



**DELFT** | Nr. 1 | APR 2020 | JAAR-  
**INTEGRAAL** | GANG 37 |  
TU Delft

Alexandra den Heijer  
**Puzzelen  
met vastgoed**

**VIJF JAAR  
DELFT GLOBAL INITIATIVE**  
Topwetenschap  
voor arme landen

**Waardenbewust  
ontwerpen**  
De juiste dingen laten doen

**THEMA**  
**Start-ups**



## Cover:

Bij start-up Skelex vallen een paar dingen samen: een jonge ondernemer, succesvol bedrijf, gevestigd op een mooie locatie. Bovendien maken ze een product dat je kunt vasthouden en waaraan je kunt zien wat het doet. Wat mij betreft dus geschikt als cover. (Foto: Sam Rentmeester)

Voorwoord  
*Tim van der Hagen*

# Ondernemerschap

Hoe we onze kennis naar de maatschappij krijgen, is een vraag die ons dagelijks bezighoudt, want zo wordt kennis impact. Eén manier om dat te bewerkstelligen is ondernemerschap en daar zijn we als universiteit best goed in, al zeg ik het zelf. YES!Delft, onze broedplaats voor start-ups, stond in 2019 wederom in de wereldwijde top vijf van de beste universiteits-incubators. Want al zijn ingenieurs van nature niet de beste ondernemers, je kunt ondernemerschap wel leren. In deze Delft Integraal dus vele do's-and-don'ts van docenten en ervaringsdeskundigen. Zo leidt *entrepreneur in residence* Duke Urbanik ons rond bij YES!Delft en vertellen starters hoe ze aan de benodigde fondsen kwamen. Ook kijken we nog even terug naar onze Dies Natalis-viering op 10 januari – wat lijkt dat al weer lang geleden. Dies-redenaar Paul Hekkert vertelde over een verschuiving in de ontwerpwereld:

designers richten zich steeds minder op het ontwerpen voor de individuele behoeftebevrediging op korte termijn en steeds meer op collectieve langetermijnwaarden. Zelf kondigde ik bij die gelegenheid aan dat de universiteiten en medische centra in Delft, Rotterdam en Leiden de komende jaren nog nauwer zullen gaan samenwerken. Ik vertel u er in deze uitgave meer over.

Werd de TU Delft in januari maar liefst 178 jaar, ons Global Initiative vierde toen zijn vijfde verjaardag. Inmiddels zetten zo'n 250 onderzoekers en 500 studenten zich in voor projecten in Afrika en Azië, uiteenlopend van het ontwikkelen van betaalbare MRI-apparatuur tot het verduurzamen van de palmolie-industrie. Als dat geen impact voor een betere samenleving is!

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



Pagina 07  
Start-ups



**KORT DELFTS**  
04

**THE GREEN VILLAGE**  
24

**ZANDKORRELS  
SCANNEN**  
26

**PERSOONLIJK**  
28

**COLUMN**  
TONIE MUDDÉ  
28

**NA DELFT**  
THIJS MATHOT  
29

**SAMENWERKING  
ROTTERDAM EN LEIDEN**  
34

**ALUMNUS**  
ANURAG BHATTACHARYA  
36

**UNIVERSITEITSFONDS  
DELFT**  
39

## COLOFON

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

Delft Integraal is een uitgave van de TU Delft

18

## Alexandra den Heijer

Hoogleraar publiek vastgoed Alexandra den Heijer ziet de campus als levend laboratorium. “Er is nog veel hetzelfde, en tegelijkertijd is alles veranderd.”



22

## Verantwoord ontwerpen

Thema van de Dies Natalis dit jaar is Design for Values. Hoe kunnen ontwerpers waarden als duurzaamheid, gezond leven en sociale cohesie aantrekkelijk maken?



30

## Delft Global Initiative

Met 16 miljoen aan onderzoeksgeld en meer dan zestig projecten lijken Delftse wetenschappers er daadwerkelijk in te slagen een verschil te maken voor de allerarmsten in de wereld.



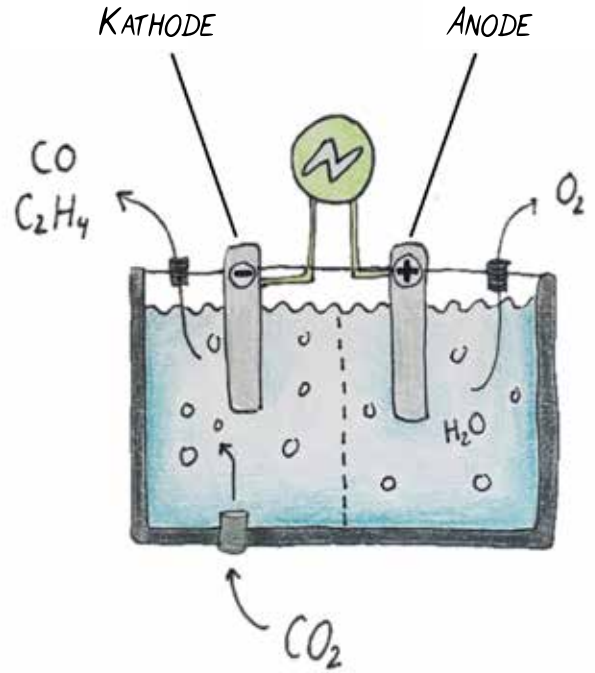
# KORT DELFTS



## Wolken op Barbados

Wolkenonderzoeker dr. Louise Nuijens en promovendi Geiske de Groot en Kevin Helfer (alle drie van CiTG) hebben deze winter meegedaan aan een grootschalig project op Barbados om de invloed van wolken op het klimaat te onderzoeken. Ongeveer veertig instellingen uit tien landen waren betrokken bij dit initiatief met de naam EUREC4A. “De ligging van Barbados is ideaal”, zegt Nuijens. “De laag hangende cumuluswolken, die worden meegevoerd door de oostelijke

passaatwinden, zijn nog zuiver en niet beïnvloed door bergketens of industrie.” De Caribische wolken zijn van top tot teen doorgelicht vanaf schepen, met vliegtuigen, satellieten en vliegers. De Delftse onderzoekers hebben Lidar-metingen gedaan. Lidar-instrumenten meten met laserlicht de beweging van lucht waterdamp rond de wolken. De bevindingen worden verwerkt in klimaatmodellen.



VLOEISTOF ELEKTROLYSE



## Van CO<sub>2</sub> naar benzine

CO<sub>2</sub> is niet alleen een broeikasgas, wetenschappers kunnen er ook plastics en benzine van maken. Dr.ir. Riming Wang (TNW) koos voor een omzetting van CO<sub>2</sub> gedreven door elektrische stroom: elektrolyse. Daarbij speelt de katalysator een sleutelrol. Wang promoveerde op een nieuw synthetisch materiaal, een metal-organic framework (MOF) als katalysator voor CO<sub>2</sub>-reductie. MOFs zijn als lego, je kunt er allerlei structuren mee bouwen. Wang ontdekte verschillende MOFs voor de productie van CO en ethyleen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) uit CO<sub>2</sub>. Ethyleen is een bouwsteen voor polymeren, oftewel plastic. Van CO en waterstof kan benzine gemaakt worden. Als je benzine verbrandt, komt CO<sub>2</sub> natuurlijk weer vrij. Maar, zegt Wang, zolang je CO<sub>2</sub> kunt reduceren, is dat niet erg, dan maken we de cirkel weer rond.

Tekening: Sijla



## Stroom van houtvuur

Twee masterstudenten bij 3mE hebben de Dutch Cleantech Challenge gewonnen met een waterketel die elektriciteit opwekt. Diego Quan Reyes en Avishek Goel ontwikkelden de GETI-waterketel samen met Sanne Wassink van de Rotterdam School of Management. Ze ontwikkelden een metalen plaatje dat boven het vuur van een eenvoudige houtoven geplaatst wordt en een waterketel ondersteunt. Uit het temperatuurverschil wekt de GETI voldoende elektriciteit op voor ledlampen of een telefoon. Onder de bedrijfsnaam Quantum Energy and Engineering zijn de ondernemers nu op zoek naar investeerders.

Foto: Sam Beemster

## Save the date | 11 juni



Foto: Guus Schonewille

Wil je rondkijken in de fieldlabs, laboratoria en onderzoekscentra van de TU Delft? Op donderdag 11 juni vindt de TU Delft for Life | Xperience Day plaats (onder voorbehoud, zie pagina 37). Als Delfts alumnus of relatie van het Universiteitsfonds Delft krijg je een unieke inkijk in innovatieve onderzoeks- en studentenprojecten. Ook wordt deze dag de alumnus van het jaar 2020 bekendgemaakt. Praat bij met oud-studiegenoten tijdens het diner en de afsluitende borrel terwijl studievereniging 'Practische Studie' een recordpoging krattenbrug bouwen doet. Meer informatie: [alumni.tudelft.nl/xperienceday](https://alumni.tudelft.nl/xperienceday).



## Karel Luyben Lezing Indonesië

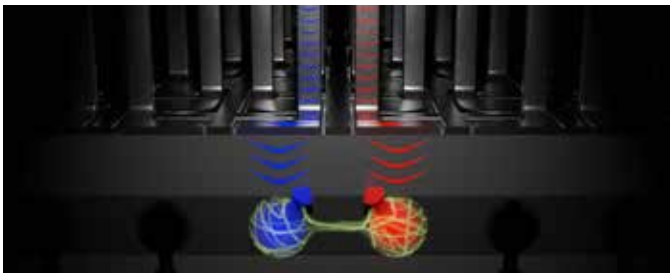


Op 5 juli geeft alumna Tita Larasati de Karel Luyben Lezing in het Erasmushuis in Jakarta (onder voorbehoud, zie pagina 37). Larasati vertelt over creative economy-programma's voor de stad Bandung. In 2007 promoveerde de wetenschapper in Delft en sinds 2012 is zij Head of Master in Design Program aan de Faculty of Visual Art and Design, Institut Teknologi Bandung. De naar oud-Rector Magnificus vernoemde lezing wordt jaarlijks in Delft georganiseerd voor Delftenaren en in het buitenland voor alumni en relaties. Jong talent krijgt hier een podium. Op 4 juli is er ook een Karel Luyben Lunch in Bandung. Meer informatie: [alumni.tudelft.nl/KLL](https://alumni.tudelft.nl/KLL).



## Qubit van germanium

In de halfgeleiderindustrie gold germanium lang als het kleine, lelijke zusje van silicium. Nu keert het materiaal terug als veelbelovend basismateriaal voor universele quantumbits (qubits). De belangstelling voor de vergeten halfgeleider ontstond toen bleek dat germanium qubits, anders dan die in silicium, geen extra microscopische structuren op de halfgeleider nodig hebben. “Dat maakt het makkelijk om de productie op te schalen”, zegt dr.ir. Nico Hendrickx, onderzoeker bij Qutech en eerste auteur van het Nature-artikel over de ontwikkeling van een dubbel qubit in germanium. Hendrickx ontving vele reacties. Hij schat dat een tiental laboratoria wereldwijd nu ook met germanium qubits werkt.



Beeld: Qutech

## Operatie Afrika

Betaalbare operatiekamerapparatuur kan in Afrika veel levens redden, maar er zijn nog obstakels om die te produceren. De Delftse start-up Case wil daar verandering in brengen. Het kleine bedrijf heeft een grote ambitie: instrumenten produceren voor wereldwijde gezondheidszorg. De oprichters zijn biomedisch ingenieur ir. Julie Fleischer en haar collega dr.ir. Roos Oosting. Ze ontwerpen operatiekamerinstrumenten voor landen met lage en middelhoge inkomens (LMICs) zoals India en Kenia. Fleischer is ervan overtuigd dat ‘er geld te verdienen is in Afrika’. “We moeten ophouden het continent als dump te beschouwen, en het gaan zien als opkomende economie.”



Foto: Sam Beintmeester

## Coronacrisis bij de TU



De kabinetsmaatregelen tegen de verspreiding van het coronavirus hebben ook grote gevolgen voor de TU Delft. Delta, het journalistieke platform van de TU, heeft een liveblog geopend. Lees over een gesloten universiteitsbibliotheek, een Mekelweg zonder fietsers en uitgestelde promoties. Voorlopig kunnen de ict-systemen van de TU Delft de druk van het vele thuiswerken en -studeren nog aan. De crisis leidt ook tot nieuwe, leuke initiatieven, zoals een les Bollywood dansen op afstand. Kijk voor actuele informatie op [tudelft.nl](https://tudelft.nl) en volg het liveblog op [delta.tudelft.nl](https://delta.tudelft.nl).

## Kantoorwensen



Veel kantoren uit de jaren ‘60 worden gerenoveerd om de energie-efficiëntie te verhogen. Gebruikers zijn vaak ontevreden. Dr. Minyoung Kwon promoveerde op een gids waarmee ontwerpers kantoorbewoners beter leren te begrijpen. Want hoewel mensen bijvoorbeeld zeggen dat ze graag dicht bij het raam zitten bleek uit Kwons enquête dat ze juist heel ontevreden zijn op die plekken. Zonlicht reflecteert op computerschermen, ook is het vaak koud bij het raam. De open ruimte is het minst favoriet vanwege afleidende telefoongesprekken. Flexplekken daarentegen, blijken het populairst.



# THEMA

## Start-ups

Een eenduidige definitie is er niet van het begrip start-up. Waar de Van Dale blijft steken op 'startend internetbedrijf', noemt de Kamer van Koophandel het 'een bedrijf met een vernieuwend idee waarbij een schaalbaar en herhaalbaar product of dienst gemaakt wordt, vervaardigd door middel van nieuwe technologie'. Bij YES!Delft, de broedplaats van Delftse techbedrijven, doen ze er niet moeilijk over. Ze luisteren altijd, als er weer iemand met een 'fantastisch idee' bij de balie staat (pagina 8). Verder in dit thema van Delft Integraal onder andere: Hoe komt je aan geld, kun je ondernemen leren, is falen een voorwaarde voor succes, en wat is de toekomst van intellectueel eigendom?



# De magie van YES!Delft

YES!Delft, een van de vijf beste universitaire incubators ter wereld, bevindt zich op steenworp afstand van de campus. Wat maakt het tech start-upbolwerk zo bijzonder? Delft Integraal nam een kijkje.



Aan de picknicktafels is amper een vrij plekje te vinden.

**M**et een brede glimlach komt Duke Urbanik aangewandeld. Hij is *entrepeneur in residence*, dat is iemand uit het bedrijfsleven die beschikbaar is als mentor/vraagbaak voor start-ups. Hij is al ruim tien jaar betrokken bij de grootste tech incubator van Europa. Vandaag is Urbanik onze gids. We lopen langs een

wand met bedrijfslogo's van alle start-ups die een plekje in de incubator kregen. Het illustreert het succes van YES!Delft, want inmiddels is een tweede Wall of Fame in gebruikgenomen. "In de beginjaren waren we blij als we jaarlijks twintig start-ups mochten verwelkomen, nu krijgen we iedere twee maanden ruim honderd aanmeldingen", verklaart Urbanik de hoeveelheid



plakkaten. Op de 'oude' wand zien we logo's van bekende start-ups als NightBalance en Senz, op de nieuwe herkennen we ParkBee en Aanmelder.nl.

### 1170 GESPREKKEN

Met grote passen baant de enthousiaste Urbanik zich een weg door de incubator. In een grote hal slaat hij ineens met vlakke hand op een van de lange houten tafels. "Op deze plek heb ik de jongens van Swapfiets voor het eerst ontmoet. Ik zie ze nog zitten. Drie studenten met een ontzettend goed idee, maar nauwelijks benul hoe ze dat tot een succesvolle onderneming konden maken. En kijk nu, die blauwe fietsbanden zie je zelfs in Duitsland en Denemarken."

## 'Iedere twee maanden selecteren we uit ruim honderd aanmeldingen ongeveer twintig start-ups'

Urbanik weet het nog, want hij houdt alles bij in een Excelbestand. Hij voerde 1170 gesprekken met ondernemers sinds zijn aantreden. Jong, oud, op afspraak of spontaan.

"Je wilt niet weten hoe vaak mensen zich bij de receptie melden met 'een fantastisch idee'. Het is soms net een speelplaats, maar we luisteren altijd." Zo stond er eens een man aan de balie die iets had bedacht dat mensen met autisme kon ondersteunen bij het uitvoeren van dagelijkse taken. Niet geschikt voor YES!Delft, maar Urbanik zag potentie en koppelde hem aan mogelijke investeerders. "Jaren later kreeg ik bericht, het was hem gelukt het product op de markt te brengen. Dat is toch fantastisch?"

### VALIDATIETRAJECT

Het is een uitzondering, want normaliter volgen start-ups een uitgebreide selectieprocedure. Urbanik: "Iedere twee maanden selecteren we uit ruim honderd aanmeldingen ongeveer twintig start-ups. Hiermee voeren we gesprekken waarna we tien start-ups kiezen die het validatietraject ingaan." Tijdens dit tien weken durende proces ontdekken de ondernemers of hun idee marktwaardig is. Vervolgens blijven er ongeveer vier bedrijven over die doorgaan naar een volgende fase. Hierna valt nog eens de helft af, weet Urbanik. "Uiteindelijk komen er iedere twee maanden gemiddeld twee bedrijven in YES!Delft bij. Maar, ook dan biedt de



Duke Urbanik: "Top vijf van de wereld, maar als je het mij vraagt zijn wij de nummer één."

incubator geen garantie tot succes. CBS Insights meldt dat wereldwijd negen op de tien start-ups, zelfs nadat ze funding ontvangen, het niet redden."

### NEONLETTERS

Veel tijd om bij deze cijfers stil te staan, is er niet. Terwijl Urbanik een praatje maakt met Rogier Bartens, ceo van Laevo, wordt onze aandacht getrokken door de roze neonletters boven de pooltafel. 'YES YES, OHH YES!', lezen we. "Daar was niet iedereen even blij mee", merkt Urbanik op. "Kennen jullie die quote niet? Zoek maar op, dan begrijp je wat ik bedoel", grinnikt hij. We lopen verder, de geur van verse koffie en gebakken eieren tegemoet. Het is lunchtijd en heel YES!Delft verzamelt zich in het restaurant waar Ruby Hitzert de scepter zwaait. "Ruby kwam hier binnen met een idee voor een cateringbedrijf en nu runt ze deze toko. Fantastisch toch?" Urbanik zwaait naar haar. "Allemaal voor schappelijke prijzen, het is een reden voor mensen om uit hun kantoor te komen.

**Lees verder op pagina 10**



Aanvankelijk was mentor Duke Urbanik niet zo blij met dit kunstwerk.

Zo gaan ze met elkaar in gesprek.” Het is een succesvolle formule; aan picknicktafels is amper nog een vrij plekje te vinden.

### GIVING BACK

We verlaten de drukke kantine en nemen de trap naar boven. Urbanik hangt over de reling. “Voel je die energie?”, vraagt hij. We knikken. “Daarom doe ik dit werk. Ik word er niet voor betaald, maar op deze manier kan ik iets teruggeven aan de community.” Zelf werkte hij jarenlang met zijn IT-bedrijf in de Verenigde Staten,

waar *giving back* ‘erbij hoorde’. “In Nederland is dat anders, zit er meteen een verdienmodel achter. Zonde.” Voordat onze tour erop zit, wil hij ons nog één ruimte laten zien: de arena. Op de plek waar ideeën worden gepresenteerd en investeringen verkregen, merkt Urbanik op dat de start-up wereld flink is veranderd. Ook binnen YES!Delft. “Het is de kunst om bij de kern, het ondernemerschap, te blijven, ook al zijn we de top incubator van Europa en misschien wel van de wereld. Samen met de universiteit moeten we ervoor zorgen dat we onze identiteit niet verliezen en dat start-ups nooit een ‘product’ worden. Dat is een flinke uitdaging.”



Atmos UAV zit al in de productiefase. De blauwe Marlyn is een landmetings- en surveilleringsdrone die verticaal kan stijgen en dalen.

### YES!Delft

Het in 2005 door TU Delft, gemeente Delft en TNO opgerichte YES!Delft helpt studenten, professionals en wetenschappers bij het opzetten van een eigen technische onderneming. Start-ups krijgen volledige ondersteuning door middel van programma's, diensten als werving en financiering en toegang tot een community van deskundigen, zakelijke partners en mentoren. In vijftien jaar tijd groeide YES!Delft uit tot een van de grootste universitaire incubators ter wereld.

# Falen is geen must

Het evenement Failcon presenteert falen als een succesfactor voor ondernemerschap. De Delftse hoogleraar Deborah Nas nuanceert dat beeld: "Niet iedereen kan het ondernemen leren."

"Gefeliciteerd, nu zijn jullie ervaren", zei de geldschietster van de Delftse start-up Sunuru toen mede-oprichter Jan van Krakendonk er in 2013 de stekker had uitgetrokken. De TU-alumnus vertelde daarover op de Amsterdamse versie van het evenement Failcon in 2014, waar het leren van fouten centraal stond. Failcon keerde daarna niet terug in Nederland. Hoe zit het met geloof in falen als succesfactor voor start-ups?

Deborah Nas, innovatie-adviseur en hoogleraar strategisch design for technology-based innovation aan de faculteit Industrieel Ontwerpen, gelooft niet in het ophemelen van falen. Zij ziet een cultuur waarin falen geaccepteerd wordt wel als een randvoorwaarde voor innovatie en niet alleen voor start-ups. "Iemand die met een start-up begint, wil natuurlijk niet falen, maar helaas lukt het lang niet iedereen om er een succes van te maken. Niet iedereen kan het ondernemen leren. Je hebt er talent voor nodig: extravert, focus op waarde en minder op product, goed kunnen samenwerken, openstaan voor feedback en steeds op zoek gaan naar input uit de buitenwereld."

Van de tien start-ups falen er zeven, vertelt Nas, doen twee het redelijk en wordt er één een succes. "Angel investors [durfinvesteerdere in nieuwe bedrijven] weten niet voor

## 'Velen stappen erin, terwijl ze eigenlijk geen ondernemer zijn'

niets: als je investeert in start-ups, dan minimaal in tien." Veel jonge bedrijven werken volgens de methode van de *lean* start-up, waarin falen door sommigen als onderdeel van het innovatieproces wordt gezien: *pivot or persevere*, draaien of volharden. Nas ziet het anders: "Pivot vind ik geen falen. Je buigt bij waar nodig. Dat kan van alles zijn, bijvoorbeeld je bestaande product toepassen in een nieuwe markt."

Nas is een fan van start-ups, benadrukt zij, maar ze vindt ook dat de 'start-up scene' wordt opgehemeld. Ze ziet steeds meer studenten die het beginnen van een bedrijfje zien als een betere optie dan werken bij een bestaand bedrijf. "Velen stappen erin terwijl ze eigenlijk geen ondernemers zijn. Vaak is het ongelooflijk ploeteren met een kleine kans op succes. Daar staat tegenover dat ondernemers een extreem steile leercurve doorlopen, ook als ze falen." 

# Leren ondernemen

Ingenieurs zijn van nature vaak geen ondernemers. Ze focussen te veel op de techniek en hebben te weinig oog voor de klant.

**H**oe je kunt denken als ondernemer, leren technische studenten bij Turning Technology into Business. Dr. Dap Hartmann (TBM) geeft het vak voor de achttiende keer. Hij put uit bestaande patenten van de TU Delft en resultaten van lopend onderzoek. Studenten moeten daar in drie maanden tijd een business case van zien te maken. Wat zijn volgens Hartmann de belangrijkste lessen?

## 1. Er is een gapend gat tussen uitvinding en innovatie

Neem het gebruik van ionische vloeistoffen als medium voor chemische processen. De vinding van dr.ir. Maaïke Kroon uit 2006 was veelbelovend: de eenvoudige scheiding van gas en vloeistof maakte het mogelijk flink te besparen bij farmaceutische productie. Door tal van praktische bezwaren wordt de techniek bijna vijftien jaar later toch nog nauwelijks toegepast. Gelukkig zijn jonge ondernemers naïef genoeg om de formidabele obstakels op hun weg te onderschatten. Anders zouden ze er wellicht niet aan beginnen.

## 2. Technologie is al gauw goed genoeg

Als voorbeeld dient het bedrijf Sunuru dat een ophangstelsel produceerde waarin zonnepanelen zaten verwerkt. Handig voor ongebruikelijke locaties zoals aan de gevel van een gebouw of boven een parkeerterrein. Maar de technici bleven ontwikkelen. De zonnepanelen moesten meedraaien met de zon, ze werden voorzien van



Studenten presenteren hun business case van een bestaand TU-patent. (Foto: Sam Rentmeester)

parabolische spiegels voor extra opbrengst en moesten daarna gekoeld worden. “Ga zo snel mogelijk met

*‘Vraag de klant of jouw technologie zijn probleem oplost’*

de klant praten of jouw technologie zijn probleem oplost”, adviseert Hartmann. “Meestal moet het net iets anders, dus dan is het een goed moment om je oplossing aan te passen. Maar ga niet zitten freaken zonder dat iemand erom vraagt.”

## 3. Praat over oplossingen, niet over technologie

Zodra je in een bedrijf praat met iemand die snapt hoe je vinding werkt, dan praat je met de verkeerde persoon, weet Hartmann. Je zit dan bij de

technische persoon, en techneuten gaan niet over het geld omdat ze niet op beslissingsniveau zitten. Praat daarom met de financiële verantwoordelijke of de CEO en vertel hen wat je vinding doet, welke problemen die oplost en vooral hoeveel het bespaart. Studenten leren het best van elkaar. Daarom nodigt Hartmann start-ups uit die twee of drie jaar geleden zijn vak volgden. Hij vraagt ze naar hun ervaringen sindsdien. Dat is herkenbaar voor de huidige studenten en voor hun docent is dat ook leerzaam. Zo constateerde een van de terugkomers dat ze in hun TU-opleiding nooit hadden geleerd te onderhandelen. Daarin wordt nu voorzien. 

# Broedplaatsen

Delft telt op dit moment zes plekken waar hightech bedrijven zich kunnen ontwikkelen. Een overzicht.

## Bêtafactory

**Abtswoudseweg 16, 2627AL**

In de werkplaats, opgezet door de Haagse Hogeschool, voeren studenten jaarlijks tientallen projecten uit. Van een ontwerpstudie tot het bouwen van een prototype. Ook verhuurt de Bêtafactory flex- en werkplaatsruimte aan startende ondernemers.

## De Zuster

**Gasthuisplaats 1, 2611 BN**

Het voormalige zusterhuis aan de Koornmarkt biedt werkruimtes voor bedrijven, ontmoetingsplekken, vergaderruimten, flexwerkplekken en een prototyperuimte.

## B.T.C.

**Deltechpark 26, 2628 XH**

Het Bedrijfs Technologisch Centrum geeft startende en innoverende ondernemingen via op maat gemaakte programma's de ruimte en kans zich verder te ontwikkelen.

## Biotech Campus Delft

**Alexander Fleminglaan 1, 2613 AX**

Op de Biotech Campus Delft werken biotechnologiebedrijven en -kennisinstituten samen aan de ontwikkeling van de bio-economie. De nieuwe biotech incubator ondersteunt bedrijven bij de hele innovatiecyclus, van onderzoek tot pilot en productie.

## TEC Factory

**Schieweg 25, 2627 AN**

In deze maakfaciliteit werken bedrijven, kennisinstellingen en overheid nauw met elkaar samen. De TEC Factory is 24 uur per dag, zeven dagen per week geopend. Gebruikers hebben de beschikking over hightech



Tekening: Sija van den Beukel

apparatuur voor onder andere de ontwikkeling van prototypes.

## YES!Delft

**Molengraaffsingel 12, 2629 JD**

De grootste universitaire incubator van Europa helpt start-ups om hun bedrijf op te bouwen en te laten

groeien. YES!Delft werd in 2005 opgericht in samenwerking met TU Delft, gemeente Delft en TNO en ondersteunde tot dusver meer dan tweehonderd bedrijven waarvan negentig procent nog steeds actief is.



# Maar hoe kom je aan geld?

Met alleen een goed idee krijg je nog geen bloeiend bedrijf. Je hebt ook geld nodig. Waar haal je dat vandaan? Drie starters geven tips.



## 'Met geld van NWO konden we een haalbaarheidsstudie uitvoeren'

Polytential heeft de Virtual Chemist ontwikkeld, een systeem dat plastic afval analyseert. Een speciale hyperspectrale camera scant een zak met plastic monsters, waarna een algoritme de chemische samenstelling analyseert. Zo kan een recycler nagaan hoe hij zijn plastic het best kan toepassen, en met welke additieven of plastics hij zijn product moet bijmengen om het te hergebruiken. "Inzicht in de samenstelling van het materiaal en de aanwezige vervuilingen is essentieel voor het verkrijgen van hoogwaardig gerecycled plastic", vertelt Jeroen Cevaal. Hij richtte het bedrijf in 2016 op samen met Yuri van Engelshoven.

Buiten wat prijzengeld, voortvloeiend uit pitchwedstrijden, werd de eerste serieuze financiële ondersteuning verstrekt door wetenschapsfinancier NWO. "Met geld van NWO konden we een haalbaarheidsstudie uitvoeren waarbij we keken naar zowel de technische als economische haalbaarheid van het concept." Flink opschalen; daar richt het bedrijf zich nu op. "En we investeren ook in algoritmes en nieuwe toepassingen voor de recyclingindustrie. We verwachten in 2022 voor het eerst winst te maken."

"Mijn tip aan startende ondernemers: de klant is het allerbelangrijkst. Ga in een zo vroeg mogelijk stadium praten met potentiële klanten om je aannames te valideren. De feedback die je krijgt is erg waardevol voor het ontwikkelproces."

Bedrijf:	Polytential
Oprichters:	Jeroen Cevaal en Yuri van Engelshoven
Studie:	Management of technology (Cevaal), environmental technology (Van Engelshoven)
Product:	The Virtual Chemist, een apparaat dat plastic afval analyseert
Opgericht in:	2016
Medewerkers:	Acht fte
Winst:	Geen, nog in de ontwikkelingsfase
Over vijf jaar:	Moet het bedrijf winst maken en een breder pakket aan diensten aanbieden aan de recycle-industrie.



### 'Starters komen voor zoveel beurzen in aanmerking'

"Wanneer we winst gaan maken? Dat zal nog wel een paar jaar duren", zegt ceo en co-founder van BI/OND, Cinzia Silverstri. "Volgens mijn prognose draaien we in 2025 break-even. Tot dan worden we ondersteund door externe investeerders." 'We' is BI/OND, het bedrijf dat ze oprichtte met medepromovendi Nikolas Gaio en William Fausto Quiros Solano. Een fout tijdens een experiment leidde tot een nieuwe ontdekking in de ontwikkeling van *organ-on-chips*. "Zie het als een mini-orgaan in een chip. We kweken de cel van een patiënt op een stukje hardware. Hiermee willen we het ontwerpproces van geneesmiddelen bespoedigen." Het team kon dankzij overheids gelden een eerste prototype ontwikkelen én een haalbaarheidsstudie uitvoeren. "Hiervoor kregen we van wetenschapsfinancier NWO 40 duizend euro. Ook namen we deel aan het EIT Health validatieprogramma, ondersteunt de TU Delft ons waar mogelijk en verstrekke NWO een lening voor de volgende ontwikkelingsfase van ons product. Starters, vooral in de tech-industrie, komen voor zoveel beurzen in aanmerking. Het loont echt dat goed uit te zoeken."

Bedrijf:	BI/OND
Oprichters:	Cinzia Silverstri, Nikolas Gaio en William Fausto Quiros Solano
Studie:	Microelectronics (alle drie PhD)
Product:	Organ-on-chips (OOCs)
Opgericht in:	2017
Medewerkers:	Vier voltijd en vier stagiaires
Omzet:	Geen, nog in ontwikkelingsfase
Over vijf jaar:	Twee producten op de markt en nauwe samenwerking met pharma.



### 'Geef je aandelen niet te makkelijk weg'

De oude RDM-loods op Heijlplaat huisvest tal van bedrijfjes, waaronder Skelex. Oprichter ir. Gaunav Genani (Industrieel Ontwerpen, 2012) trekt het Skelex-360 harnas aan. Het voelt alsof je armen gewichtloos zijn, zegt hij. Van dit nieuwste model zijn er meer dan 550 verkocht. Klanten zijn de automobiel- en vliegtuig-industrie, afbouw, spoorwegen, scheepswerven en defensie. De eerste geldschietter, afgezien van de bekende *friends, fools & family*, was een bank die dankzij bemiddeling van YES!Delft een lening van 15 duizend euro verstrekke. Een jaar later volgde een STW-beurs van 50 duizend euro die hij samen met prof.dr.ir. Johan Molenbroek had aangevraagd. Ook zijn spaargeld stopte Genani in de onderneming. Maar een jaar later was het geld op. Toen wist Skelex een investering aan te trekken van VenturesOne, die mede-aandeelhouder werd. Vorig jaar kwam er een derde aandeelhouder bij: productie- en assemblage-bedrijf VDL, dat nu ook de assemblage van de harnassen verzorgt. Genani raadt andere start-ups aan om verschillende bronnen van financiering (investeerders, bank en geldschietters) te combineren. Hij waarschuwt aandelen te gemakkelijk uit te geven omdat het je eigen invloed in het bedrijf verzwakt.

Bedrijf:	Skelex
Oprichter:	Gaunav Genani
Studie:	Industrial Design Engineering (2012)
Product:	Skelex-360, exoskelet voor ondersteuning bovenarmen
Opgericht in:	2013
Medewerkers:	Tien vast en vijf flexibel
Omzet:	> € 1,5 miljoen
Over vijf jaar:	Diverse producten voor ondersteuning nek en armen, ook bionisch.

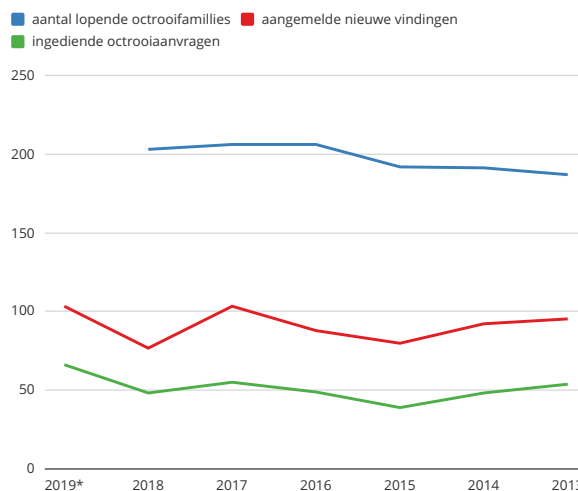
# Patenten, de feiten

De TU heeft ruim tweehonderd octrooien in beheer. Of beter gezegd 'octrooifamilies'. Strikt genomen heeft de universiteit meer octrooien doordat een en dezelfde vinding in verschillende landen door aparte patenten beschermd kan zijn.

Jaarlijks melden gemiddeld zo'n honderd Delftse wetenschappers een nieuwe vinding bij het valorisatiecentrum. In 2019 waren het er 103. Meeste vindingen worden gemeld vanuit de faculteit Technische Natuurwetenschappen (TNW). Elektrotechniek, Wiskunde & Informatica (EWI) en Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen (3mE) staan op een gedeelde tweede plaats. In grofweg de helft van de gevallen vraagt het valorisatiecentrum een octrooi aan. En in driekwart van de gevallen wordt zo'n aanvraag door een patentbureau gehonoreerd. Dat is geen slechte score. In de wereldranglijst van meest innovatieve universiteiten van Reuters staat

de TU Delft op plaats zestig. Slechts twee andere Nederlandse universiteiten komen voor in de top honderd, de Universiteit van Leiden (plek 71) en de Universiteit van Utrecht (93).

Dat het aantal octrooien niet eindeloos oploopt, komt doordat patenten op een gegeven moment verlopen en doordat de universiteit elk jaar patenten verkoopt.



## Online leren

De TU Delft biedt in haar online onderwijs opleidingen voor startende en ervaren ondernemers. Onderstaande cursussen kun je in je eigen tempo volgen.

### Business model innovation

Heeft jouw bedrijf een make-over nodig? Het innoveren van je bedrijfsmodel is cruciaal voor de groei en winstgevendheid van je onderneming. Dit programma geeft je essentiële vaardigheden en kennis om je bedrijf te verbeteren. Dit gaat aan de hand van voorbeelden uit de praktijk van collega-ondernemers,

innovators en toonaangevende experts op het gebied van bedrijfsmodelinnovatie. Deze opleiding omvat vier cursussen: De waarde van bedrijfsmodellen; Hoe maak je een succesvol bedrijfsmodel?; Een bedrijfsmodel testen; Een bedrijfsmodel implementeren. Start: op elk moment

### Ondernemerschap voor mondiale uitdagingen in opkomende markten

In deze cursus ontdek je hoe instellingen in regio's over de hele wereld werken aan

innovatie en ondernemerschap. Partneruniversiteiten en aangesloten ondernemers laten zien hoe je kansen kunt creëren en je krijgt hulpmiddelen aangereikt zodat je daadwerkelijk verandering kunt bewerkstelligen. Je leert klanten en partners beter kennen en lokale waarden en instellingen beter te begrijpen. Start: houd de website in de gaten.

Meer mogelijkheden op het gebied van lifelong learning staan op: [tudelft.nl/over-tu-delft/alumni/lifelong-learning/](http://tudelft.nl/over-tu-delft/alumni/lifelong-learning/)



# Visie

Jurist Adriaan van Noord is hoofd IP (Intellectual Property) bij het valorisatiecentrum. Van alle Nederlandse universiteiten heeft de TU Delft veruit de meeste octrooien in beheer, vertelt hij. En de rol van intellectueel eigendomsrecht bij de TU Delft zal de komende decennia alleen maar toenemen, voorspelt Van Noord.


“**V**erwacht niet dat de TU rijk wordt van octrooien. Dat is een misverstand. Natuurlijk proberen we de inkomsten uit IP te verhogen. Maar als je alleen kijkt naar de euro's, dan heb je niet de juiste blik op het proces. Als universiteit hebben we valorisatie van onderwijs en onderzoek als kerntaak. We willen er maatschappelijk impact mee creëren. Hoe we daarvoor zorgen? Als je wilt dat bedrijven iets met Delftse vindingen gaan doen, moet je er met licenties exclusieve rechten omheen bouwen. Uitvindingen onbeschermd publiceren is niet de beste manier om ervoor te zorgen dat ze toegepast worden. Bedrijven zullen zonder bescherming het risico niet durven nemen. Een concurrent kan dan immers een vliegende start maken door te leren van de fouten, en zo de markt overnemen. Waar we ook voor oppassen is 'shelving': bedrijven kopen patenten om concurrenten dwars te zitten. Zelf produceren ze er niet mee: ze laten ze op de plank (*shelve*) liggen. Dat druist in tegen onze valorisatie-opdracht. Het kan lucratief zijn, maar we hanteren een 'anti-shelving-strategie'. Als een bedrijf na enkele jaren onvoldoende met de vinding heeft gedaan, laten we de licentie vervallen en geven een ander een kans. Einddoel is het waarborgen van de toepassing van universitaire kennis in de praktijk.

Wij zien IP daarbij als middel om te zorgen dat kennis landt in de maatschappij. Maar we zijn geen bedrijf; het einddoel is niet winstmaximalisatie. En dat maakt de afwegingen anders dan in het bedrijfsleven. Welke ontwikkelingen wij op ons af zien komen? Nou vooral dat IP complexer wordt. Er komen computers met artificiële intelligentie die zelf programma's gaan schrijven. Softwareprogramma's geschreven door mensen vallen onder auteursrecht, maar hoe zit dat met programma's die uit AI zijn ontstaan? Ook het ontstaan van ecosystemen rondom wetenschappelijke clusters en de samenwerking met bedrijven zoals binnen X!Delft, zal de afspraken over IP ingewikkelder maken. Ver vooruit kijken is cruciaal. Als een Delftse wetenschapper een uitvinding bij ons meldt, moeten we bedenken of we een octrooi aanvragen, of er een start-up wordt opgezet met de uitvinder, of dat andere bedrijven worden benaderd om de uitvinding te vermarkten of verder te onderzoeken. Vergezichten zijn dan heel belangrijk. Ook de IP-samenwerking met bedrijven zal toenemen. Zie de aanwezigheid van Microsoft en Ahold op de campus. Er ontstaat een belangrijk ecosysteem waarbinnen kruisbestuiving plaatsvindt. Bedrijven kunnen hier leren van de vergezichten van onze topwetenschappers. Ze hebben baat bij de vindingen en de samenwerking met wetenschappers en studenten. En voor de universiteit biedt die samenwerking weer middelen om vervolgonderzoek te financieren.” 





‘De universiteit  
moet stilte  
gaan faciliteren’

A black and white close-up portrait of a woman with long, wavy hair. She is looking directly at the camera with a slight, thoughtful smile. The lighting is dramatic, highlighting her facial features against a dark background.

De Bouwkundebrand (2008), hoe tragisch ook, bood hoogleraar publiek vastgoed Alexandra den Heijer de kans om haar ideeën over universitair vastgoed in de praktijk te toetsen. Sindsdien is de campus haar levende laboratorium.

TEKST JOS WASSINK FOTO'S SAM RENTMEESTER

**De meeste van onze lezers kennen de campus van eind vorige eeuw. Wat zal ze opvallen als ze langskomen?**

“Je kunt daar op twee manieren naar kijken: er is nog veel hetzelfde, en tegelijkertijd is alles veranderd. De meeste gebouwen staan er nog, maar we zijn als organisatie veranderd. Mensen hadden een vaste plek en de collegezaal zat aan het einde van de gang. Nu, 25 jaar later, werken ze aan meerdere projecten, voor meerdere opdrachtgevers. Ze bewegen meer over de campus en ze komen in andere gebouwen. Onderwijs is cross-disciplinair geworden, en steeds meer virtueel en op afstand. In mijn rede noemde ik dat *Campus Matters*.”

### CV

Prof.dr.ir. Alexandraden Heijer (1970) begon in 1988 aan de TU Delft met een studie wiskunde, maar stapte na een jaar over naar bouwkunde waar ze in 1994 afstudeerde in het beheer van de gebouwde omgeving. Ze werd universitair docent, en deed promotieonderzoek naar campusmanagement bij alle Nederlandse en diverse buitenlandse universiteiten. Ze promoveerde in 2011 met het proefschrift *Managing the University Campus*. In 2018 werd ze benoemd tot hoogleraar publiek vastgoed en eind 2019 gaf ze haar intrede. Ze is getrouwd en heeft een moderne patchwork family. Ze rijdt in een Saab cabrio en als ze niet werkt is ze graag met muziek bezig.

**Het klassieke beeld van een campus is: jonge mensen, statige gebouwen en parkachtig groen. U schreef in uw proefschrift: iconische gebouwen zijn nooit de primaire taak van de universiteit. Verdienen gebouwen als dat van Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica (EWI) of BK City geen bescherming?**

“Als architectuurfaculteit vinden we gezichtsbepalende gebouwen belangrijk, maar investeringen daarin moeten zorgvuldig worden afgewogen tegen directe investeringen in onderzoek en onderwijs. Dat is een kwetsbare balans, omdat het gaat om de besteding van publieke middelen. Onderwijs, onderzoek en innovatie zijn de primaire taken van de universiteit. Natuurlijk zijn daarvoor studieruimten, werkplekken en *state-of-the-art* laboratoria nodig. Maar hoeveel en met welke kwaliteit geeft altijd discussie binnen de universiteit, zeker wanneer waarden als functionaliteit en identiteit tegenover betaalbaarheid en duurzaamheid komen te staan.”

**Laten we de EWI-toren als voorbeeld nemen. Toen die vijftig jaar geleden gebouwd werd, zagen velen het als een spuglelijk gebouw. Nu zien we het als beeldbepalend icoon van de TU Delft. Hoe kijkt u daar tegenaan?**

“Ze zeggen vaak: je weet pas wat je hebt wanneer het weg is. Als we het over het behoud van EWI hebben, accepteer dan dat we daar substantieel geld aan kwijt zijn. Hoeveel procent van de middelen wil je uitgeven aan huisvesting? Vijftien of misschien wel twintig procent? Als je vraagt om behoud moet je de

consequenties accepteren, zowel financieel als energietechnisch.”

**Ik hoor dat u in uw vrije tijd graag puzzelt. Houdt dat verband met uw vakgebied van publiek vastgoedbeheer?**

“O zeker. Mijn vakgebied, beheer van publiek vastgoed, is absoluut een puzzel. Het probleem is soms dat de puzzel door één persoon moet worden opgelost en dat veel anderen puzzelstukjes aanleveren. Dat is wel symbolisch voor het vakgebied want binnen een beslissing over een gebouw komen verschillende aspecten

*Tegenover erfgoed is men meer vergevingsgezind. Mensen stellen zich flexibeler op dan bij nieuwbouw’*

bijeen. Welke waarden wil een universiteit uitstralen, welke kwaliteiten passen daarbij en hoe bereiden we ons voor op de toekomst? Dat is nog maar één invalshoek.”

**Welke aspecten zijn er nog meer?**

“De financiële kant; de universiteit moet steeds meer doen. Meer studenten opleiden en meer agenda’s dienen met steeds minder middelen. Daarnaast is er de functionele kant: studenten en medewerkers moeten gezond en veilig hun werk kunnen doen binnen de gebouwen. En gebouwen moeten in toenemende mate aan allerlei milieueisen voldoen. Elke beslissing over een publiek gebouw is een puzzel met die vier invalshoeken: waarden, financiën, functionaliteit en milieueisen.”

**Soms past de puzzel niet. Wat doet u dan?**

“Je kunt natuurlijk zeggen dat je meer geld nodig hebt. Dat vind ik te makkelijk. We zijn ingenieurs - dus denk met ons mee. Hoe kunnen we een set variabelen vinden waarin het wel past?”

**Hebt u een voorbeeld?**

“We doen sinds drie jaar onderzoek naar *smart*



*tools*, omdat we denken dat campusmanagement in feite een kwestie van logistiek is. We moeten proberen om meer te doen met minder, en dat kan door de factor tijd erbij te betrekken. Dan kun je faciliteiten *time-sharen*. Eén probleem daarbij is dat veel plekken wel worden geclaimd, maar niet gebruikt. Denk aan het handdoekje op een lege strandstoel. Ook restaurants hebben ermee te maken. Sommige dreigen failliet te gaan aan mensen die reservingen maken en dan niet komen opdagen. Daarom zijn universiteiten nu bezig om meer nut te halen uit bestaande gebouwen door de vraag slimmer te organiseren. We willen vrijheid behouden en ook autonomie geven, maar als het echt druk wordt willen we mensen adviseren een half uurtje vroeger of later te komen om niet in de rij te staan.”

Op 13 mei 2008 brandde het gebouw voor Bouwkunde af, en stond het hoofdgebouw van de TU aan de Juliananlaan op dat moment toevallig leeg. Wat zijn de belangrijkste lessen die er vanuit uw vakgebied vielen te leren?

“*Practise what you preach*, was mijn motto. Ik vond dat we onze campusmanagementtheorie hier in praktijk moesten kunnen brengen, en als het niet werkte moest ik maar wat anders gaan doen. Maar als het wel lukte, dan had ik een mooie bijlage bij mijn proefschrift over het ‘nieuwe’ gebouw BK City. En zo is het ook gebeurd. De eerste les was: een goede crisis helpt om dingen te veranderen. De tweede was dat we het gebouw als een stad moesten ontwikkelen, dus met meer publieke dan private ruimte. We zeiden ook: kwaliteit voor kwantiteit. Minder meters om meer geld per vierkante meter te kunnen besteden. Ons oude gebouw telde 40 duizend vierkante meter. BK City was minder groot, dus we moesten wel inleveren op kwantiteit en kregen er kwaliteit van omgeving voor terug. Voor een deel was de kwaliteit er al natuurlijk, want het is een gebouw om trots op te zijn. Dat was ook een les: tegenover erfgoed is men meer vergevingsgezind. Mensen stellen zich flexibeler op dan bij nieuwbouw.”

#### Durft u een voorspelling te doen over de campus van 2045?

“Mensen begonnen zich af te vragen: moet het allemaal wel Engelstalig? Moet ik wel zoveel reizen? Er is een weg terug ingezet naar condensatie en bevroren. Er zijn biologische randvoorwaarden waar we niet onderuit komen: territorialiteit, behoefte aan stilte, gebrek aan afleiding, scheiding van werk en privé. De universiteit moet dat meer dan ooit gaan faciliteren omdat er elders zo’n tekort aan is. Dat lijkt een weg terug, maar dat moeten we op een nieuwe manier doen omdat we ons niet kunnen permitteren iedereen een eigen plek te geven.”

#### Hoe gaan we dat doen?

“Misschien moeten we toe naar een systeem dat duurzaam gedrag beloont en de (energie)lasten van privileges zoals een eigen vaste werkplek inzichtelijk maakt. Het wordt een vorm van *serious gaming* voor studenten en medewerkers om samen bij te dragen aan een inspirerende, functionele, betaalbare en duurzame campus. Ik zie dat helemaal voor me. Zo kun je erin slagen om meer te doen met minder middelen en de hele universiteitsgemeenschap bij deze puzzel te betrekken.” <<

# Tesla's, vegaburgers en democratie

“We moeten dingen ontwerpen die op korte termijn plezier geven en op lange termijn goed zijn voor gezondheid, dierenwelzijn en de planeet”, betoogde hoogleraar Paul Hekkert op de 178ste Dies Natalis.



Prof.dr. Paul Hekkert sprak op de Dies Natalis over de taak van ontwerpers om 'bepaalde waarden te faciliteren'.

**T**raditiegetrouw maakt de universiteit op haar verjaardag het jaarthema bekend. Dit jaar is dat Design for Values. Prof. dr. Paul Hekkert (Industrieel Ontwerpen) vertaalt dat als “gericht ontwerpen om bepaalde waarden te realiseren of te faciliteren”.

Ontwerpers zijn gewend aan waarden zoals schoonheid, plezier, en gebruiksgemak. Maar tegenwoordig gaat het vaak om duurzaamheid, gezond leven en sociale cohesie. Nu verkopen traditionele waarden zichzelf wel omdat ze aantrekkelijk zijn, maar geldt dat ook voor de nieuwe waarden?

“Er vindt een verschuiving plaats van waarden waar je direct belang bij hebt, naar collectieve langetermijnwaarden”, legt Hekkert uit. “Dat is waar we in alle maatschappelijke transities voor staan: energietransitie, gezond leven en voeding. Ontwerpers hebben tot taak om langetermijndoelen als

vanzelfsprekend te laten samenvloeden met kortetermijndoelen.”

Als voorbeeld noemt Hekkert de elektrische auto. “Een Tesla is een goed product omdat het een begeerd bezit is, en ook goed voor de omgeving. Dat geldt ook voor de Beyond Burger, een vegaburger die even goed smaakt als een echte hamburger. We moeten dingen ontwerpen die op korte termijn plezier geven en op lange termijn goed zijn voor gezondheid, dierenwelzijn en de planeet. Belangenverzoening in producten en diensten - dat is waar we naar moeten streven.”

### Eredoctors

In dat kader, het combineren van aantrekkelijkheid en duurzaamheid, heeft de TU twee eredoctors benoemd met een voorbeeldfunctie: professor Batya Friedman (Washington) en dr. Marco Steinberg (Helsinki).

Professor Friedman is de oprichter van het Value Sensitive Design Lab. In het begin van de jaren negentig bestudeerde ze de interactie tussen mens en computer. Daar ligt ook de oorsprong van het waardenbewust ontwerpen (de Nederlandse term voor *value sensitive design*), waarmee ze bekend werd. De ontwerpmethodologie wordt nu ook toegepast bij waterbouw, zelfrijdende auto's en kunstmatige intelligentie.

Friedman werd voorgedragen door prof.dr.ir. Ibo van der Poel (faculteit Techniek, Bestuur en Management). “Bij waardenbewust ontwerpen worden waarden expliciet gemaakt en systematisch behandeld”, licht hij toe. “Het gaat daarbij vooral om niet-functionele kwaliteiten zoals veiligheid, duurzaamheid, privacy en rechtvaardigheid. Die staan los van de vraag of een ontwerp goed functioneert.”

Friedman biedt met haar methode een techniek om waarden mee te nemen in een technologieontwikkelingsproces, vat Van de Poel samen.

Marco Steinberg, de andere eredocto-  
tor, maakte naam als directeur van het Finse innovatieplatform Sitra, en als

grondlegger van het Helsinki Design Lab. Vanaf 2013 werkt Steinberg vanuit zijn eigen consultancybureau Snowcone & Haystack, en deelt hij zijn kantoor met de voormalige Finse premier Esko Aho.

“Steinberg zit aan de kant van instituties en systemen”, aldus Hekkert, die hem voordroeg. “Wat moet er veranderen aan onze instituties en onze politieke, wetgevende en uitvoerende machten om veranderingen mogelijk te maken? Ingenieurs kunnen elektrische auto's ontwerpen, maar het is van belang dat infrastructuur, regelgeving, subsidies en alles wat daar omheen zit

‘Het gaat vooral om niet-functionele kwaliteiten zoals veiligheid, privacy duurzaamheid, en rechtvaardigheid’

er allemaal op is afgestemd dat mensen op de lange termijn de juiste dingen doen. Daarvoor moet er op systeemniveau van alles veranderen.”

Steinberg houdt zich bezig met de instituties en de systemen, Friedman met methode en aanpak. En ontwerpers opereren in het veld daartussen om dingen te ontwerpen die aantrekkelijk moeten zijn, en ook goed voor de lange termijn.

### Democratie opnieuw ontwerpen

TBM-hoogleraar ethiek prof.dr. Jeroen van den Hoven, directeur van het Delft Design for Values (DDfV) -instituut, trekt de cirkel nog wijder dan aantrekkelijke en verantwoorde producten en institutionele veranderingen. Hij vindt dat de democratie zelf opnieuw ontworpen moet worden, willen we haar behouden. Op een workshop van het Europees parlement (november 2018) sprak hij over

moderne bedreigingen van de democratie: *micro-targetting*, *bot nets*, *fake accounts*, en aanbevelingssysteem die mensen in een bubbel houden.

### Misbruik van technologie

Het bedrijf Cambridge Analytica bijvoorbeeld heeft herhaaldelijk zulke technieken ingezet om verkiezingen te beïnvloeden.

“Een combinatie van gedragswetenschappen, kunstmatige intelligentie en big data ondermijnt de menselijke autonomie en zelfbeschikking”, constateert Van den Hoven. “En het ergste is: het is gewoon te koop.”

Het Europees parlement had de workshop georganiseerd om het gebruik en misbruik van technologie in verkiezingscampagnes tegen het licht te houden.

Van den Hoven eindigde zijn toespraak daar met een krachtig appél: “We moeten de democratie robuust maken tegen ondemocratische tendensen, en onze idealen en ideeën technisch implementeren op straffe van ze helemaal te verliezen. De Europese Commissie en het Europese Parlement moeten snel een begin maken met een Europees ontwerp voor een online democratisch initiatief.”

### Online debatplatform

Dichter bij huis had zijn faculteit TBM alvast geëxperimenteerd met een online debatplatform MOOD (massive open online deliberation). Duizend Rotterdamse burgers konden online van gedachten wisselen met elkaar en met de burgemeester over de toekomst van hun stad en hun land. Het is een van de pogingen om de democratie overeind te houden in tijden van digitale list en bedrog.

Die inspanning is overigens niet nieuw. Van den Hoven haalde de Amerikaanse filosoof John Dewey (1859 - 1952) aan die zei dat de democratie elke dag opnieuw uitgevonden moet worden. “In onze tijd van big data en kunstmatige intelligentie moeten we er ook voor ontwerpen - iedere dag.” <<

# The Green Village: proefplaats voor verduurzaming

Waar tot 2008 het gebouw voor Bouwkunde stond, is drie jaar geleden een duurzaam dorp ontstaan. TU-onderzoekers, bedrijven en overheden testen hier duurzame technologie in de praktijk.

**I**n 2017 verrezen hier de eerste gebouwen: een kantoor, het verduurzaamde huis Prêt-à-Loger en de carport. Maar de belangrijkste faciliteit was onzichtbaar: een ringleiding met energievoorzieningen van de toekomst zoals een waterstofgasleiding, een lage-temperatuur warmtenet en een gelijkspanningsnet. Tien miljoen euro is er geïnvesteerd, en dat trekt activiteiten aan. Door ontheffing van het bouwbesluit mag hier meer dan buiten het hek. De tekening toont The Green Village zoals die er begin 2020 bij ligt. Het is een momentopname omdat de opstellingen tijdelijk zijn. Als het onderzoek is beëindigd, volgen demontage en afvoer zodat er plaats vrijkomt voor het nieuwste van het nieuwste.

- 1 **Energienetwerk** – toekomstgerichte ringleidingen bieden onder meer waterstofgas, lage-temperatuur warmte en gelijkspanning.
- 2 **Hyperloop** – een proefopstelling van Hardt, schaal 1:2. Zal binnenkort verhuizen.
- 3 **Jaren '70 huizen** – drie bewoonde huizen, gebouwd zoals in jaren '70 van de vorige eeuw, zijn voorzien van verschillende maatregelen voor verduurzaming.
- 4 **Laadplein** – schone auto's zijn hier op te laden met elektriciteit of waterstof. Of ze kunnen stroom terug leveren aan het net.
- 5 **Waterstraat** – verschillende soorten open plaveisel om piekbelasting door regenbuien beter af te voeren en tijdelijk op te slaan.
- 6 **Co Creation Centre** – het glazen gebouw gebruikt warmte- en koudeopslag rond de eigen heipalen voor een gerieflijk binnenklimaat. Dit wordt de onderzoeks- en ontmoetingsplek.
- 7 **Modular Office Renovation (MOR)** – dit project transformeert energie-inefficiënte kantoren in net-positieve appartementen.
- 8 **Aquabattery** – proefopstelling met een grote goedkope batterij die werkt met zout en zoet water.
- 9 **Living Lab Sustainer Home** – Is het leuk wonen in een container? Studenten proberen het uit.







**10** Thorb – woonruimten van modulaire units met een groter vloeroppervlak dan op een vrachtwagen past.

Soms is het een bedrijf dat een project start, waarna onderzoek volgt. Steeds vaker neemt een TU-onderzoeksgroep of start-up het initiatief voor een proefopstelling. Alle projecten moeten onder een van de onderzoeksthema's vallen:

verduurzaming van de gebouwde omgeving, nieuwe energiesystemen, klimaat-adaptieve steden of duurzame mobiliteit.

“Het gaat hier niet alleen om de techniek”, zegt manager marketing & co-creation Serge Santoo. “We beproeven hier ook de menselijke en de maatschappelijke aspecten, en de inpassing in wet- en regelgeving.” <<

# Zandkorrels scannen

TU-onderzoekers bestuderen afkalving en aanwas van strand en duinen bij Noordwijk aan Zee met scanners, stromingsmeters, drones en satellieten. Storm Ciara kwam als geroepen.

**V**anaf een van de hogere terrassen van hotel Huis ter Duin in Noordwijk aan Zee tast een laserscanner met een eindeloze trits onzichtbare lichtpulsjes de kustlijn af. Op de centimeter nauwkeurig brengt dit instrument de hoogteverschillen van de duinen en het strand in kaart. Pal ernaast staat een windmeter – een ronddraaiende anemometer – pirouettes te draaien. “Windstoten van 39 meter per seconde maten we hier eerder deze maand”, zegt dr. Sander Vos van de afdeling coastal engineering (Civiele Techniek en Geowetenschappen). “Dat is windkracht 12.” De stormen Ciara en Dennis kwamen voor Vos als geroepen. Hij geeft leiding aan het project Scanex 2020. Doel: het meten van zandverplaatsing op het strand. Die gegevens moeten inzicht verschaffen in de weerbaarheid van de kust tegen hoog water en golfslag. Negen onderzoekers doen mee, zes van de TU Delft, twee van de TU Twente en een van de TU Bergakademie Freiberg in Duitsland.

### Opstuwen en afkalven

Vanwaar deze interesse in zandkorrels? “Op steeds meer plaatsen wordt voor de kustverdediging gekozen voor grootschalige zandsuppletie”, legt Vos uit, “zoals de Zandmotor bij Kijkduin, de Hondsbossche Duinen bij Petten en de Prins Hendrikzanddijk op Texel. Om te weten hoe robuust deze natuurlijkere vorm van kustverdediging is, moeten we de dynamiek van de zandverplaatsingen beter snappen.”

Bij hoog water wordt zand vanuit de zee strandwaarts gestuwd. Als de zee zich weer terugtrekt en het strand bloot komt te liggen, droogt het zand op en verstuipt het, bij westenwind, richting duinen. Maar bij hoog water met hevige golfslag kalft het strand juist af. De golven beuken stukken strand los en trekken die mee de zee in. Vaak is er dan ook een sterke onderstroming. Dit proces – in werkelijkheid veel complexer – willen de onderzoekers vatten in modellen.

### Laserscanner

Vos werkt onder meer samen met promovenda Mieke Kuschnerus, van de onderzoeksgroep optical and laser remote sensing (CiTG). Zij houdt zich bezig met de kalibratie van de laserscanner. “We werken met een vrij nieuwe laserscantechniek”, zegt Kuschnerus. “We weten nog niet hoe temperatuurverschillen de nauwkeurigheid van de metingen beïnvloeden. Op het strand is het vaak wat warmer dan op 56 meter hoogte waar de scanner staat. We onderzoeken of regendrup-

pels en windstoten de metingen vertekenen. Om het apparaat te kalibreren, hebben we op verschillende plekken in de duinen reflecterende borden geplaatst waarvan we de exacte positie weten.”

De data van de laserscanner worden aangevuld met die van stromingsmeters die aan palen in de branding zijn bevestigd, vertelt Vos. “Kitesurfers zijn hiervan op de hoogte. Verder verzamelen we data met drones, videocamera’s, satellieten en zandschrappers.”

Dat laatste instrument, dat de samenstelling van het zand analyseert, kan kustonderzoeker Vos ook tonen. De samenstelling van het zand doet er nogal toe in het hele proces van duinvorming. Fijn zand waait eerder naar de duinen.

### Zandschraper

Halverwege het strand, tussen duin en zee, staat CiTG-promovenda Christa van IJzendoorn. Ze struint het strand af met een aan de TU ontwikkelde zandschraper waarmee ze van een stukje strand ter grootte van een pannenkoek exact de bovenste twee millimeter afschaaft. Dit doet ze om de tien meter. Het zand gaat in een zakje voor latere analyse in het lab.

“Dagjesmensen vragen me vaak waar ik mee bezig ben”, vertelt Van IJzendoorn terwijl de harde wind haar zandstraalt. “Sommige mensen denken dat ik vervuiling aan het meten ben.”

Honderd meter noordelijker is een stuk strand, grenzend aan de duinen, met paaltjes en touwen

### De golven beuken stukken strand los

afgezet. Op een verweerd bordje is nog net een TU Delft-logo te zien. In het voorjaar en in de zomer liggen hier de boten van een zeilvereniging, nu ligt er een roestige container. De wind heeft een grote open ruimte geblazen onder de stalen kolos aan de loefzijde. In de luwte ligt een lang opgehoogd spoor van fijn zand.

“We meten ook het effect van obstakels op het strand”, vertelt Vos. “Langs de hele kust staan strandtenten die het zand, dat richting duinen waait, deels tegenhouden. Met deze container bootsen we het effect van zo’n gebouw na.”

Op 1 april moet de datavergaring rond zijn. Dan eisen de zeilers hun plek weer op en wordt het geleidelijk aan te druk om goede metingen te verrichten. Tot die tijd is het voor de kitesurfers oppassen geblazen in de branding.

## PERSOONLIJK

Twee recent gepromoveerde TU-wetenschappers mogen met een Rubicon-beurs van NWO naar het buitenland om internationale onderzoekservaring op te doen. Dr.ir. **Maarten Verhoeven** (faculteit Technische Natuurwetenschappen) gaat naar de Deense Universiteit van Aalborg om te onderzoeken hoe je afvalwater met behulp van bacteriën kunt ontdoen van hormonen en medicijnen. Dr. **Xiaojie Luan** (faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen) gaat twee jaar naar ETH Zürich om onderzoek te naar vertragingen in het openbaar vervoer en hoe die beperkt kunnen worden.

Ook dr.ir. **Rene Pecnik** (faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Technische Materiaalwetenschappen) ontving een flinke beurs (ongeveer 2 miljoen euro). In zijn geval de Europese ERC Consolidator Grant, waarmee hij de komende vijf jaar aan zijn project voor betere energieconversie kan werken. Hij doet onderzoek op het snijpunt van thermodynamica, vloeistofmechanica en stralingswetenschappen.

Ir. **Bas Reedijk** is winnaar van de zesde Prins Friso Ingenieursprijs. Hij studeerde civiele techniek en is hoofd van de afdeling Water van BAM Infraconsult, waar hij al sinds 1990 werkt. Hij leidde deltatechnologische projecten in binnen- en buitenland en heeft vele wetenschappelijke artikelen op zijn naam staan.

Reedijk geeft colleges aan de TU Delft. “We moeten ervoor zorgen dat veel meer jonge mensen de techniek blijven vinden”, vertelt hij het Kivi. “De klimaatverandering stelt ons voor problemen, maar dat zijn ook mooie uitdagingen.”

Het nieuwe boegbeeld van de LDE-alliantie (het partnerschap tussen de universiteiten van Leiden, Delft en Rotterdam) is oud-NWO-bestuurder en decaan geesteswetenschappen prof.dr. **Wim van den Doel**. Taak van de Leidse historicus wordt het versterken van de positie van de Zuid-Hollandse universiteiten op het gebied van wetenschappelijk onderwijs, grensverleggend onderzoek en innovatie.

## Faalmuseum

Wat hebben de plastic fiets, de Ford Edsel en Colgate diepvrieslasagne gemeen? Het zijn alledrie producten waarmee bedrijven ooit vol vertrouwen de markt bestormden, maar die al snel hopeloos flopten. De plastic fiets - uit Zweden, merknaam Itera - was minder stabiel dan een gewone fiets, maar wel duurder. Bij de Ford Edsel dacht de innovatieafdeling dat autobestuurders het enorm cool zouden vinden om niet langer meer te schakelen met een pook, maar met knopjes op het stuur. Enig nadeel: daar zaten ook andere knopjes voor heel andere functies.

Wil je toeteren, ga je ineens achteruit. En bij Colgate vonden ze hun eigen merk zó geweldig, dat ze dachten dat mensen alles zouden kopen zolang er maar Colgate op stond, zelfs lasagne.

De voorbeelden komen uit het Museum of Failure, het faalmuseum dus, bedacht door organisatiepsycholoog Samuel West. Zijn museum werkt op de lachspieren, maar doet meer dan alleen dat. Bedrijven brengen vooral succesverhalen naar buiten. Logisch, want de eerste aandeelhouder die blij is met een geflopt product moet nog gevonden worden. Maar de waarheid is, zo weet iedereen die bij welke organisatie dan ook werkt, dat de meeste vernieuwingen uiteindelijk geen doorslaand succes worden. En juist van fouten kun je het meeste leren. Start-ups - het thema van deze Delft Integraal - zijn het summum van vernieuwing.

Vanuit het niets willen de eigenaren een nieuw product of dienst lanceren om de wereld

(of simpelweg het leven van de klant) een beetje beter te maken. Een bekend voorbeeld uit Delft is de stormparaplu; toen ik er voor het eerst één in mijn handen hield in de wind, dacht ik ‘tering, dat in honderden jaren paraplugeschiedenis niemand dit ooit eerder heeft bedacht’. De Delftse paraplu die langer meegaat dan één herfstbriesje werd een internationaal succes. Andere mooie voorbeelden uit Nederland zijn Kieskompas (ontwikkeld aan de VU) en Booking.com (Universiteit Twente).

Maar veel start-ups worden niet zo'n succesverhaal. Het aantal horden waarover de medewerkers van een start-up kunnen struikelen is haast oneindig. Te weinig geld, een concurrent is je te snel af, het idee is nét niet goed genoeg, te laat nagedacht over de marketing, te lang doorgegaan met perfectioneren van het product, niet lang genoeg doorgegaan met het perfectioneren van het product, karakters van oprichters die met elkaar botsen, een cruciale medewerker die een andere baan kiest, een cruciale medewerker die ziek wordt of thuis moet mantelzorgen, het verdienmodel maar niet sluitend weten te krijgen, enzovoorts, enzovoorts.

Ik gun al die start-ups het beste. Maar mocht het nou toch niet lukken, stuur je geflopte product dan s.v.p. naar het Museum of Failure. Dan kunnen al die

andere start-ups ervan leren - misschien nog wel meer dan van zo'n zeldzaam succesverhaal.

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



# DE ZAAK

Alumnus Thijs Mathot bedacht een businessmodel dat kan voorspellen of een student succesvol zal zijn. Zijn bedrijf Brighter Investment verstrekt leningen aan studenten uit Afrika.

**G**etwijfeld heeft hij nooit over zijn keuze voor luchtvaart- en ruimtevaarttechniek. Maar na een paar maanden bij Dutch Space vroeg Thijs Mathot zich af: wat nu? Hij besloot een *business degree* te halen in Londen en rond te kijken in een andere industrie. Zijn nieuwe werk bracht hem naar het Mexicaanse Monterrey. Daar werd het zaadje geplant dat jaren later tot zijn bedrijf Brighter Investment leidde. In Monterrey ontmoette Mathot een scholier die ondanks zijn intelligentie en goede prestaties niet naar de universiteit kon omdat hij het collegegeld niet kon betalen en bij de bank geen lening kreeg. Met wat collega's legde Mathot geld bij elkaar zodat de jongen kon studeren. Dat bleek een bescheiden bedrag in vergelijking met wat het opbracht: een kansrijke toekomst, voor hemzelf en zijn familie.

Het liet Mathot niet meer los. "We leven in een markteconomie", vertelt hij vanuit het Canadese Vancouver. "Hoe kun je waarde creëren zonder financiële middelen? Ik zag daarin een *business opportunity*." Mathot keek verder dan goede cijfers. Hij verdiepte zich bijvoorbeeld in het Odin Development Compass, een methode om drijfveren van mensen te testen. Hij wilde erachter komen welke persoonlijkheidskenmerken het beste voorspellen of een student succesvol zal zijn en zijn of haar studielening terug zal betalen. Hij zette deze indicatoren in een model, voegde macro-economische data toe



en kwam tot een aantal scores. "Er is een verband tussen deze factoren en je *return of investment*", rekende hij uit. "Deze belegging is voor investeerders attractief."


Mathot besloot het businessmodel verder te onderzoeken en sprak met studenten, docenten en banken in Afrika, Azië en Zuid-Amerika. Op een universiteit in Ghana ontmoette hij Richard Adarkwah en ze werden zakenpartners. Met een crowdfundingactie haalden ze in 2014

Bedrijf: **Brighter Investment**  
 Oprichter: **Thijs Mathot**  
 Plaats: **Vancouver (Canada)**  
 Studie: **Luchtvaart- en ruimtevaarttechniek**  
 Opgericht in: **2014**  
 Medewerkers: **7**  
 Omzet: **3,5 miljoen dollar**  
 Over vijf jaar: **"Dit is een 600 miljard dollarmarkt zonder noemenswaardige concurrentie, de mogelijkheden zijn eindeloos."**

het benodigde kapitaal op om met 24 geselecteerde studenten te kunnen starten.

"Inmiddels hebben honderd studenten het programma succesvol doorlopen en studeren er nog 400", zegt Mathot. Brighter Investment werkt met negen (onderwijs)instituten in Ghana ("Wij kijken kritisch naar het onderwijssysteem") en verstrekt leningen voor alle opleidingen die waarde creëren voor een student. "Zoals technische studies, scheepvaart en verpleegkunde", licht Mathot toe. "Het zijn studies waarmee je snel een baan krijgt, goed verdient en die niet teveel kosten. Het feit dat alle deelnemers nu bezig zijn met terugbetalen, bewijst dat het werkt." Mathot ziet wel verbeterpunten. "Slechts 15 procent van onze deelnemers is vrouw. In arme landen laat men bij voorkeur een zoon studeren. Terwijl uit ons onderzoek blijkt dat dochters vaak betere studenten zijn. Ze moeten al op jonge leeftijd veel taken combineren en zijn super gemotiveerd."

Met de Ghanese overheid heeft Mathot inmiddels een contract en er zijn plannen voor uitbreiding. "We blijven gefocust op Afrika."

Het doel op de lange termijn is dat lokale banken hun rol overnemen. "Banken moeten studentenleningen opnemen in hun dienstenpakket. Studenten zijn na hun afstuderen immers een interessante doelgroep." Zo ver is het nog niet. Brighter Investment verwelkomt graag nieuwe investeerders. 

# Topwetenschap inzetten voor de allerarmsten

Op Global Impact Day spraken mensen uit alle windstreken elkaar over water, elektriciteit, gezondheidszorg en meer. In vijf jaar tijd is er op de universiteit een onderzoeksgemeenschap ontstaan die Delfts vernuft ontwikkelt om noden in Azië en Afrika te helpen verlichten.



Foto: Sam Reintmeester

Promovendus Md Annaduzzaman Kajol werkt in een Delfts lab aan arseenverwijdering uit het grondwater van Bangladesh (zie ook kader).

**H**et idealisme - westerse techniek voor arme mensen - klinkt als een kerstgedachte, maar mislukkingen zijn talrijk en de route zit vol valkuilen. Denk aan defecte waterpompen die nog herinneren aan de goede bedoelingen, of aan onbruikbare apparatuur bij een afgelegen streekziekenhuis. Kunnen TU-medewerkers en studenten niet beter publiceerbare wetenschap ontwikkelen die een echt verschil maakt voor de mensen in landen met lage inkomens? Met nu 16 miljoen euro aan onderzoeksgeld en meer dan zestig onderzoeksprojecten lijkt het TU Delft Global Initiative er daadwerkelijk in te slagen om een verschil te maken. Hoe doen ze dat, en hoe is dat ooit begonnen?

### Duurzame maatschappelijke impact

‘Met al die kennis en creativiteit zouden we niet alleen fundamentele wetenschap moeten doen, maar ook iets voor verbeterde levensomstandigheden van de armsten in de wereld die vooral in de derde wereld leven.’ Dat schreef prof.dr. Cees Dekker in 2013 aan toenmalig TNW-decaan prof.dr.ir. Tim van der Hagen. Dekker was geïnspireerd geraakt door prof.dr. George Whitesides die goedkope chemische chips had ontwikkeld voor diagnoses in tropische arme landen. In Delft vond hij een medestander in ‘zijn’ afdelingssecretaris ir. Jennifer Kockx. Zij had bij de Finse Aalto Universiteit kennisgemaakt met Aalto Global Impact, een programma dat onderzoek en onderwijs inzet voor duurzame maatschappelijke impact wereldwijd. Ze zocht naar een manier om zo iets ook in Delft te ontwikkelen. Dekker en Kockx wilden het idee niet alleen overnemen, maar ook aanscherpen. Ze bedachten dat het initiatief moest worden gedragen door hoogleraren, en dus



Foto: TU Delft

Een opstelling in Bangladesh van het Delft Global programma Drinking Water onder leiding van dr.ir. Doris van Halem.

vroegen ze prof.dr.ir. Huub Savenije erbij vanwege zijn expertise in tropische waterbouwkunde, en stedenbouwkundige prof.dr. Han Meyer vanwege zijn ervaring met urbanisme in deltagebieden. Later nam prof.dr.ir. Nick van de Giesen de rol van Savenije over toen die laatste met emeritaat ging. Het Delft Environmental Initiative, dat onder leiding stond van Van de Giesen, werd omgedoopt tot Delft Global Initiative. Dat was op 1 januari 2015. Delft Global viert dit jaar dus zijn eerste lustrum. Projecten binnen het Delft Global Initiative moeten aan een aantal voorwaarden voldoen: 1. ze moeten altijd vraaggestuurd zijn; 2. er moet een samenwerking zijn met lokale partners; en 3. het eindproduct mag niet alleen een rapport zijn - het moet een product of dienst opleveren met een meetbare impact.

**Lees verder op pagina 32**

### Delft Global programma's en de programmaleiders:

- Healthcare for All - Jenny Dankelman (Surgery for All - 3mE) en Jan Carel Diehl (Diagnostics for All - IO)
- Liveable Cities in the Global South - Marja Elsinga (BK) en Henk Jonkers (CitG).
- Smart Affordable Sensors to Improve Resilience - Nick van de Giesen (CitG) en Kofi Makinwa (EWI)
- Drinking Water programme - Doris van Halem (CitG)
- Airports in Disaster Areas - Bartel van der Walle (TBM) en Kenny Meesters (TBM)
- Plastic Free Rivers - Wim Uijtewaal (CitG)
- Clean Energy Access for All - Arno Smets (EWI) en Ralph Lindeboom (CitG)

Programmamanager Claire Hallewas vertelt dat er de afgelopen jaren veel projecten zijn geweest. “En nu hebben we gezien in welke hoeken en domeinen we echt een verschil kunnen maken. We hebben daarom meer focus aangebracht en vijf onderzoeksprogramma’s gedefinieerd: Energy, Health Care (Diagnostics and Surgery), Inclusive Cities, Global

Drinking Water, en Smart Centres for Resilience.” Programmaontwikkelaar Roel Kamerlingh vult aan: “We zijn met veel mooie losse projecten begonnen, en zo moet dat ook. Maar op een gegeven moment wil je groter worden op specifieke gebieden die echt kansrijk zijn. Dat geldt voor de onderzoeksthema’s maar ook voor de universiteiten waarmee we

samenwerken: in Kumasi (Ghana), Nairobi (Kenia), en Addis Abeba (Ethiopië).”

## Nut

Wat is eigenlijk de meerwaarde van een aparte instelling zoals het Delft Global Initiative? “We hebben een netwerkfunctie gekregen”, legt Hallewas uit. “We krijgen nu mailtjes

## Waar houden Delftse onderzoekers zich zoal mee bezig?

### Betaalbare MRI

Moderne MRI-scanners zijn niet weg te denken uit ziekenhuizen, maar ze kosten miljoenen. Een goedkopere magneet geeft minder betrouwbare resultaten, en om toch goede beelden te krijgen, moet je meer data toevoegen. Aan de meer ingewikkelde wiskunde die dat vergt, werken promovenda Merel de Leeuw Bouter en wiskundige dr.ir. Martin van Gijzen. Inmiddels is er een werkend prototype, naar ontwerp van het LUMC. Hiervan worden er dit jaar twee gebouwd in de partneruniversiteit Must in Oeganda. Daar wordt het apparaat ook aangepast aan temperatuurveranderingen en transport. Een van de eerste diagnosetaken is hydrocephalus (‘waterhoofd’), een veelvoorkomende aandoening bij baby’s die ernstige hersenschade veroorzaakt. Vroege diagnose met MRI-techniek kan hersenschade voorkomen.

### Hogedrukpomp

In bergachtige gebieden liggen de akkers vaak alleen vlak langs de rivier omdat het te duur is om water hogerop te krijgen. Pratap Thapa, medeoprichter van de start-

up aQysta en afkomstig uit Nepal, vroeg zich af of de beweging van het water gebruikt kon worden om druk op te bouwen. Dat is precies wat de roterende Barsha pomp doet. (Barsha betekent ‘regen’ in Nepalees). Rotatie van het schoepenrad bouwt genoeg druk op in de slang om 20-30 meter hoogte te overbruggen. De pomp drijft verankerd in de rivier. Om risico’s voor de arme boeren te verminderen, betalen ze met een vast aandeel van hun oogst.

### Elektriciteitsnet

Als er geen elektriciteitsnet beschikbaar is, zetten mensen vaak zonnepanelen op hun dak met een accu om daarmee toch een beperkte mate van stroomvoorziening te hebben. Dr. Nishant Narayan deed onderzoek naar hoe enkele tientallen huishoudens met zonnepanelen te koppelen zijn tot een lokaal smartgrid. Huizen zijn onderling gekoppeld op een hogere spanning via omzetters. Dat vermindert de hoeveelheid accu’s die nodig zijn, het vergroot het beschikbare vermogen (voor een waterkoker bijvoorbeeld) en maakt de stroomvoorziening betrouwbaarder.

### Arseenverwijdering (foto’s)

Miljoenen mensen in plattelandsgebieden in Bangladesh hebben nauwelijks toegang tot veilig drinkwater omdat het grondwater er is verontreinigd met arseen. Arseen zit van nature in grondwater en is giftig. In grote concentraties veroorzaakt het huidziekten en kanker. Delftse wetenschappers ontdekten dat je arseen kunt verwijderen met behulp van ijzer dat ook van nature in hetzelfde grondwater zit. In Nederland is dit onder andere gedaan met gebruikmaking van een snel zandfilter, waarbij water door een zandbed stroomt en een combinatie van zeefwerking en biologie voor verwijdering van onzuiverheden zorgt). Promovendus Md Annaduzzaman Kajol van de afdeling watermanagement (Civiele Techniek en Geowetenschappen) onderzoekt in het lab en in het veld of dit ook toepasbaar is met snelle zandfilters in Bangladesh. Daar zijn de concentraties arseen tien tot honderd keer hoger. Dat zou arseenverwijdering uit grondwater mogelijk maken zonder toevoeging van chemicaliën of adsorptiemiddelen.





Foto: TU Delft

Kajols onderzoek behelst ook veldwerk. Hij zoekt een oplossing voor de enorme concentraties arseen in het grondwater van plattelandsgebieden in Bangladesh.

of we iemand kennen in Addis Abeba voor een nieuw programma. Het bundelen van een onderwerp en alle

## Projecten moeten een product of dienst opleveren met een meetbare impact

netwerken die daarbij horen, dat heeft wel nut. En het andere nut van zo'n Global Initiative is het hebben van een

global community - we zijn nu met 250 onderzoekers van TU Delft die zich bij Delft Global betrokken voelen, en zo'n 500 studenten die projecten hebben gedaan. We komen geregeld bij elkaar voor lunches. Daar merk je dat mensen van elkaar leren door uitwisseling. Zonder zo'n Global Initiative blijven studenten en onderzoekers veel meer binnen de faculteit."

### Gemeenschap

Hoe kijken de oprichters vijf jaar later tegen Delft Global aan? 'Ik ben erg trots te zien dat we een sterke Delft Global gemeenschap hebben

gebouwd over de afgelopen jaren,' schreef Jennifer Kockx bij haar vertrek van de TU eind 2018. 'En dat de samenwerking met lokale partners die we nastreefden in veel projecten begint op te bloeien.' Ook Cees Dekker bekijkt de ontwikkeling van Delft Global van een afstand, hoewel er nog wel een project onder zijn leiding loopt (diagnose van verwaarloosde tropische ziekten). Ook hij spreekt van een "indrukwekkende community die maandelijks bijeenkomt met de gemeenschappelijke wens om echt iets goeds te willen doen voor de wereld".

<<

# 'Convergentie is de toekomst van de ingenieurswetenschappen'

De TU Delft gaat meer samenwerken met de universiteiten en medische centra van Rotterdam en Leiden. Dit zal ook invloed hebben op alumni, zegt rector magnificus Tim van der Hagen. "Uiteindelijk moeten al onze initiatieven ten goede komen aan de samenleving, al zal het niet allemaal van vandaag op morgen merkbaar zijn."

TEKST: AGAATH DIEMEL  
 FOTO: SAM RENTMEESTER

“**A**an de gloednieuwe Medtech School in Milaan volgen studenten een zesjarige artsopleiding en behalen tegelijkertijd een bachelordiploma in de biomedische technologie”, begint prof.dr.ir Tim van der Hagen. “Eenmaal afgestudeerd, zullen de arts-ingenieurs zorg op maat bieden, gebaseerd op hun kennis van onder meer getherapie, artificiële intelligentie en neurorobotica.” Van der Hagen vergelijkt de studie met de opleiding klinische technologie die de TU Delft in 2014 startte. ‘Achter iedere arts staat straks een ingenieur’, was toen de gedachte. “Met de Milanese Medtech-opleiding is iedere arts straks daadwerkelijk ingenieur”, benadrukt hij. “Het is een prachtig voorbeeld van wat we convergentie noemen: de integratie van technologie, natuurwetenschappen, biowetenschappen en geesteswetenschappen op zo’n manier dat er nieuwe vakgebieden ontstaan. Dat gebeurde in het verleden ook wel, denk aan biotechnologie, nanotechnologie of klinische technologie: versmeltingen van tot dan toe afzonderlijke werkvelden.”

Niet helemaal nieuw dus, wel actueel. Wereldwijd wordt convergentie gezien als de beste manier om complexe maatschappelijke vraagstukken op te lossen. Binnen allerlei afzonderlijke disciplines is de afgelopen decennia fundamentele vooruitgang geboekt, vaak mogelijk gemaakt door voortschrijdende digitalisering. “Het combineren van al die kennis en onderzoeksmethoden moet leiden

tot nieuwe wetenschapsgebieden waarbinnen we sneller tot baanbrekende resultaten kunnen komen”, legt Van der Hagen uit. “Dat is hard nodig, want de uitdagingen waar we voor staan zijn urgent.”

## Kruisbestuiving

Daarom kondigde het college van bestuur tijdens de Dies Natalis aan de samenwerking tussen de universiteiten en medische centra in Delft, Leiden en Rotterdam verder te versterken. “Er moeten muren weg, tussen vakgebieden, afdelingen en faculteiten. Dat geldt niet alleen voor de universiteiten, maar ook voor andere onderzoekspartijen, bedrijfsleven en overheid. Want het ecosysteem dat nodig is om van die convergentie een succes te maken, vraagt om kruisbestuiving met ideeën van onze maatschappelijke partners.” Met dit versterkte partnerschap bouwt

‘Er moeten muren weg,  
 tussen vakgebieden,  
 afdelingen en faculteiten’

de TU voort op eerdere successen, gaat Van der Hagen verder. “Sinds 2006 werken we op medisch-technologisch gebied samen in het Medical Delta-programma, en in 2012 richtten we onze Leiden-Delft-Erasmus-alliantie op. Ik durf te beweren dat resultaten uit het verleden in dit geval wél garantie geven voor de toekomst. De roep om verandering komt van onze wetenschappers zelf. En het is onze verantwoordelijkheid om wat de



34 postdocs krijgen een dubbelaanstelling bij zowel de TU Delft als het Erasmus Medisch Centrum.

afgelopen decennia bottom-up in gang is gezet, als besturen verder mogelijk te maken en te stimuleren.”

Of er straks een eigen variant komt op de Milanese opleiding, moet de tijd nog leren. Wel zijn er allerlei gezamenlijke initiatieven gestart, om te beginnen in die medisch-technologische hoek. “Zoals u weet, staat de gezondheidszorg voor grote uitdagingen”, zegt van der Hagen. “De vergrijzing leidt tot een groeiende zorgvraag en stijgende kosten; tegelijkertijd is er tekort aan zorgpersoneel. Het moet dus efficiënter. Het meest efficiënt is natuurlijk preventie, maar zodra je een medische behandeling moet ondergaan, kan die maar beter zo goed mogelijk op de individuele patiënt worden afgestemd. Het wordt straks allebei mogelijk door de digitale tweeling: een combinatie van genetisch profiel, medische historie, sociale en economische informatie enzovoort. Big data dus, die voor een omwenteling in de gezondheidszorg gaat zorgen. Het is een van de projecten waar we momenteel 34 postdocs voor werven die een dubbelaanstelling krijgen bij zowel de TU Delft als het Erasmus

Medisch Centrum.” Ook op het gebied van kunstmatige intelligentie zijn er grote plannen. In 30 gezamenlijke AI-labs zullen onderzoekers zich wijden aan specifieke onderwerpen op het gebied van kunstmatige intelligentie. “Materiaalkunde bijvoorbeeld. Zo hangt het succes van de energietransitie af van nieuwe manieren om energie om te zetten, op te slaan en te transporteren. Daar hebben we geavanceerde materialen voor nodig, maar de meeste die je op papier ontwerpt, zullen in de praktijk nooit werken. Door die virtueel te testen, kunnen we alleen verder gaan met de kansrijke opties.”

#### Holistische benadering

Maatschappelijke uitdagingen als klimaat, energie, waterveiligheid, circulariteit, gezondheid en mobiliteit hebben allemaal met elkaar te maken, vervolgt Van der Hagen. “Dit vraagt om een holistische benadering. Denk aan deelauto’s en zelfrijdende auto’s waardoor er minder parkeerplaatsen nodig zijn. Dat betekent meer openbare ruimte en groen, wat op zijn beurt de luchtkwaliteit en de biodiversiteit ten goede komt. Bovendien kan vegetatie dienen als

waterberging en de hittestress als gevolg van de klimaatverandering verminderen. Die openbare ruimten kunnen we zo inrichten dat die lopen en fietsen, en dus een gezondere levensstijl, stimuleren. Dat is precies waaraan we gaan werken in het Rotterdamse deltagebied. In een netwerk van proeftuinen zullen we zulke innovaties in de haven, op de luchthaven en in de woonwijken van de stad testen en in de praktijk brengen.”

Wat gaat u als alumnus straks van dit alles merken? “Van alles, zou ik zeggen. Uiteindelijk moeten al onze convergentie-initiatieven ten goede komen aan de samenleving, al zal het niet allemaal van vandaag op morgen merkbaar zijn.

Eerst zult u het als professional merken, of u nu werkzaam bent in onderzoek, bedrijfsleven of overheid. Want convergentie is de toekomst van de ingenieurswetenschappen. Ook hier kunt u op ons rekenen, want via leven lang opleiden zullen we ons best doen u op de hoogte te houden van de laatste ontwikkelingen en de nieuwste kennis. Want één ding blijft gelden: TU Delft for Life!” <<

# ‘Studenten houden je scherp’

Anurag Bhattacharya is architect bij ZJA in Amsterdam. Hij is lid van het Alumnipanel van de TU Delft en geeft colleges aan bouwkundestudenten. “Door om te gaan met studenten, blijf je op de hoogte van trends.”



Anurag Bhattacharya: “Iedereen die in contact wil blijven, moet die mogelijkheid krijgen.”

**T**ijdens een stage in Boekarest hoorde Anurag Bhattacharya voor het eerst van de TU Delft: “Ik ontmoette een aantal bouwkundestudenten. Zij vertelden me dat het curriculum heel flexibel was met combinaties

van allerlei ontwerpstudio’s en modules. Dat was nieuw, op andere universiteiten lagen de opleidingen veel meer vast.” In 2011 schreef hij zich in voor een masteropleiding bij de innovatieve sectie Hyperbody. “Bouwkunde is een combinatie van

techniek en esthetiek, maar in India stond het esthetische aspect meer op de voorgrond. Esthetiek is belangrijk maar je moet ook kunnen beoordelen wat je doet. Bij Hyperbody leerde ik programmeren en hoe je tools ontwikkelt die je kunt gebruiken voor

computational design en prestatie-analyses”, aldus Anurag.

“De TU Delft is onlangs begonnen met het actiever benaderen van alumni via post, e-mail, LinkedIn, et cetera, maar ik heb altijd al contact gehouden met mijn docenten. Zo werd ik gevraagd om colleges te geven aan Hyperbody-studenten. Dat vind ik belangrijk. Door om te gaan met studenten, blijf je op de hoogte van ontwikkelingen in de academische wereld. Je kunt zoveel ideeën opdoen van waar zij mee bezig zijn. En andersom trekken wij door dat contact ook weleens nieuwe mensen aan. Een win-winsituatie.”

### Band met universiteit

Anurag is ook lid van het Alumnipanel, dat dient als klankbord voor het centrale alumni relations team.

“Het panel bestaat uit alumni van verschillende leeftijden en faculteiten. Ze vragen ons om ideeën en suggesties over hoe de universiteit een band kan houden met haar alumni: wat werkt, en wat missen we nog”, legt hij uit.

“Het is natuurlijk een individuele keuze, maar iedereen die in contact wil blijven, moet die mogelijkheid krijgen, vind ik. Ik woon nog altijd in Delft, dus voor mij is dat eenvoudig. Maar alumni in het buitenland hebben soms ook de behoefte aan een band met hun Alma Mater.”

Hij vervolgt: “Momenteel gaat mijn interesse meer uit naar innovatieve onderzoeksgroepen en het ontmoeten van mensen met vaardigheden die nuttig kunnen zijn voor ons bedrijf. Op een bepaalde leeftijd, wanneer je je eigen doelen hebt bereikt, wil je gewoon iets terugdoen, zonder tegenprestatie. Hoewel, ‘gevende’ mensen zijn er van alle leeftijden.”

### Opbouwende kritiek

Permanente educatie is een manier om in contact te blijven die belangrijk is voor je carrière, vindt Anurag.

“In elk beroep moet je de laatste ontwikkelingen bijhouden, of dat nu via je universiteit is of op een andere manier.” Hij blijft ook leren via R&D. “Ik heb geluk, want ZJA

heeft zijn eigen R&D-afdeling, dus ik kan mijn interesses in onderzoek en de praktijk met elkaar combineren. Ik werk nu aan het gebruik van bouwwerkinformatiemodellen (BIM) en virtual reality (VR) in bouwkundig ontwerpen, niet alleen als middel om je ontwerp aan klanten te laten zien, maar ook als ontwerptool. Met interactieve VR kun je de kwaliteit van een ontwerp veel beter beoordelen dan vanaf de traditionele tekening; je kunt het ook gebruiken voor ontwerpverkenning.”

Zijn advies aan ‘zijn jongere zelf’ en aan huidige studenten: doe een stage. “Dan leer je hoe de bouwwereld werkt. Elk land heeft ook zijn eigen werkcultuur. In Nederland werk je

## ‘In elk beroep moet je de technische ontwikkelingen bijhouden’

veel samen in teams; in India werk je minder integraal. Dit houdt in dat je hier in staat moet zijn om anderen van jouw ideeën te overtuigen.” Een van de eerste dingen die hij leerde was dat je kritiek als opbouwend moet kunnen zien. “Nederlanders zijn heel direct. Dat is niet slecht: dankzij kritiek kun je er tijdig achter komen dat je op het verkeerde spoor zit. Door een stage leer je wat je tekortkomingen zijn, zodat je daaraan kunt werken. Op die manier ben je na je afstuderen beter voorbereid op het werkende leven.”

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

## Alumni activiteiten

**Op dit moment is het onduidelijk hoe lang de maatregelen die het coronavirus moeten inperken, zullen duren. Dit betekent dat wij evenementen misschien zullen annuleren of op een andere manier organiseren. Wij zullen dit tijdig communiceren en melden op onze website [alumni.tudelft.nl](http://alumni.tudelft.nl).**

**14 mei 2020**

Alumni Backstage Tour, VR Zone

**11 juni**

TU Delft for Life | Xperience Day

**18 juni**

DSC 1970 jaar reünie

**4 juli**

Karel Luyben Lunch Lezing | Bandung

**5 juli**

Karel Luyben Lezing | Jakarta

### Contact:

Vragen, opmerkingen of ideeën?

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

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

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



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


 HORA EST

## Wiskunde en programmeren moeten een prominentere plek krijgen in biologieopleidingen om studenten voor te bereiden op de toekomst.

Jonas Noguera López

“Vroeger was biologie een beschrijvende wetenschap. Tegenwoordig bekijkt de biologie levende materie als een substraat dat kan worden ontworpen, getest en geëngineerd voor technologische doeleinden. Tegelijkertijd beschikken biologen, nu meer dan ooit, over een groot aantal *high throughput* technologieën, wat leidt tot een duidelijke toename van de hoeveelheid beschikbare data, om nog maar te zwijgen van het toenemende interdisciplinaire momentum van de wetenschap.

Hoe gaan wij als biologen communiceren met natuur- en scheikundigen? Hoe gaan we om met de enorme hoeveelheid data die wordt geproduceerd? Hoe gaan we nieuwe complexe biologische apparatuur ontwerpen? Wiskunde en programmeren bieden de oplossing. Daarom geloof ik dat wiskunde en programmeren een prominentere plek moeten krijgen in biologie-opleidingen om studenten voor te bereiden op de biologie van de toekomst.”



**Een teveel aan keuzes vermindert ons geluk.**

Tim Becker

**Bovennatuurlijke fenomenen en wonderen zijn natuurlijke fenomenen die we nog niet begrijpen!**

Hamed Ahmadpanani

**Hoe meer je weet, des te meer je jezelf onwetend acht.**

Lele Zhang

**Vertrouw nooit op atomen.**

Hao Yu

**Ontwerpers van algoritmes zouden meer aan de ingenieurs moeten denken die hun ideeën implementeren.**

Alexy Ilyushkin

**Wetenschap lijkt op fotografie in de zin dat je alleen kunt leren hoe te kijken, maar niet waar te kijken.**

Siddhartha Mukherjee

**Bibliotheken zijn overbodig geworden als gevolg van digitalisering.**

Martijn Janssen

**Europese universiteiten moeten het voortouw nemen naar meer integratie van EU-lidstaten.**

Jonás Noguera López

**Een multidisciplinair onderzoek wordt gekarakteriseerd door een gebrek aan overeenkomst in terminologie.**

Ronald Bos



## NALATEN VOOR DE WERELD VAN MORGEN

Het maatschappelijk belang van technologie is niet weg te denken in de wereld van morgen. Een nalatenschap schept extra kansen voor een nieuwe generatie studenten en onderzoekers aan de TU Delft. Bij het Universiteitsfonds Delft komen regelmatig vragen binnen over nalaten. Wat zijn de mogelijkheden, hoe kun je nalaten aan een goed doel? Daarom is er nu een speciale brochure met praktische informatie over nalaten en met inspirerende verhalen van mensen die bij het fonds en de TU Delft betrokken zijn.

**U kunt de brochure geheel vrijblijvend aanvragen bij Machteld von Oven via [m.w.vonoven@tudelft.nl](mailto:m.w.vonoven@tudelft.nl)**

## KUN JE BRANDWONDEN GENEZEN MET WISKUNDE?

Jaarlijks worden 900 personen opgenomen in één van de drie brandwondencentra in Nederland. Hun ernstige verbrandingen veroorzaken blijvende littekens. Deze hebben soms grote impact op het sociale leven en kunnen ook ingrijpende lichamelijke beperkingen veroorzaken.

“MET DIT ONDERZOEK WIL IK EEN BIJDRAGE LEVEREN AAN DE KWALITEIT VAN LEVEN VOOR MENSEN MET ERNSTIGE BRANDWONDEN.”

Fred Vermolen



Wiskundige Fred Vermolen, verbonden aan de Faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica werkt aan een computermodel waarmee is te voorspellen hoe een brandwond zich in de tijd ontwikkelt. Wanneer het model klaar is, kan het artsen helpen bij het bepalen van de best mogelijke zorg en zo veel leed voorkomen. Helpt u mee met een financiële bijdrage aan dit onderzoek?

DOE EEN DONATIE VIA [WWW.UNIVERSITEITSFONDSDELFT.NL/BRANDWONDEN](http://WWW.UNIVERSITEITSFONDSDELFT.NL/BRANDWONDEN)



# Het lab van...

## Applied Labs

Masterstudent Daan van der Valk (integrated product design, faculteit Industrieel Ontwerpen) onderzoekt voor zijn afstudeerproject hoe je sensoren kunt integreren in kledingstukken met behulp van bepaalde patronen. Hij gebruikt hiervoor een industriële breimachine. “Het idee is om *smart textiles* te maken, stoffen waarin elektronica is geïntegreerd. Ik ben bezig een reksensor te ontwikkelen, waarmee je bijvoorbeeld armbewegingen en ademhaling kunt meten. Het doel is om zo onopgemerkt lichaamsprestaties te registreren en te volgen. Ik richt me nu op medische en sporttoepassingen, maar zulke sensoren kunnen ook interessant zijn voor bijvoorbeeld de aansturing van een exoskelet.”