenieur



Astronomie is de beste vervanging van oorlog als het gaat om het stimuleren van de ontwikkeling van nieuwe technologie.

Reinier Janssen, natuurkundig ingenieur

Het gevaar van een directe democratie is dat mensen geforceerd worden om een mening te hebben.

Max Koole, elektrotechnisch ingenieur

In een wereld geleid door oorlog, zou er geen rede zijn.

Robbert-Jan Dikken, materiaalkundig ingenieur

Democratie vertrouwt op de opleiding van het volk.

Rui Hou, elektrotechnisch ingenieur

Hoger opgeleid zijn of in bezit van een academische graad is geen noodzaak en evenmin adequaat, om sociale opmerkzaamheid te verwerven.

Zahra Kolahdouz Esfahani, elektrotechnisch ingenieur

De exponentiële van de wetenschappelijke publicaties over grafeen impliceert niet een exponentiële groei van grootschalige toepassingen met grafeen.

Leonardo Vicarelli, natuurkundig ingenieur

Hydrologische modellen profiteren meer van hersenkracht dan van computerkracht.

Tanja de Boer-Euser, natuurkundig ingenieur

3D-stapelen is de nieuwe Moore's wet.

Ali Rezaie Adli, elektrotechnisch ingenieur

DE ZAAK

Een gloednieuwe kroeg openen op je 22ste, dat doen niet veel studenten. Marijke Vuik wist wat ze wilde en startte elf jaar geleden Doerak, een begrip in Delft.

De grote ramen van Biercafé Doerak kijken uit op de gracht van het Vrouw Juttenland. Voor iedereen is er een geschikt drankje te vinden op de tweehonderd speciale bieren tellende kaart. De Doerak is een bekende plek voor studenten, gezinnen, alleenstaanden; een echte kroeg. Het café past zo goed in de straat dat het lijkt alsof het er al honderden jaren zit. Maar niets is minder waar: elf jaar geleden was dit een vegetarisch restaurant met een paars-gouden gevel. Het liep niet goed en het pand werd verkocht. Marijke Vuik greep haar kans. “Ik zag helemaal voor me hoe ik dit zou verbouwen”, vertelt ze. Vuik was toen 22 jaar. “Misschien was ik wat naïef. Ik heb de hele verbouwing zelf gedaan met vrienden. Dat gaf zo’n kick! De eerste weken werkte ik tachtig uur per week, puur op adrenaline.” Vuik was toen nog bezig met haar studie. “Ik studeerde industrieel ontwerpen: leuk, maar ik wist al snel dat mijn hart bij de horeca lag. Naast mijn studie werkte ik altijd in de horeca, bijvoorbeeld bij de Oude Jan en Kobus Kuch. Toen dit pand vrij kwam, kon ik het niet laten gaan.” Ze was vijfdejaars en moest nog een paar vakken om haar studie af te ronden. “Ik dacht dat ik dat wel kon afmaken na de verbouwing, maar een eigen bedrijf hebben geeft zo’n kick dat ik meteen open ging.” De



Naam: Marijke Vuik
Bedrijf: Doerak
Opgericht in: 2006
Product: Biercafé
Missie: Een gezellige plek creëren met verschillende bieren
Omzet: “Dat zet ik liever niet in de krant.”
Over vijf jaar: Over vijf jaar: “Het assortiment zal veranderen, maar verder niet.”

studie is dus nooit afgemaakt. Vanaf dag één liepen de zaken goed en dat succes bleef. Doerak is nog een keer verbouwd om meer ruimte te creëren, maar zit nog steeds vaak stamp-

vol. Vuik opende 4,5 jaar geleden een winkel met speciaal bier, Flink Gegist. “Klanten vroegen vaak waar ze de bieren konden kopen voor thuis. Dan moest ik ze verwijzen naar Amsterdam. Op een gegeven moment heb ik zelf een winkel geopend waar we nu een assortiment hebben van achthonderd bieren.”

Naast het runnen van Flink Gegist en Doerak organiseert Vuik elk jaar het Winter-bierenfestival in Lijm en Cultuur en sinds dit jaar ook het koffiefestival op het Doelenplein. “Daar ben ik per ongeluk ingerold. We stonden vorig jaar op het koffiefestival met koffiebiere en er hing zo’n leuke sfeer! Toen ik hoorde dat de organisator ermee ging stoppen, vond ik dat zo jammer dat ik het heb overgenomen. Het festival is relatief klein en past niet per se bij Doerak, maar ik vind koffie een fantastisch mooi product.”

Toch zal Vuik niet snel een hippe koffietent openen. “Er zit een groot verschil tussen dag- en nachthoreca. Je verwacht andere dingen, van zowel serveerders en barmensen als het publiek. Ik vind een kroeg fantastisch, de mensen die er komen, de sfeer die je neer kunt zetten...” In de toekomst zal de Doerak niet veel veranderen.

“Waarschijnlijk vooral het assortiment, want er zijn zoveel bieren op de markt. Verder gaan de zaken zo goed.”

Speurtocht langs het verleden

TEKST: CONNIE VAN UFFELEN FOTO'S: SAM RENTMEESTER

De TU Delft bestaat 175 jaar. De sporen van haar geschiedenis tref je nog overal aan in de oude binnenstad.

Op 8 januari 1842 richtte Koning Willem II aan de Oude Delft 95 de voorganger van de technische universiteit op: de 'Koninklijke Akademie ter opleiding van burgerlijke ingenieurs zoo voor 's lands dienst als voor de nijverheid en van kweekelingen voor den handel'. Nog geen 22 jaar later werd dat de Polytechnische Hogeschool, die de opleidingen weg- en waterbouw, scheepsbouw, werktuigbouw en mijnbouw aanbood. Pas in 1905 kregen die een academisch niveau toen koningin Wilhelmina op 10 juli de Technische Hogeschool officieel opende. Toen halverwege de jaren tachtig de benaming 'hogeschool' wettelijk alleen nog maar gold voor hoger beroepsonderwijs, ontstond op 1 september 1985 de Technische Universiteit.

SCHUTTERSVELD 2, BIBLIOTHEEK

De bibliotheek van de TU was van 1915 tot 1997 gevestigd in het neorenaissance gebouw aan Schuttersveld 2, een voormalig exercitieterein.



OUDE DELFT 39



De Verenigde Oost-Indische Compagnie kocht tussen 1620 en 1631 verschillende panden aan de Oude Delft en voegde die samen tot Oude Delft 39.

Zo ontstond haar Delftse Kamer voor specerijen- en porseleinhandel. Rond 1930 trok de afdeling Bouwkunde erin. Nu wonen er studenten en is er een ingenieursbureau gevestigd.

OUDE DELFT 81



Toen een promovendus van Martinus Willem Beijerinck, Gerrit van Iterson, in 1907 hoogleraar werd van het nieuwe en zeer populaire vak microscopische anatomie, werd de Nieuwelaan 1 te klein. Van Iterson kreeg in 1908 een eigen ruimte aan de Oude Delft 81, het Oude Kantongerecht. In de tuin kweekte hij planten voor onderwijs en

onderzoek. Zo ontstond hier de studie die hij later technische botanie zou noemen. Het is nu al 93 jaar een studentenhuis.

OUDE DELFT 95



Ooit stond aan Oude Delft 95 brouwerij De Cimbel, totdat voormalig burgemeester Willem Hooft haar driehonderd jaar geleden kocht, sloopte en er zijn droomhuis in Lodewijk XIV-stijl liet bouwen. Het pand werd vanaf 1799 gebruikt als 'provinciekantoor' van de Bataafse Republiek en later als weeshuis en militaire academie. In 1842 richtte Koning Willem II er de Koninklijke Academie op voor opleiding van burgerlijke ingenieurs. Het diende 110 jaar als hoofdgebouw.

OUDE DELFT 87-91



Om de Koninklijke Academie te kunnen uitbreiden, kocht de gemeente vanaf 1842 de rij aaneengeschakelde buurpanden aan Oude Delft 87-91. In het lange, witte pand met 22 ramen op rij kwamen vanaf 1864 de afdeling handtekenen en ornamentleer van de faculteiten Bouwkunde en Civiele Techniek van de Polytechnische School. In 1945 werd het studenten-

huis De Engelenbak, nu 87-89. Nummer 91 bestaat uit appartementen.

OUDE DELFT 71



Het gebouw met de vijf vensters aan Oude Delft 71 werd rond 1800 gebouwd en bood vanaf 1898 plaats aan het Laboratorium voor Microchemie. Nu zijn er appartementen en is het een rijksmonument.

WESTVEST 7 EN 9



Het neoclassicistische gebouw aan Westvest 9 werd rond 1865 gebouwd als uitbreiding van het vroegere hoofdgebouw aan Oude Delft 95. Het huisvestte scheikunde en werktuigbouwkunde. Tien jaar later werd een kopie op nummer 7 (nu nummer 5) gebouwd. Hier werden natuurkundelaboratoria en een grote collegezaal ingericht.

NIJEWELAAN 1

In het voormalig Laboratorium voor Microbiologie (1897-1957) aan de Nieuwelaan 1 werkten Martinus Willem Beijerinck en Albert Jan Kluyver, de grondleggers van de Delft School of Microbiology. Het pand is gebouwd in neo-renaissancestijl en er zat onder meer



een bibliotheek, een zaal voor microscopie, een chemisch lab, werk- en tekenkamers, een professorenwoning en woningen voor de conciërge en de amanuensis.

NIJEWELAAN 76



Het gebouw aan de Nieuwelaan 76 werd tussen 1905 en 1911 gebouwd voor de afdelingen werktuig- en scheepsbouwkunde. Het had een laboratorium met drie hallen voor proeven aan stoom-, gas-, en petroleumwerktuigen. Naast het ketelhuis lag een kolenhuis dat was verbonden aan de schoorsteen die nu nog is te zien aan de Ezelsveldlaan 61. In 1921 kwam er een hulpgebouw voor aero- en hydrodynamica. In 1955 verhuisden de afdelingen naar de Mekelweg.

OOSTPLANTSOEN 25

Dit pand werd in de jaren twintig gebouwd. Op de trappen kwamen op 23 november 1940 honderden studenten bijeen om te protesteren tegen de schorsing van Joodse docenten door de nazi's. Na een toespraak van student Frans van Hasselt gingen ze spontaan staken. Toen in 1975 Civiele Techniek een nieuw gebouw op de campus kreeg, deed het nog een tijd dienst als uitbreiding van de TH-bibliotheek. <<

ALUMNI NIEUWS



Onder de appelboom

Bent u vrouw en in de afgelopen jaren afgestudeerd of gepromoveerd aan de TU, dan kunt u meedingen naar de Marina van Damme-beurs. Deze beurs ter waarde van 9 duizend euro is bedoeld als een duwtje in de rug bij een volgende stap in uw loopbaan.

De Marina van Damme beurs wordt mogelijk gemaakt door een schenking van de Delftse ingenieur (1953) Marina van Damme, tevens de eerste vrouw die promoveerde aan de Universiteit Twente. Zij wil vrouwelijke ingenieurs van de technische universiteiten in Delft, Eindhoven, Twente en straks ook Wageningen, helpen zich verder te ontwikkelen. De beurs is voor verbreding van je opleiding, verdieping van je vakgebied of vergroting van je internationale oriëntatie. "Voor mij heeft deze beurs veel betekend, zowel persoonlijk als professioneel", zegt Joyce Kuiken, winnaar in 2010. Kuiken studeerde in 2006 af in Delft als architect. Een paar jaar later besloot ze zich in te schrijven voor de beurs. "Ik heb een voorkeur voor

licht en mobiel bouwen en ben vooral geïnteresseerd in bouwen met textiel. In Duitsland bestaat daar een opleiding voor bij het Institute for Membrane and Shell technology [IMS] aan de Anhalt

'Voor mij heeft de beurs veel betekend, zowel persoonlijk als professioneel'

University of Applied Sciences in Dessau. Die studie heb ik kunnen bekostigen met de Marina van Damme-beurs. Het was een enorme verrijking", vervolgt ze. "Je werkt op een ander niveau dan als student en ik heb een wereldwijd netwerk kunnen opbouwen." Nu beoordeelt Kuiken als jurylid de aanvragen en is ze voorzitter van het Marina van Damme-netwerk. Dit netwerk van alle winnaressen – 35 in totaal – wordt elk jaar traditioneel door mevrouw Van Damme uitgenodigd in haar tuin, waar ze onder de appelboom ervaringen uitwisselen en contacten opbouwen.

Wilt u dit jaar kans maken op deze beurs ter waarde van 9 duizend euro? Schrijf dan voor 17 april in. Zie universiteitsfonds.tudelft.nl voor de criteria en procedure.



Alumni Activiteiten

4 april

Alumni event Oslo

16 april

TBM Alumni event NIBC

19-20 april

IDE Masterclass Brand Driven Design

Week van 9 mei

Canada alumni event - Vancouver, Toronto en Montreal

10 mei

Alumni dag Technische Natuurkunde (VWTP)

17-18 mei

IDE Masterclass Design Leadership and Innovation

8 juni

Research Exhibition open voor alumni - Delft

9 juni

Lustrum Alumni Event – Delft

Steun het talent van de TU Delft, word donateur van het Universiteitsfonds Delft: ufonds@tudelft.nl
www.universiteitsfonds.tudelft.nl
NL48 ABNA 0441 4822 95,
ter attentie van
'Universiteitsfonds Delft'.

CONTACT

Vragen, opmerkingen of adreswijzigingen?
Alumni TU Delft:
alumni@tudelft.nl
alumni.tudelft.nl

TU Delft 175 jaar

In 2017 bestaat de TU Delft 175 jaar. Dat vieren wij groots en wij hopen dat u daarbij bent. 175 dagen lang zetten we Delft in het teken van Technology for Life. Van 13 januari tot en met 6 juli zijn er op en rond de campus activiteiten voor en door studenten, medewerkers, alumni, bedrijven en Delftenaren.

International Festival of Technology

Op 7, 8 en 9 juni vindt het jaarlijkse International Festival of Technology (IFoT) plaats op de campus. Dit driedaagse festival is een mix van technologie, muziek en kunst. Dit jaar pakt IFoT extra uit vanwege het 175-jarige bestaan van de TU Delft.

ifot-delft.com

TU Delft Research Exhibition

Op 6, 7 en 8 juni vindt de TU Delft Research Exhibition plaats: Nederlands grootste wetenschappelijke onderzoekstentoonstelling. Op deze tentoonstelling zijn onder meer 175 onderzoekspresentaties van de TU Delft te zien. Deze 'state-of-the-art' innovaties hebben het potentieel om, in samenwerking met externe partijen, maatschappelijk toepasbaar te worden gemaakt. Ook zijn er inspirerende speedlectures te beluisteren en kunt



u excursies maken naar verschillende onderzoeksfaciliteiten.

De wetenschappers achter de 175 'cutting edge' technologische en innovatieve onderzoeken zullen zelf vertellen wat hun research inhoudt. Kom persoonlijk kennismaken!

Iedereen is van harte welkom om de TU Delft Research Exhibition te bezoeken. De toegang is gratis maar inschrijven vooraf is vereist.

Professionals die werkzaam zijn in het bedrijfsleven, bij de overheid of een kennisinstelling en die zich bezighouden met technologie en innovatie zijn bij voorkeur welkom op 6 en 7 juni.

tudelft.nl/exhibition

Programma IO-alumni

IO-alumni zijn op 8 juni uitgenodigd voor een hapje en een drankje in het vernieuwde i.d-Kafee van de studievereniging. Er is een tentoonstelling van studentenprojecten en een programma van masterdisputen voor alumni, Dfi, IPD en SPD studenten.

io.alumni.nl

Programma CiTG-alumni

Alumni van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen zijn op 8 juni in de middag welkom voor rondleidingen door het water-, bouw- en geolab, zeepkistensessies met nieuwe hoogleraren en een lezing van studievereniging Practische Studie. Er is een afsluitende borrel in faculteitscafé PSOR.

citg.tudelft.nl

9 juni: Lustrum Alumni Event 'Technology for Life'

Speciaal voor alle alumni bieden wij vanaf 16.00 uur een afwisselend middag- en avondprogramma voor alumni. Met de bekendmaking van de Alumnus van het Jaar 2017; meerdere topsprekers op het gebied van 'Technology for Life', waaronder prof. Jack Pronk (biotechnologie, sectie industrial microbiology) en presentaties van veelbelovende en inspirerende studentenprojecten. Uiteraard kunt u ook bijpraten en herinneringen ophalen met jaargenoten tijdens het muziekfestival op de campus. Kortom, een inspirerend en feestelijk programma voor alle alumni van de TU Delft.

175.tudelft.nl/programma

Blijf op de hoogte

Wilt u niets missen? Kijk voor het laatste nieuws op 175.tudelft.nl



Foto: Roy Borghouts



Reserveer alvast
in uw agenda!

Anmelden en inschrijven voor
8 en 9 juni kan vanaf april 2017.
U ontvangt nog een persoonlijke
uitnodiging via de mail.



Het lab van...

Otte, Quantum nanoscience

Mari Carmen Martínez Velarte bestudeert het oppervlak van materialen op atomische schaal met behulp van een van de krachtigste technieken die hier volgens haar voor beschikbaar is: de 'lage temperatuur raster-tunnelmicroscop' (STM). De microscoop werkt met een naald waarvan de punt slechts een atoom groot is. Met behulp van deze microscoop kan ze atomen op het oppervlak ook manipuleren.