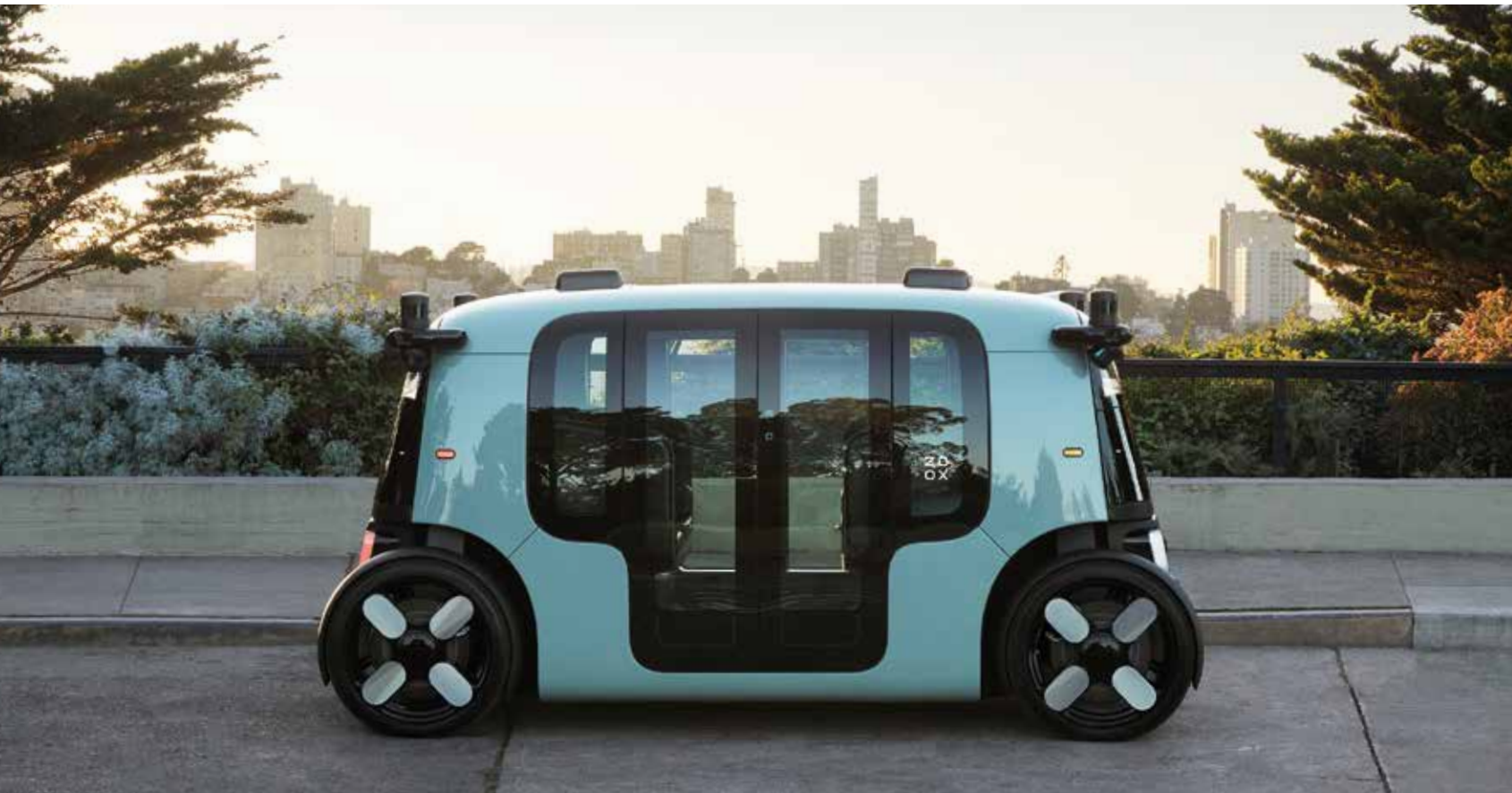


EUREKA

DE PRODUCTONTWERPEN VAN MORGEN



Elektrische robotaxi

De Amerikaanse startup Zoox werkt aan een taxi die zonder chauffeur veilig rond moet kunnen rijden. Omkeren is voor deze robotaxi geen probleem.

In de toekomst heb je geen rijbewijs meer nodig. En ook geen auto. Je bestelt gewoon vervoer. Tenminste, zo zien ze het bij Zoox. Deze Amerikaanse startup voor zelfrijdende elektrische auto's is in 2014 opgericht door de Australische ontwerper Tim Kentley-Klay en computerwetenschapper Jesse Levinson.

In december 2020 onthulde Zoox na zes jaar geheimzinnigheid hun prototype, een taxi waar vier passagiers tegenover

elkaar zitten als in een trein-coupé. En net als veel treinen kan deze taxi met vierwiel-aandrijving ook twee kanten op rijden, oftewel de achterkant kan zonder problemen de voorkant worden. Dit is een extra handigheid, want de U-bocht is voor de zelfrijdende technologie nog een van de grootste uitdagingen.

De Zoox heeft een batterij van 133 kilowattuur, net wat groter dan de sterkste Tesla. Daarmee kan de robotaxi zestien uur

onafgebroken rijden met snelheden tot 120 kilometer per uur.

Voor de veiligheid van de shuttle heeft Zoox honderd innovaties bedacht die niet in normale auto's voorkomen. Zo is er een nieuw airbagsysteem en worden blinde hoeken geëlimineerd door een gezichtsveld van 360 graden. Voor dit gezichtsveld scant Zoox continu zijn omgeving met camera, radar en *light detection and ranging* (lidar)-sensoren. De camera is voor 2D-zicht, de radar meet de afstand tot een object en de lidar-sensoren creëren een 3D-beeld door de tijd te meten tussen terugkerende laserstralen.

Verder overleeft de taxi de belangrijkste Federal Motor Vehicle Safety (FMVSS)-crashtesten met frontale en zijdeling-

se botsingen of aanrijdingen van achteren.

Er zijn veel autofabrikanten en andere bedrijven zoals Google die zelfrijdende technologie voor personenauto's ontwikkelen. Weinig bedrijven werken echter aan automodellen voor zelfrijdende taxi's. Desondanks kan Zoox concurrentie verwachten van General Motors, dat de zeer vergelijkbare Cruise Origin bouwde. Deze robotaxi wordt eind 2022 op de markt verwacht. Toestemming is al in 2018 aangevraagd, maar voornog niet verleend.

Momenteel wordt de Zoox getest in Foster City, San Francisco en Las Vegas. Wanneer de Zoox in productie gaat, is nog niet bekend. (SB) ●

TEKST: PAUL SCHILPEROORD EN SIJA VAN DEN BEUKEL



Waterstofbatterij

Vanaf 1 januari 2023 wordt de salderingsregeling voor zonnepanelen afgebouwd, waardoor aan het net geleverde elektriciteit niet meer een-op-een is te verrekenen met stroom die je afneemt. Dat maakt het interessant om zelf opgewekte stroom op te slaan. Het Australische bedrijf Lavo ontwikkelde hiervoor een apparaat dat elektriciteit opslaat in de vorm van waterstof. Deze waterstofbatterij is ongeveer even groot als de thuisbatterij Tesla Powerwall, maar kan drie keer zoveel energie opslaan. Het apparaat is alleen ook drie keer zo duur.

Het systeem van Lavo gebruikt overtollig opgewekte elektriciteit om via elektrolyse water te splitsen in waterstof en zuurstof. Het apparaat wordt hiervoor aangesloten op de waterleiding en is voorzien van een waterzuiveringsinstallatie. De geproduceerde waterstof wordt onder een druk van dertig bar opgeslagen in vier opslagtanks.

Wanneer er in huis meer vraag naar elektriciteit is dan de zonnepanelen op dat moment leveren, bijvoorbeeld 's avonds, wordt opgeslagen waterstof weer vrijgegeven en door een brandstofcel omgezet in elektriciteit. Een kleine accu zorgt daarbij voor een snelle reactietijd van het systeem.

Het apparaat is 1,7 bij 1,2 bij 0,4 meter groot en heeft een totaalgewicht van 324 kilogram. Installatie is mogelijk zowel binnen- als buitenshuis. Het systeem kan maximaal veertig kilowattuur aan elektriciteit opslaan. Volgens de fabrikant is dat voldoende voor een gemiddeld Australisch huis voor ruim twee dagen.

In juni komen de eerste 2500 exemplaren beschikbaar voor een prijs van ongeveer 28.000 euro. Volgend jaar gaat het producteaantal omhoog en de prijs ruim vierduizend euro naar beneden. (PS) ●

Oogspray

Oogdruppels zijn preciezer te doseren met een kapje dat je ogen openhoudt terwijl je de vloeistof als spray toedient. Ook ouderen kunnen er goed mee overweg.

Veel mensen vinden het druppelen van hun eigen ogen lastig. De druppels vallen vaak niet goed in het oog of juist er net naast, waardoor de vloeistof zich niet goed kan verspreiden over het oogoppervlak. Fred Bonthuis, onderzoeker aan de Erasmus Universiteit Rotterdam, bedacht een oplossing: een kapje dat het oog openhoudt terwijl de vloeistof wordt verneveld. Na acht jaar ontwikkeling is het product klaar voor markt-introductie.

'Het kapje zorgt ervoor dat het oog niet alleen openblijft, maar ook dat er geen vloeistofverlies is', zegt Bonthuis, die het kapje bedacht na een bezoek aan een medisch congres in Amerika. 'Door de vloeistof als een mist op het oog te spuiten, heb je niet de reflex om meteen te knippen, zodat het middel zich gelijkmatig over de oogbal kan verspreiden. Zo kun je veel preciezer en dus effectiever doseren.'

Bonthuis ontwikkelde het kapje samen met Paperfoam, een bedrijf voor *biobased*

verpakkingsmateriaal. Het gepatenteerde kapje is gemaakt van aardappelzetmeel en kan na gebruik worden gecomposteerd. In 2019 werd een flesje ontwikkeld dat de vloeistof goed vernevelt. De hoeveelheid vloeistof kan per keer worden aangepast van 50 naar 100 of 150 microliter (1 druppel), afhankelijk van de viscositeit van de vloeistof. Als laatste stap werd vorig jaar een passende aansluiting ontwikkeld tussen het kapje en het flesje met vloeistof.

Oogartsen en potentiële gebruikers hebben het prototype, dat breed inzetbaar is voor zowel homeopathische middelen als voor farmaceutische producten, positief beoordeeld. 'Het is makkelijk te gebruiken, ook voor ouderen, wat tijd- en kostenbesparend is voor de thuiszorg, mantelzorgers en verpleeghuizen', aldus Bonthuis. Hij verwacht dat de eerste uitvoering dit jaar op de markt komt voor een homeopatisch middel. Toestemming voor de farmacie duurt wat langer in verband met de benodigde certificering. (PS) ●



Gestroomlijnde zonneauto

Bij normaal dagelijks gebruik hoef je de accu's nooit bij te laden met netstroom. Dat belooft de fabrikant van een bijzonder ogende driewielige zonnewagen.

Vijftien jaar geleden introduceerde Apera Motors een hypergestroomlijnde driewielige auto met een lichtgewicht kunststof carrosserie. De tweepersoonsauto had een extreem laag benzineverbruik van 0,71 liter per honderd kilometer. Tot productie kwam het niet, maar nu is het Amerikaanse bedrijf terug met een elektrische variant voorzien van zonnecellen. Ze claimen dat je de accu's bij gemiddeld dagelijks gebruik zelfs nooit hoeft bij te laden.

De 4,4 meter lange stroomlijn vorm van het pre-productie prototype houdt het midden tussen een dolfin en een afgeplatte druppel. Hierdoor is de luchtweerstandcoëfficiënt (of Cw-waarde) slechts 0,13:

ongeveer de helft van de best gestroomlijnde productieauto's. De carrosserie is gemaakt van sterke, lichtgewicht composietmaterialen op basis koolstof, kevlar en hennep. Ieder wiel is uitgerust met een vloeistofgekoelde elektrische naafmotor.

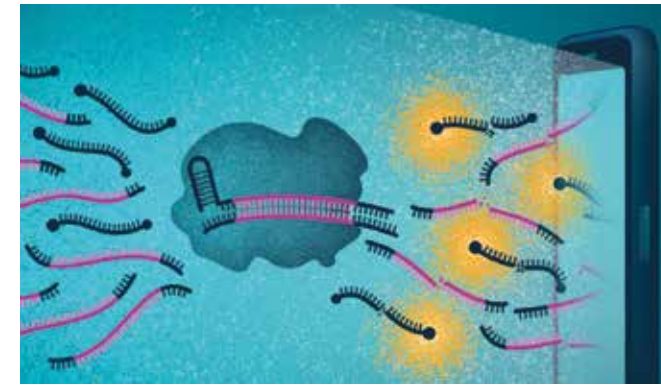
Op de neus en het dak van Apera ligt drie vierkante meter aan zonnecellen. Deze kunnen volgens de fabrikant, onder ideale omstandigheden, voldoende elektriciteit opwekken om ruim zeventig kilometer per dag af te leggen. Of dat lukt is weer sterk afhankelijk van het gebruik. De gebruikersinterface geeft de chauffeur feedback over manieren om energie te besparen. Stoor je je daar niet aan, dan trekt de Apera in ruim

3,5 seconde vanuit stilstand op naar honderd kilometer per uur en kun je een maximumsnelheid van tegen de 180 kilometer per uur halen.

Geïnteresseerden kunnen nu al een Apera reserveren uit de gelimiteerde productierun voor 2021. Ze kunnen onder meer kiezen uit *front-wheel-drive* of *all-wheel-drive* en accupakketten voor een bereik van 400, 645, 965 of 1600 kilometer. Afhankelijk van de uitvoering ligt het voertuiggewicht tussen de achthonderd en duizend kilogram en loopt de prijs van ongeveer 21.000 tot 38.000 euro. Apera Motors streeft ernaar het voertuig ook goedgekeurd te krijgen voor de Europese Unie. (PS) ●



FOTO: APTERA



CRISPR-coronatest

Onderzoekers aan de University of Berkeley in California hebben een coronatest ontworpen die met het enzym CRISPR-Cas13 en een smartphone binnen vijftien tot dertig minuten een uitslag geeft.

Het CRISPR-Cas-enzym kan als geen ander RNA-virussen knippen; het is namelijk 'geleend' uit het immuunsysteem van bacteriën. Met een trucje wordt deze eigenschap nu ingezet voor een coronasneltest. De uitvinding is een afsnijroute van de veelgebruikte PCR-test. Daarvoor moet je RNA eerst naar DNA vertalen en dat vervolgens met PCR vermenigvuldigen voor een betrouwbaar signaal.

Door gebruik van het enzym Cas13 slaan de onderzoekers uit Berkeley deze stappen over. Omdat ze het virus in dit geval niet alleen willen knippen maar ook detecteren, voegen ze losse RNA-fragmenten toe met fluorescerende moleculen die oplichten zodra ze worden doorgesneden. Alleen bij aanwezigheid van het coronavirus-RNA lichten de losse RNA-fragmenten op. Zodra het Cas13-enzym het RNA van een coronavirus heeft gezien en geknipt, gaat het de losse fragmenten doorknippen en geven ze licht.

Volgens de onderzoekers werkt de test ook kwantitatief en brengt die in beeld hoeveel virusdeeltjes aanwezig zijn. Een smartphonecamera detecteert het lichtsignaal. Dit houdt de test goedkoop, en ideaal voor een dagelijkse test bij de huisarts of thuis.

Onderzoeker Daniel Fletcher mailt dat de technologie voorlopig wordt geoptimaliseerd binnen de universiteit. Er lopen gesprekken met potentiële partners om de techniek, die ook voor het meten van andere virussen interessant is, op de markt te brengen. (BS) ●

FOTO: DANIEL FLETCHER EN MELANIE OTT; LUCI

Veiligheidssysteem voor een rolstoel

Een rolstoel automatisch tot stilstand laten komen als er een gevaarlijke situatie dreigt. Met sensor-modulen van een Amerikaans bedrijf kan dat.

Een stoeprandhoogte van 6,5 centimeter is al voldoende om een elektrische rolstoel, voorzien van kleine wielen, te doen omslaan, volgens onderzoek van het Amerikaanse bedrijf LUCI. Daarnaast zijn botsingen gevaarlijk omdat de inzittende maar weinig bescherming heeft. In de Verenigde Staten zijn er jaarlijks 175.000 bezoeken aan de eerste hulp van rolstoelgebruikers die verwondingen hebben opgelopen. LUCI ontwikkelde daarom een detectie- en waarschuwingssysteem dat elektrische rolstoelgebruikers voor kantelen en botsen moet behoeden.

Het systeem kan in de vorm van een paar sensormodulen op elke elektrische rolstoel worden bevestigd. De twee grootste modulen komen tussen de zitting en de wielen en worden aangesloten op de accu. Het systeem verbruikt minder dan 5 procent van het

totale elektriciteitsverbruik van de rolstoel. De sensoren maken gebruik van systemen als *computer stereo vision* om een 3D-beeld op te bouwen uit de camerabeelden, radar om obstakels te detecteren en een afstandsmeter op basis van infrarood licht en ultrasoon geluid.

Op straat en in gebouwen detecteren de sensoren riskante, plotselinge hoogteverschillen, zoals stoepranden of trappen, te steile hellingen, plus dreigende botsingen. Bij een potentieel gevaarlijke situatie remt het systeem de rolstoel af en waarschuwt het de gebruiker.

Systeemdada zijn af te lezen op een module op de armsteun. Daarmee is het systeem aan- of uit te schakelen. Slaat de stoel toch om, dan klinkt er een alarmen kan het systeem een sms, pushbericht of e-mail sturen naar een contactpersoon. (PS) ●



Veilig emissievrij varen

Waterstof opslaan in de relatief lichte waterstofdrager natriumboorhydride moet transporteren en bunkeren van waterstof voor brandstofcellen veiliger maken.

Twintig meter lang is het nieuwe directievaartuig van het havenbedrijf Amsterdam, met een vermogen van negentig kilowatt. Het schip vaart op batterijen om de uitstoot van CO₂ te verminderen en met een brandstofcel om een groter bereik te hebben.

De brandstofcel draait volledig op waterstof. Als waterstofdrager gebruikt het schip natriumboorhydride (NaBH₄), een wit poeder dat vroeger werd gebruikt als bleekmiddel. Bij contact met ultrapuur water komt zowel de waterstof uit natriumboorhydride vrij, als de waterstof uit het water: dubbel zoveel waterstof dus.

Volgens Klaas Visser, universitair hoofddocent maritieme techniek aan de TU Delft voldeet natriumboorhydride aan drie belangrijke voorwaarden voor emissievrije schepen. 'De

energiedichtheid van natriumboorhydride van 27 megajoule per liter is hoog vergeleken met andere opslagvormen van waterstof en benadert dieselbrandstof met een energiedichtheid van 36 megajoule per liter. Ook is het poeder met een vlamptpunt van zeventig graden Celsius veiliger te transporteren én te bunkeren dan waterstof in gasvorm.' Daarnaast is op een schip genoeg water beschikbaar voor de reactie, zegt Visser. 'Zeewater kunnen we redelijk eenvoudig filteren tot ultrapuur water.'

Een nadeel is het ophopende restproduct natriumbooroxide dat de tank van het schip zwaarder maakt tijdens de reis. Op papier is het mogelijk het restproduct via chemische processen met groene stroom weer om te zetten in natriumboorhydride, maar de kosten

daarvan zijn hoog. De TU Delft en de Universiteit van Amsterdam doen onderzoek naar goedkopere methoden. Visser: 'Ons doel is om uiteindelijk een volledig emissievrije, circulaire scheepsbrandstof te realiseren.'

De ontwikkeling van het schip is een pilot van Europese onderzoeksprogramma H2SHIPS. De bouw begint dit jaar en het schip zal over een jaar al gaan varen. Het directievaartuig gaat gasten en potentiële klanten rondleiden door de Amsterdamse grachten en haven. Als het proces helemaal circulair is, wordt natriumboorhydride ook ingezet voor binnenvaartschepen, short-sea-schepen, werkschepen en mogelijk ook voor veren. Visser verwacht dat ze hier binnen vijf jaar mee kunnen beginnen. (SB) ●



BEELD: PORT OF AMSTERDAM

Schelpenkam

Aan schelpen geen gebrek, dacht promovendus Marita Sauerwein van de faculteit Industriële Ontwerpen van de TU Delft. Jaarlijks levert de mosselooft in Nederland twintig miljoen kilogram schelpenafval op als restproduct. Een goede bestemming is daar nog niet voor gevonden; composteren heeft weinig zin omdat micro-organismen er nauwelijks compost van kunnen maken.

Schelpen zijn wel een mooie grondstof voor nieuwe productontwerpen, vond Sauerwein, die een herprintbaar en *biobased* materiaal voor de circulaire economie wilde creëren. Om van de vermalen schelpen een printbare pasta te maken gebruikte ze als bindmiddel alginaat, een polymeer afkomstig uit zeewier. Met een 3D-printer maakte de ontwerper als proef een platte haarspeld. Door de alginaatpolymeren onderling met elkaar te laten binden (*crosslinking*) werd het materiaal ook nog eens waterbestendig.

Sauerwein bracht de crosslinking op gang door het product na het printen in een calciumchlorideoplossing te zetten. De calciumionen zorgen ervoor dat de polymeren onderling clusters vormen. Een oplossing met natriumcitraat kan de calciumionen weer opnemen uit het product, waardoor de crosslinkingsreactie ook omkeerbaar is. Zo maak je van een haarspeld weer een printbare pasta.

Daarmee heeft Sauerwein bewezen dat mosselschelpen bruikbaar zijn voor de circulaire economie en is het onderzoek voor haar afgerond. Verder onderzoek naar mosselschelpen ligt voorlopig stil, vanwege een gebrek aan financiering, vertelt Ruud Balkenende, de promotor van Sauerwein. De TU Delft doet wel verder onderzoek naar alginaat. Toch zijn er ook ideeën voor mosselschelpen. 'Een afstudeerstudent van Marita kwam met het idee om het schelpenpulp te gebruiken als kiemlaag voor koraal in de aquaria van Diergaarde Blijdorp', vertelt Balkenende. (BS) ●



FOTO: MARITA SAUERWEIN; PORTRET: ROBERT LAGENDIJK



Rolf zag een ding

Sommige dingen stralen misschien geen hoogwaardig ingenieurswerk uit, maar getuigen wel van denken als een ingenieur.

Koffieautomaat

Van sommige dingen merk je pas dat je ze hebt gemist, wanneer je ze weer hebt. In dit geval: automaatkoffiedrab uit een kartonnen bekertje. Begin januari dronk ik, voor het eerst sinds maart vorig jaar, weer zo'n bakkie lauwe troost. Ik was spreker op de studiedag van het Amersfoortse Corderius College.

Ik heb de afgelopen jaren vaak op studiedagen verteld hoe ik mijn maak-onderwijs op de TU Delft geef. Helaas in 2020 wat minder vaak. Deze studiedag was vanwege de lockdown online te volgen: geen docenten op school. Behalve Olivier, die mij voor de camera ging interviewen. Maar voordat we dat deden, natuurlijk eerst een bakkie.

Op gepaste afstand stonden we bij de koffieautomaat te keuvelen over onderwijs: 'Hoe geven jullie les online?' en 'Combineert online aan je klas en thuis aan je kinderen lesgeven een beetje?' Het soort gesprekken dat docenten al jaren bij koffieautomaten hebben, maar dan de coronaversie. Wat heb ik dat gemist zeg! Het gesprek dan natuurlijk, de koffie zelf is stukken minder dan de versgebrande, zelfgemalen duwpotkoffie die ik thuis zet.

Het koffieautomaatgesprek is niet zomaar een kantoorcliché. Het is het moment om informeel met je collega's te praten, om snel even dingen te regelen of mensen bij te praten: dingen die te veel werk zijn voor een mailtje.

Bij de koffieautomaat kun je terloops vragen waar die opgetrokken wenkbrauw in de vergadering over ging. Of je vraagt even snel advies hoe je het beste met een lastige collega van een andere afdeling kunt omgaan. Koffieautomaatgesprekken zijn de smeeroelie die een organisatie draaiend houden.

In de lockdown is het koffieautomaatgesprek verdwenen: iedereen zit thuis zijn eigen taakjes te doen. We stemmen af in vergaderingen en hebben 'informele' borrels of groepskoffiemomenten op Zoom. Maar je spreekt toch net even wat lastiger iemand subtiel aan als er tien anderen automatisch meeluisteren.

Er is een roep om na de lockdown veel te blijven thuiswerken. Daar ben ik op zich voor: het heeft zeker voordelen. Maar dan moet er een alternatief voor het koffieautomaatgesprek komen: een organisatie zonder smeeroelie komt piepend tot stilstand. Wat dat alternatief wordt? Ik sta open voor suggesties. Natuurlijk vooral suggesties waarbij de koffie beter is dan die automaatdrab.

Rolf Hut is universitair docent aan de TU Delft, *maker*, spreker en schrijver.