

EXPERIMENTNL

WETENSCHAP IN NEDERLAND



SCHOPT KUNSTLICHT DE NATUUR IN DE WAR? HOE JE ZWARTE
GATEN ONDERZOEKT **HET RAADSEL VAN FERDINAND BOL** BURGERS
ZIJN NIET STRENGER DAN RECHTERS **OOIT LEVERT KERNFUSIE**
ENERGIE OP ZO LAAT JE AUTO EN CHAUFFEUR SAMENWERKEN



Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

Doe mee aan De Nationale Wetenschapsquiz!

Knapste Kop van 2012

Wie wordt dit jaar de knapste kop, de beste bolleboos, de scherpzinnigste slimmerik? NWO en VPRO organiseren voor de 19de keer De Nationale Wetenschapsquiz. Op zondagavond 30 december wordt de quiz uitgezonden op televisie. Dit jaar strijdt een team van topsporters tegen een team van wetenschappers. Vijftien pittige vragen zullen uitwijzen wie de knapste koppen zijn. Ook jij kunt thuis meedoen!

Hoe doe je mee?

Vanaf 6 december zijn de quizvragen bekend. Ga naar www.nwo.nl/quiz en vul daar je antwoorden in. De beste inzenders winnen een mooie reis, inclusief een bezoek aan een wetenschappelijk instituut!

De antwoorden

Kijk voor de antwoorden naar De Nationale Wetenschapsquiz 2012. Deze wordt op 30 december uitgezonden om 22.10 uur op Nederland 2. Lottie Hellingman presenteert, Rob van Hattum staat haar bij. De uitslag is na afloop op teletekst en in de *VPRO Gids* te vinden. En een uitgebreide toelichting volgt op www.nwo.nl/quiz.

Juniorquiz

Wil je zien hoe de kinderen het eraf brengen? Of ben je nog niet groot genoeg voor de seniorquiz? Kijk dan op tweede kerstdag om 17.00 uur op Nederland 3 naar de Nationale Wetenschapsquiz Junior. De presentatie is in handen van Diederik Jekel en André Kuipers.

Meer informatie op www.nwo.nl/quiz
Volg ons ook op Facebook (Nationale Wetenschapsquiz) en op Twitter (@wetenschapsquiz).

Uitzenddata

Junior: 26 december 2012 om 17:00 uur op Nederland 3
Senior: 30 december 2012 om 22:10 uur op Nederland 2



Kennissamenleving

De lezers van *Quest* weten het: de Nederlandse wetenschap doet fascinerend en bijzonder goed onderzoek. *Quest* laat daar elke maand voorbeelden van zien. Eén keer per jaar maken NWO, de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, Nederlands grootste onafhankelijke wetenschapsfinancier, en *Quest* samen *Experiment NL*, helemaal gewijd aan wetenschappelijk onderzoek en onderzoekers in Nederland.

De samenwerking ligt voor de hand: NWO zorgt ervoor dat het beste wetenschappelijk onderzoek wordt gefinancierd, *Quest* zorgt dat kennis ook buiten de muren van de universiteiten en instituten komt. Het doel van *Experiment NL* is om een breed publiek te boeien, want over wetenschap zijn mooie verhalen te vertellen.

Wetenschappelijk onderzoek bestrijkt bijna alle denkbare onderwerpen. Dag in, dag uit zijn onderzoekers in Nederland bezig met het verleggen van de grenzen van het weten. Maatschappij en economie gedijen door kennis en innovatie. Daar speelt onderzoek een cruciale rol in. NWO staat voor de volle breedte van wetenschappelijk onderzoek, en ook bijna alle vakgebieden komen aan bod in dit tijdschrift.

Hoe kunnen raadsels rondom 17de-eeuwse schilderijen door wetenschappers worden opgelost? Hoe kan een nieuwe darm ontstaan uit slechts één stamcel? Wat voor strategieën gebruiken kinderen om zichzelf te beschermen tegen cyberpesten, en hoe kun je ze daarbij helpen? Hoe kun je één computerchip meerdere slimme zaken laten doen? Wat gebeurde er vlak na de oerknal?

Ik verwacht dat het u veel leesplezier oplevert. Ook op die manier profiteren we allemaal van wetenschap. Nederland als kennissamenleving, dat is waarnaar we streven, dat is waarnaar we, in de kopgroep van de internationale wetenschap, op weg zijn.



Prof. dr. Jos Engelen
Voorzitter NWO

96

ZUINIG STUREN

Hoe maak je een chauffeur net zo spaarzaam met brandstof als zijn moderne truck?



84

FUSIE OP KOMST

Ook in Nederland wordt gebouwd aan de experimentele kernfusiereactor ITER.



51

BEATRICE DE GRAAF

'Het Vidi-geld stelt me in staat om fundamenteel onderzoek te doen.'



24

'DON' DE BAAS

In Kingston, Jamaica, spelen criminelen voor overheid. Hoe erg is dat voor de bevolking?

6

Over NWO

De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek mag jaarlijks 500 miljoen euro besteden aan onderzoek.

8

Ze smelten het ijs

De aarde warmt op, maar dat betekent niet overal hetzelfde. Er is nog genoeg te ontdekken aan het klimaat.

14

Zwarte slokop

Hoe kom je erachter hoe een zwart gat in elkaar steekt? Door heel goed naar de randverschijnselen eromheen te kijken.

24

Boef als burgemeester

De overheid in Kingston, Jamaica, faalt. En dus ontpoppen criminele dons zich als een surrogaatoverheid.

30

Schildersmysterie

Hoe kwam het dat een Utrechtse kamer van vloer tot plafond werd volgeschilderd door een Amsterdamse meester?

36

Chipmakers in Twente

Twentse onderzoekers voorzien chips van een bewegende laag en worden ondernemer.

40

Van stamcel tot darm

In het laboratorium van Hans Clevers groeien enkele cellen uit tot stukjes darm. Andere organen zijn ook in de maak.

46

Emotioneel onderzoek

Je mag je best laten leiden door je emoties, meent Gerben van Kleef. Emoties zijn helemaal niet irrationeel.

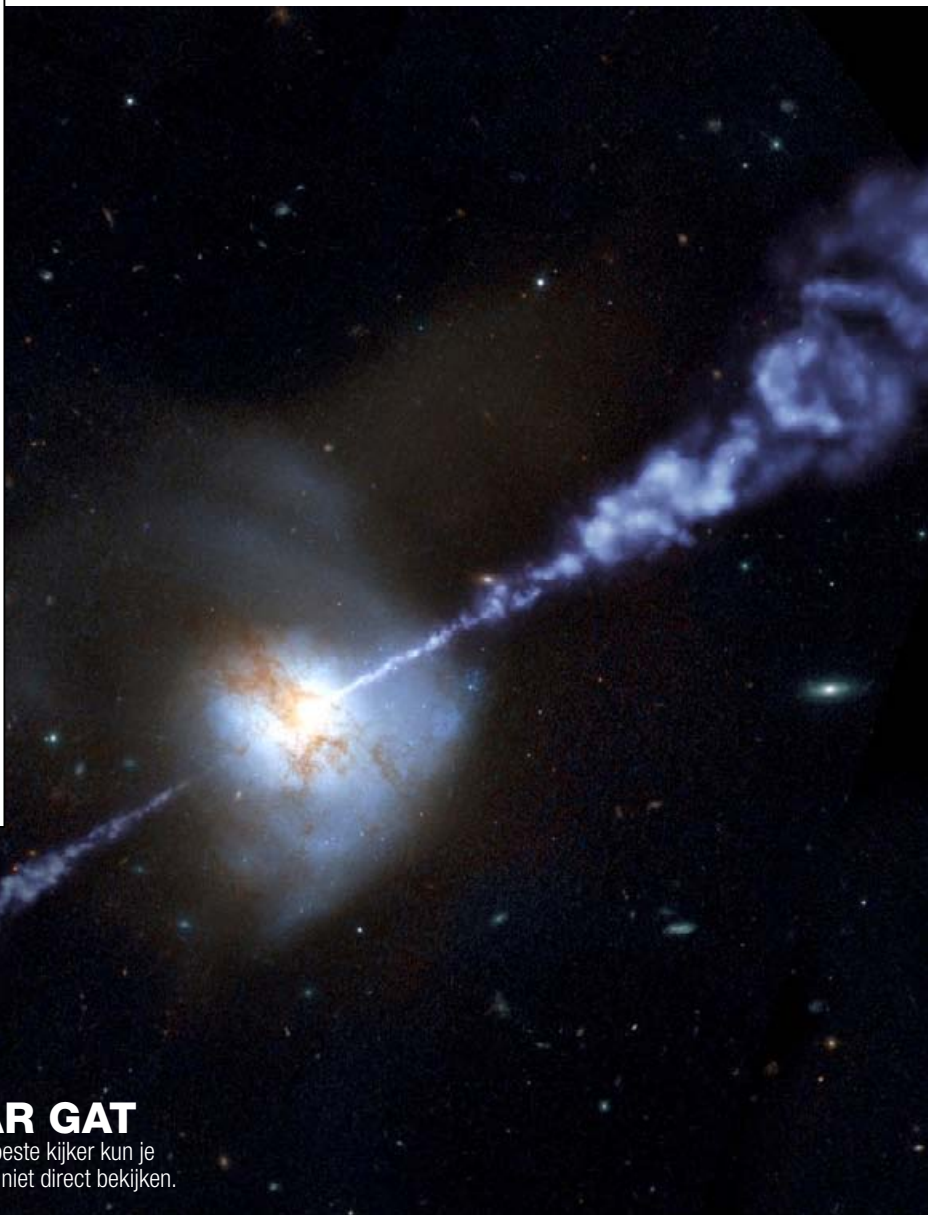


46 RAADGEVERS

Worden we geregeerd door emoties? Ja, gelukkig wel. Het zijn goede raadgevers.

14 ZWAAR GAT

Zelfs met de beste kijker kun je een zwart gat niet direct bekijken.



52 **Machtige machines**
Voor baanbrekend onderzoek heb je soms kostbare apparatuur nodig. NWO stelt er geld voor beschikbaar.

58 **Deeltje betrapt**
Het bestaan van het majoranadeeltje werd in 1937 voorspeld. In 2012 werd het raadselachtige deeltje gemaakt.

62 **Burgers als rechters**
Sommige politici roepen dat rechters te soft zijn. Maar als je het echt aan de burger vraagt, dan is die niet veel strenger.

68 **Wat onderzoek oplevert**
Je kunt wetenschap bedrijven uit nieuwsgierigheid, of om een praktisch probleem te lijf te gaan. Beide vormen van onderzoek leveren van alles op.

74 **Pesten per computer**
Als je het nieuws moet geloven, staan kinderen elkaar naar het leven op sociale media. Hoe erg is het echt?

78 **Computer leest kaart**
Ruimtelijk inzicht hebben computers niet. Met welke kunstgrepen maak je de computer handig met landkaarten?

84 **Hollandse uitlaat**
Het zal nog even duren voor hij echt draait, maar de fusiereactor ITER is in aanbouw. En een aantal onderdelen is van Nederlandse makelij.

96 **Man en kar**
Je kunt een auto zuinig maken, maar de chauffeur doet ook mee. Hoe zorg je dat mens en machine het beste in elkaar naar boven halen?

100 **Wat licht doet**
Hoe reageren plant en dier op lichtvervuiling? Zet lantarenpalen in het bos en kijk wat er gebeurt.

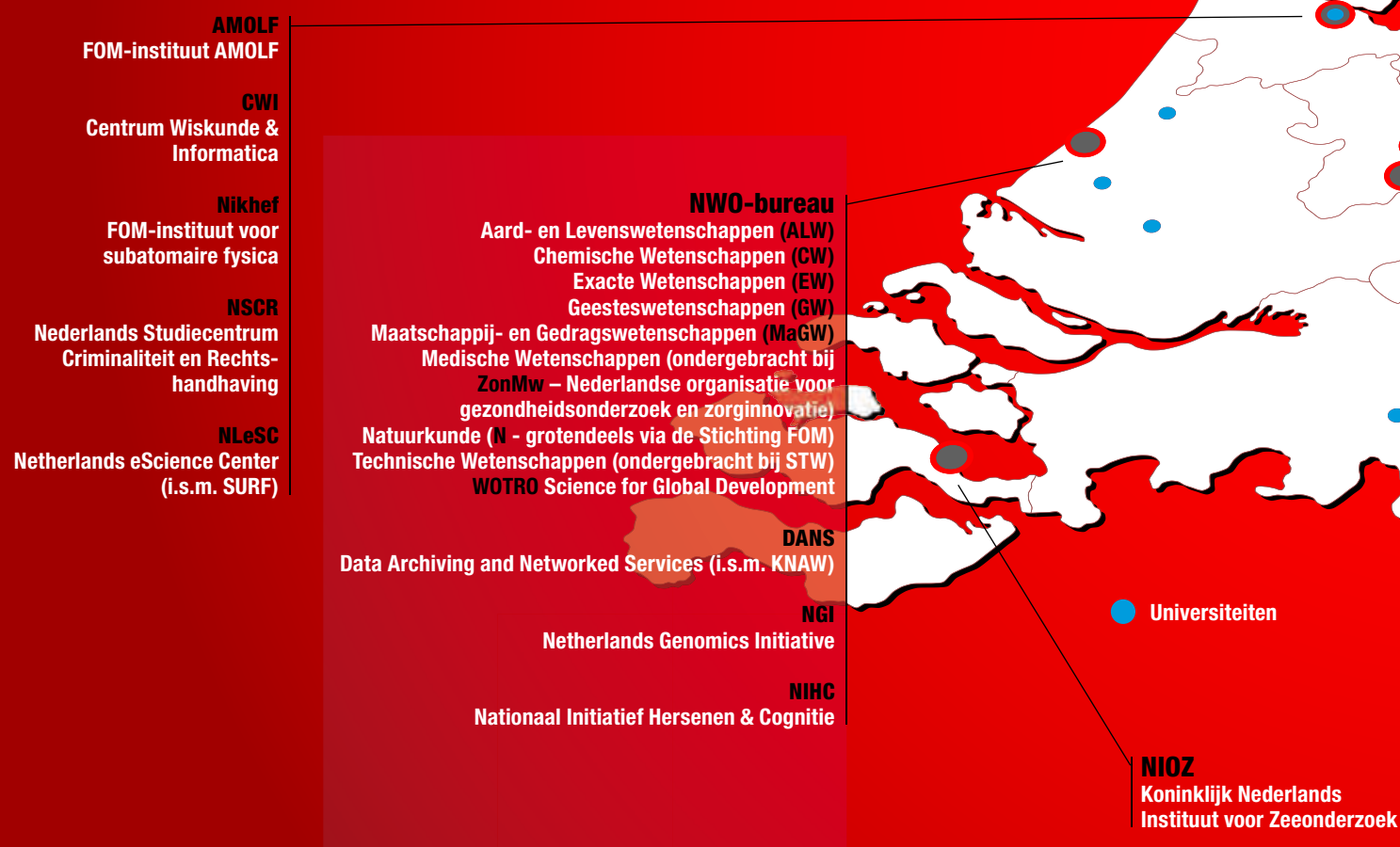
OOK IN EXPERIMENT NL

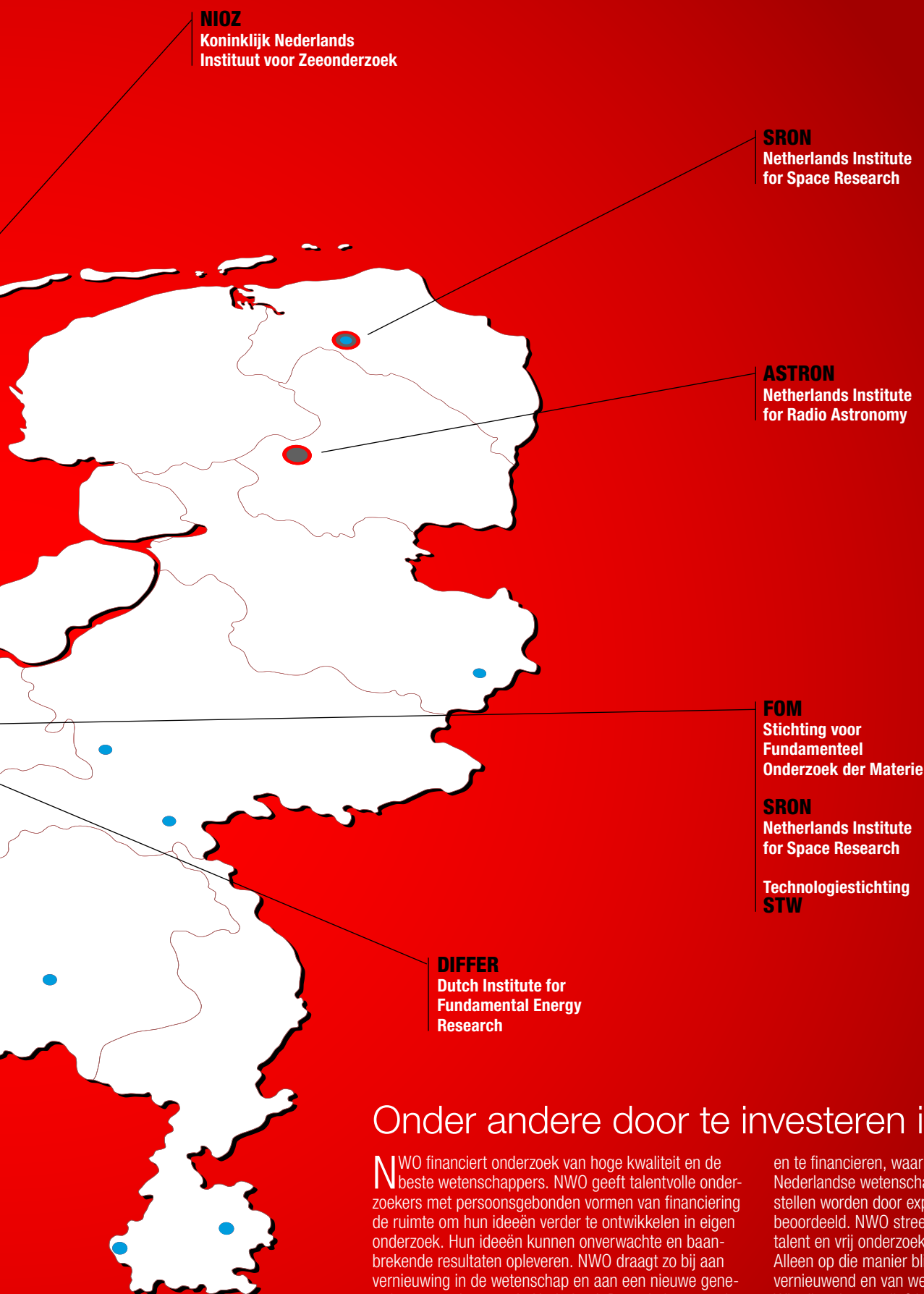
Ron Fouchier	19
Kort	20, 90
Mike Jetten	28
David Abbink	39
Ieke Moerdijk	44
Beatrice de Graaf	51
Riekelt Houtkooper	61
Annemarie Mol	66
Sarah Durston	73
Elke Geraerts	83
Matt Dicks	89
Xander Tielens	94
Colofon / Beeldcredits	104
André Mischke	105

NWO financiert alle soorten wetenschap

Over NWO

De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) investeert elk jaar ruim 500 miljoen euro in wetenschap. Daardoor kunnen meer dan 5000 wetenschappers onderzoek doen. Wetenschap die bedreven wordt in de NWO-instituten die op deze kaart te zien zijn, maar ook op universiteiten en instellingen daarbuiten. Het gaat om onderzoek over de volle breedte van de wetenschap, van de studie naar de functie van emoties tot de zoektocht naar het raadselachtige majoranadeeltje.





Onder andere door te investeren in talent

NWO financiert onderzoek van hoge kwaliteit en de beste wetenschappers. NWO geeft talentvolle onderzoekers met persoonsgebonden vormen van financiering de ruimte om hun ideeën verder te ontwikkelen in eigen onderzoek. Hun ideeën kunnen onverwachte en baanbrekende resultaten opleveren. NWO draagt zo bij aan vernieuwing in de wetenschap en aan een nieuwe generatie wetenschappers in Nederland. Door de beste onderzoekers en de beste onderzoeksvoorstellen te selecteren

en te financieren, waarborgt NWO de kwaliteit van het Nederlandse wetenschappelijk onderzoek. Alle voorstellen worden door experts uit binnen- en buitenland beoordeeld. NWO streeft ernaar om wetenschappelijk talent en vrij onderzoek voldoende ruimte te bieden. Alleen op die manier blijft de Nederlandse wetenschap vernieuwend en van wereldniveau. Wie die talenten zijn? Verspreid in dit hele blad wordt een aantal van hen aan je voorgesteld.

Oceanen en poolijs als voorspellers

A polar bear is shown in the foreground on the right side, looking towards the left. The background features a body of water with a line of ice or a distant shore under a pale sky.

De staat
van het
klimaat



De aarde warmt op. Dat heeft gevolgen voor natuur en milieu, en onze veiligheid. Welke gevolgen precies, is lastig te voorspellen. Om klimaatmodellen te verbeteren, kijken onderzoekers naar oceanen en poolijs.

TEKST: FLOOR VAN DEN HOUT

Dankzij de Golf van Mexico verkleumen wij 's winters niet

Hier volgt, geheel vrijblijvend, een tip voor degenen die houden van het spel 'Pest de klimaatwetenschapper': vraag hem of haar waarom het zo'n slechte lente was afgelopen jaar. Hoe kan dat nou, de aarde warmt toch op? Professioneel gezien hebben klimaatwetenschappers niks met het weer te maken. Althans, niet met het weer op korte termijn. Ze zijn geïnteresseerd in grote getallen en lange termijnen. Voorjaar 2012 was misschien wat nat en koud, maar als je naar het grote geheel kijkt, dus bijvoorbeeld lenten vanaf de jaren negentig versus lenten van honderd jaar geleden, dan zie je wel degelijk dat het klimaat verandert. En dan nog iets: dat de aarde opwarmt betekent niet automatisch dat het ook overal warmer wordt. Misschien wordt het op plekken waar het nu behaaglijk is in de toekomst wel ijzig koud. Misschien moeten we Nederland, dat voor een flink deel onder zeeniveau ligt, maar vast gaan ontruimen omdat de zeespiegel stijgt. Maar net zo goed kan de zeespiegel bij ons dalen. Al met al is er veel onzekerheid over wat de gevolgen zijn als het klimaat verandert. Maar de belangen zijn groot en dus doen over de hele wereld wetenschappers hun best om voorspellingsmodellen steeds beter te maken. Ook Nederlandse onderzoekers zoeken naar stukjes van de klimaatpuzzel. Sommigen kijken daarvoor naar klimaatveranderingen in het verleden en anderen zoomen in op klimaatdetails in het heden.



NIOZ-onderzoekers buigen zich over een boorkern. Ook uit koraal kun je informatie over het klimaat afleiden.

Golfstroom doet goed

'Kijk, hier draait het nu allemaal om', zegt Will de Ruijter, hoogleraar fysische oceanografie van de Universiteit Utrecht. Op tafel ligt een wereldkaart waarop de oceanen versierd zijn met blauwe en rode slierten serpentine. Die slierten stellen de zeestromingen voor: enorme hoeveelheden koud of juist warm water die zich

al draaiend een weg banen door de rest van de oceaan. 'De oceaan compenseert de oneerlijke manier waarop de zon de aarde voorziet van warmte. Want de zee brengt warm water naar koude regio's in het hoge noorden en diepe zuiden en voert koud water terug naar de evenaar.' Zeestromingen ontstaan wanneer twee gedeelten van de oceaan verschillen in hoogte, waterdruk, temperatuur of zoutgehalte. Dan stroomt het water vanzelf van de ene naar de andere plek, legt De Ruijter uit. 'Een voorbeeld waar wij in Europa plezier van hebben is de Golfstroom. Deze begint in de Golf van Mexico waar het warm is en veel water verdampt. Maar dat zout verdampt niet mee. Het oceaanwater wordt zouter en daardoor zwaarder en stroomt richting het noordoosten. Warm water zorgt ook voor een hogere landtemperatuur. Bij ons is het daardoor het hele jaar vrij behaaglijk terwijl je op dezelfde breedtegraad aan de andere kant van de oceaan, in Canada, echt verkleumt in de winter.'

De zeespiegel stijgt ja/nee*

De ijskappen op Groenland smelten, en dat is niet alleen zielig voor ijsberen. Want het gesmolten ijs komt in de Atlantische Oceaan terecht, bij ons om de hoek. Moeten we het westen van Nederland, dat grotendeels onder zeeniveau ligt, vast ontruimen? Volgens NIOZ-directeur Henk Brinkhuis hebben wij niet zoveel te duchten van het ijs van Groenland. Voor ons is de smeltende Zuidpool bedreigender. 'Je denkt misschien dat water zich gelijkmatig over de oceanen verspreidt, maar in werkelijkheid zijn er hoogteverschillen van wel 100 meter boven of onder zeeniveau. Dit komt doordat alles wat massa heeft ook aantrekkingskracht heeft. Grote continenten trekken dus meer water aan dan kleine eilandjes. Als het ijs op Groenland smelt, krijgt het minder massa en daarmee verliest het aantrekkingskracht. In een straal van zo'n 2200 kilometer zal de zeespiegel dalen als het ijs op Groenland smelt. (Ergens anders kan de zeespiegel stijgen.) Het omgekeerde zie je als Antarctica smelt. Dan trekt de Zuidpool minder aan het water en dat stroomt naar het noordelijk halfrond.'

* doorhalen wat niet van toepassing is



Koraalfluisteraar voorspelt regen

Oceanograaf Craig Grove promoveerde in juni 2012 aan de Vrije Universiteit Amsterdam op het vermogen van koralen om de geschiedenis van het klimaat te onthullen.

Pardon, koralen die iets over de geschiedenis van het klimaat vertellen?

'Ja, koralen slaan belangrijke klimaatinformatie op in hun kalkskeletten. Ze groeien ongeveer één centimeter per jaar en nemen daarbij stoffen uit de omgeving op. Als het veel regent, spoelt er veel aarde de zee in en die bodemdeeltjes kun je terugvinden in het koraal.'

Hoe zie je die bodemdeeltjes?

'Met een speciaal hiervoor ontwikkelde scantechniek kun je het koraalskelet laten oplichten en de bodemdeeltjes in kaart brengen.'

Wat heb je aan informatie over bodemdeeltjes en regen?

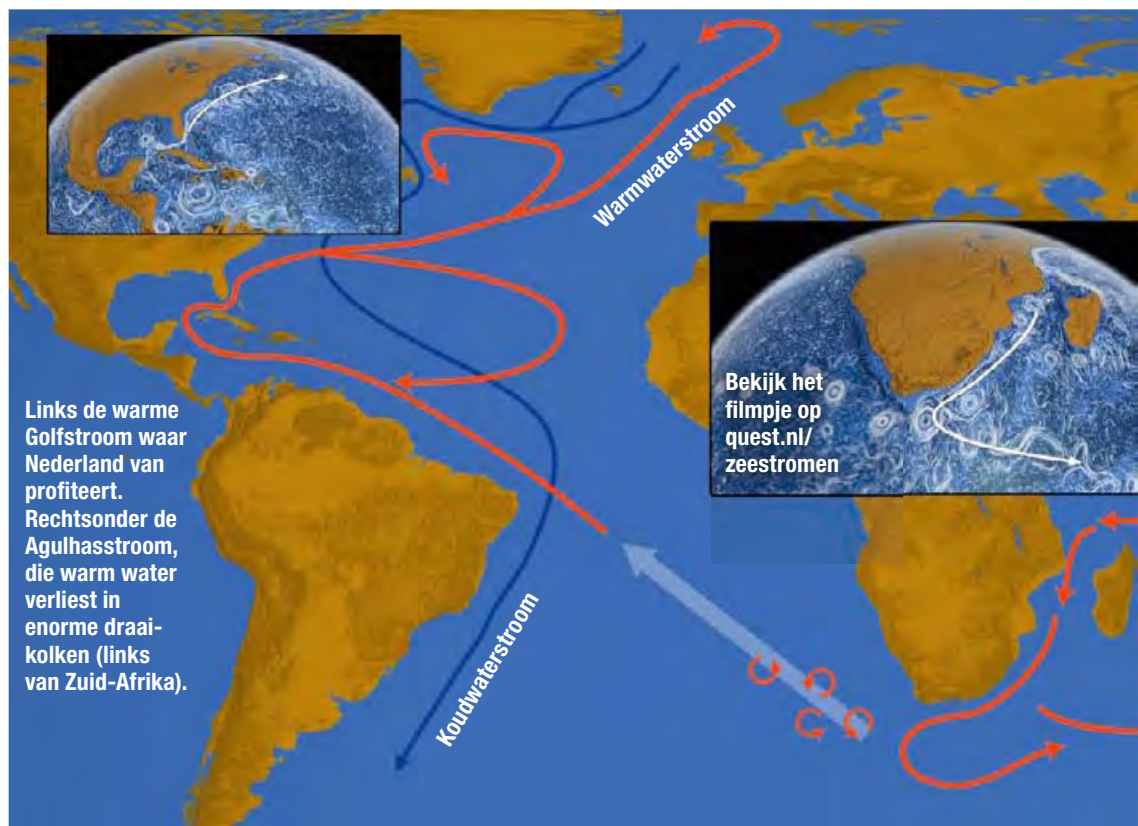
'Ik onderzocht aan de hand van koralen hoeveel regen er de afgelopen 300 jaar viel in het oosten van Madagaskar. Die hoeveelheid regen bleek samen te hangen met de temperatuur van het water in de Stille Oceaan duizenden kilometers verderop. Hoe kouder daar het water, hoe meer regen er viel op oost-Madagaskar.'

En dat is interessant?

'Ja, want het inzicht in de samenhang tussen oceaan-temperatuur en regen is belangrijk voor het bepalen van toekomstige neerslagpatronen. Meer regen op oost-Madagaskar zou minder regen aan de zuidoostkust van het vasteland van Afrika kunnen betekenen. In gebieden waar het belangrijk is om verantwoord om te gaan met water, is het handig om droogte of juist een natte periode te zien aankomen. En dat kan dus als je de temperatuur van de Stille Oceaan in de gaten houdt.'

Transportband is lek

De transportband van warm en koud water beïnvloedt het klimaat en ziet er op het plaatje helder en stabiel uit. Maar dat is schijn, want zeestromingen zijn zeer complex. En volgens De Ruijter is er één plek waarvan de invloed op het klimaat tot nu toe werd onderschat. Dat is een 'lek' vanuit de Agulhasstroom bij Zuid-Afrika. Deze Agulhasstroom vervoert warm water vanuit de Indische Oceaan langs de oostkust van Afrika. Als de stroom de punt van het continent bereikt, buigt het meeste water af en stroomt het terug richting de Indische Oceaan. Maar een gedeelte komt terecht in wervelingen van wel 300 kilometer doorsnede. Die wervelingen met warm water buigen niet af maar 'lekken' door naar de koudere Atlantische Oceaan. Het Agulhaslek is niet nieuw, maar De Ruijter en zijn collega's ontdekten een paar jaar geleden dat dit lek gevoelig is voor variaties in de Indische Oceaan. 'We zagen daar dat de snelheid van de stroming in de Indische



Links de warme Golfstroom waar Nederland van profiteert. Rechtsonder de Agulhasstroom, die warm water verliest in enorme draaikolken (links van Zuid-Afrika).

Bekijk het filmpje op quest.nl/zeestromen

Er stonden ooit palmbomen op de Zuidpool

- Oceaan het aantal wervelingen en de weglekkende hoeveelheden water sterk beïnvloedt. Hoe sneller het stroomt, hoe meer water er weglekt. We hebben het over flinke hoeveelheden warm water die terechtkomen in de Golfstroom, en daarmee ook de temperatuur in West-Europa beïnvloeden. De ontdekking dat de Agulhasstroom zo'n invloed heeft op het klimaat van duizenden kilometers verderop is vrij fundamenteel, en niet te negeren als je je met klimaatmodellen bezighoudt.'

Broeikas is niet uniek

Henk Brinkhuis gooit het over een heel andere boeg. Hij reist net als De Ruijter over zeeën naar de andere kant van de wereld, maar hij kijkt naar het verleden in plaats van het hier en nu. Brinkhuis is directeur van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek (NIOZ) en

van huis uit paleoceanograaf, iemand die veranderingen van de oceanen in de tijd bestudeert. 'Veel mensen denken dat de huidige stijging van de temperatuur en het kooldioxidegehalte uniek is. Maar vroeger, ruim vijftig miljoen jaar geleden, was de aarde een nog extremere broeikas dan die nu is. Dus als je wilt weten hoe de natuur gaat reageren op de huidige omstandigheden, dan is het slim om te bestuderen hoe de flora en fauna op onze planeet zich destijds aanpasten.' Voor onderzoek reisde Brinkhuis tijdens de Antarctische zomer van 2010 af naar de Zuidpool. Daar liet hij een enorme boor een kilometer diep de bodem in zakken. Die haalde een geologisch geschiedenisboek omhoog. 'Ik bedoel geen echt boek, maar het gestreepte bodemonmonster laat zich wel zo lezen. Want de aarde stapelt voortdurend laagjes stof, zand en slib op elkaar. Hoe dieper je komt, hoe ouder

het sedimentlaagje. Die laagjes bevatten resten van plantenleven en planten hebben een strikt temperatuurbereik. Als je resten van tropische planten tegenkomt, dan weet je dat het er destijds niet vroom.' Palmbomen klinken nu niet echt waarschijnlijk op de Zuidpool en toch was dat wat ze vonden. 'In de laag van 54 tot 52 miljoen jaar geleden vonden we stuifmeelkorrels van de apenbroodboom, boomvarens en tropische fruit- en notenbomen. Er was dus een soort tropisch regenwoud, en dat betekent dat het er in de winter niet kouder was dan tien graden. Dat is behoorlijk bijzonder als je bedenkt dat het op de Zuidpool in de wintermaanden pikdonker is.'

Slapen op Antarctica

Vergelijkbaar onderzoek toonde aan dat het ook in het Noorden rond die periode extreem warm was. Natuurlijk is de vraag

Plankton grijpt kans

Anna de Kluijver is marien bioloog. Voor haar promotie-onderzoek plaatste ze, als onderzoekster aan het Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek, reageerbuizen van 17 meter hoog in de oceaan bij Spitsbergen.

Waarom Spitsbergen en niet een warm oord?

'Ik onderzoek de gevolgen van verzuring van de oceaan. CO₂ lost makkelijker op bij lage temperaturen en daardoor zijn poolzeeën kwetsbaarder voor verzuring dan warme.'

Vanwaar die reageerbuizen?

'In een laboratorium lukt het niet om de oceaan goed na te bootsen en in de oceaan is het weer lastig om dingen te manipuleren. Dus creëerden we 'mesocosmen'. Dat zijn afgebakende stukjes oceaan waarin omstandigheden natuurlijk en tegelijkertijd gecontroleerd zijn.'

Wat manipuleerde je dan?

'Die mesocosmen kregen allemaal een andere hoeveelheid CO₂, om de zee van nu na te bootsen tot en met die van midden volgende eeuw.'

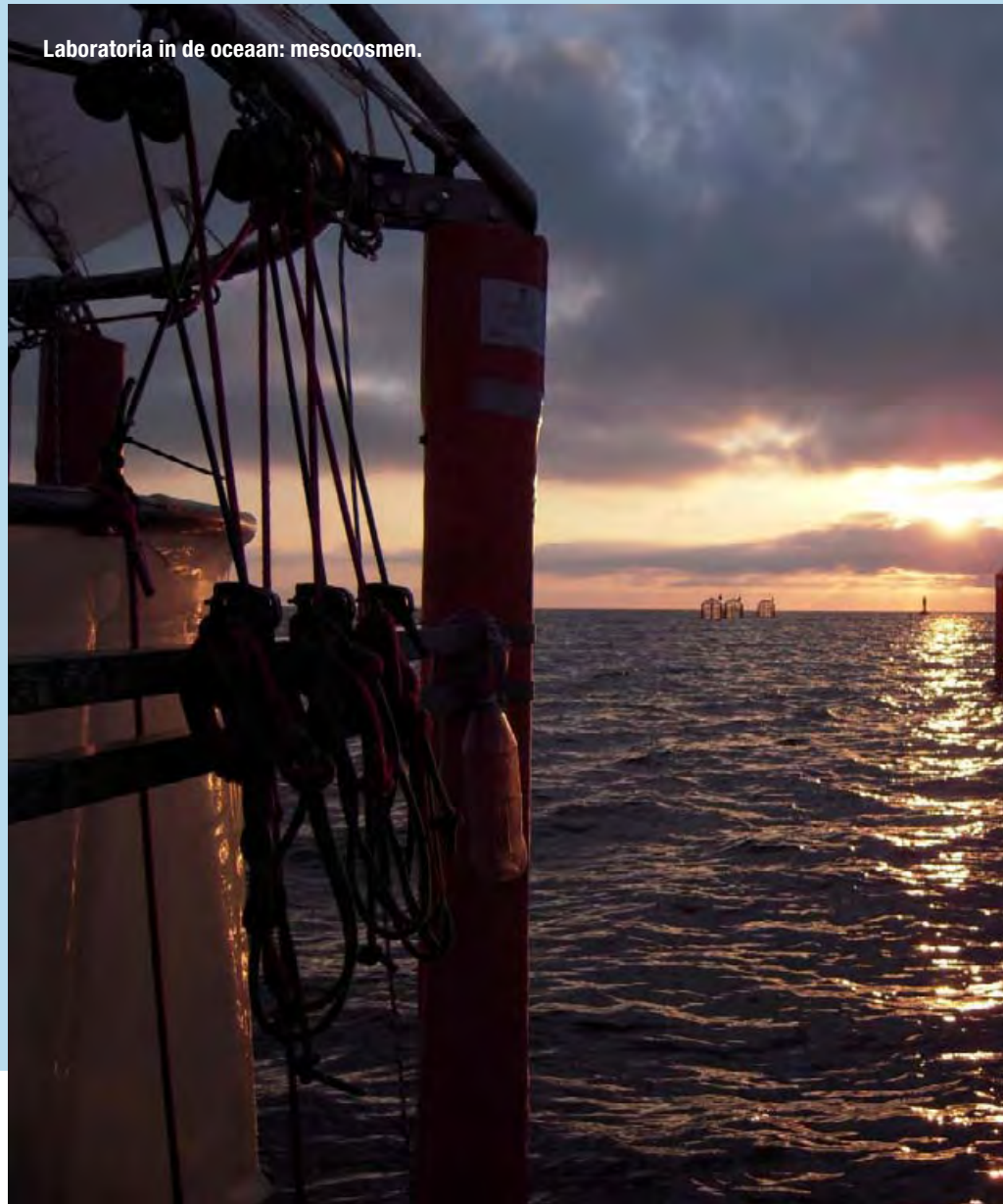
Wat wil je eigenlijk weten?

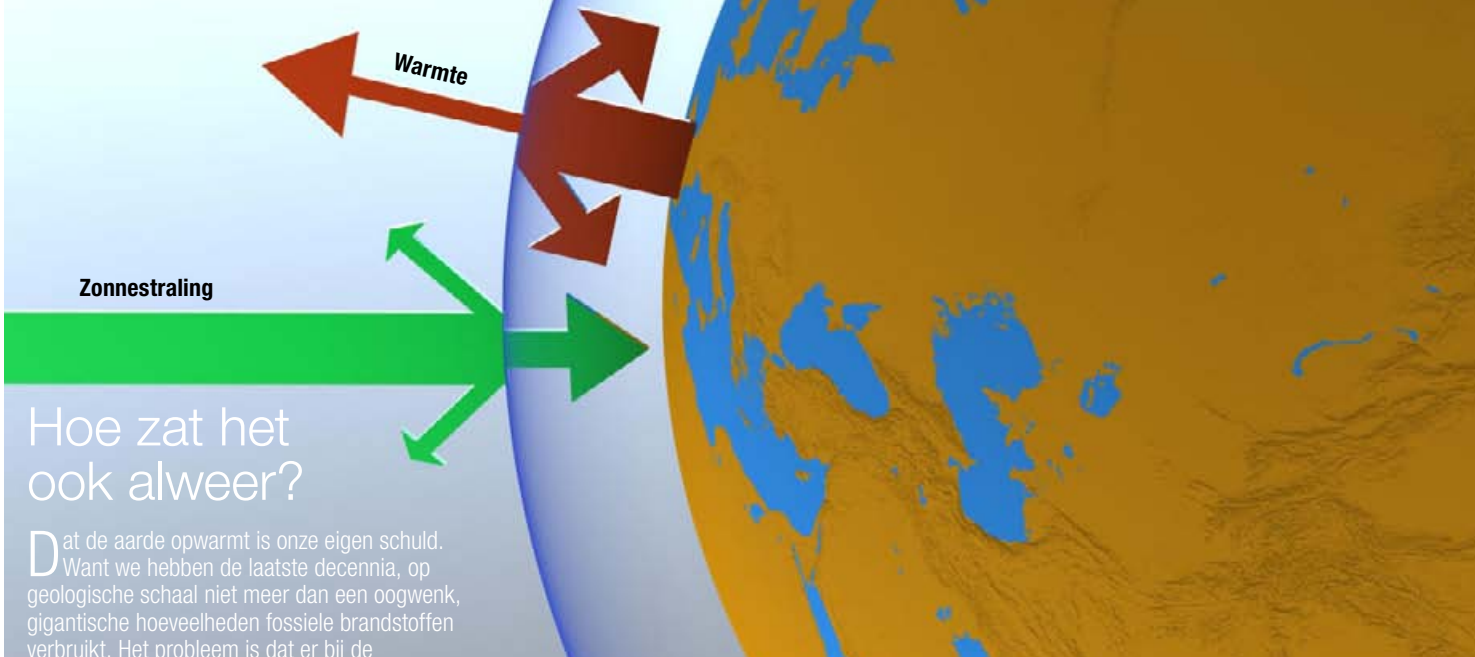
'De effecten van verzuring op het voedselweb. Verzuring klinkt erg maar kan ook kansen bieden. Bijvoorbeeld voor plankton. Plankton is de verzamelnaam van microscopisch kleine plantaardige en dierlijke organismen die in het water zweven. Plantaardig plankton wordt gegeten door dierlijk plankton, dat weer als voedsel dient voor kleine vissen en andere zeedieren. Het is dus een schakel in het voedselweb. Plantaardig plankton houdt zichzelf in leven door CO₂ om te zetten in zuurstof. Een zure oceaan kan dus meer plantaardig plankton betekenen en dus ook meer voedsel voor hogere organismen.'

En wat zijn de effecten van verzuring?

'Zo snel gaat dat in de wetenschap niet.'

Laboratoria in de oceaan: mesocosmen.





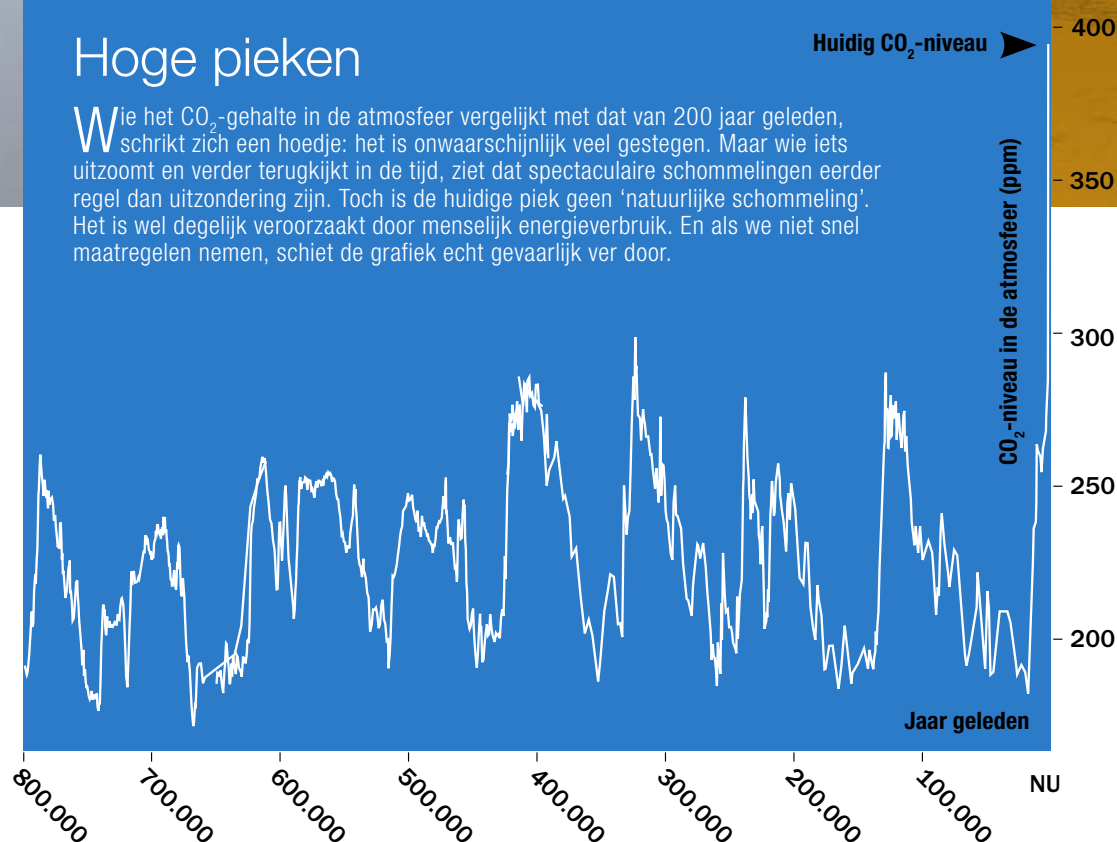
Zonnestraling

Hoe zat het ook alweer?

Dat de aarde opwarmt is onze eigen schuld. Want we hebben de laatste decennia, op geologische schaal niet meer dan een oogwenk, gigantische hoeveelheden fossiele brandstoffen verbruikt. Het probleem is dat er bij de verbranding van alle gas, olie en kolen koolstofdioxide (CO_2) vrijkomt dat als een onzichtbare gasdeken blijft hangen in de atmosfeer. Deze gaslaag werkt net als de glazen overkapping van een broeikas: de warmte kan niet ontsnappen en de temperatuur loopt op.

Hoge pieken

Wie het CO_2 -gehalte in de atmosfeer vergelijkt met dat van 200 jaar geleden, schrikt zich een hoedje: het is onwaarschijnlijk veel gestegen. Maar wie iets uitzoemt en verder terugkijkt in de tijd, ziet dat spectaculaire schommelingen eerder regel dan uitzondering zijn. Toch is de huidige piek geen 'natuurlijke schommeling'. Het is wel degelijk veroorzaakt door menselijk energieverbruik. En als we niet snel maatregelen nemen, schiet de grafiek echt gevaarlijk ver door.



wat deze studies betekenen voor ons eigen klimaat. Kunnen we binnenkort ook met onze hangmat richting de polen? Brinkhuis: 'Deze boringen laten zien wat er gebeurt als er extreem veel koolstofdioxide in de atmosfeer komt. De CO_2 -waarde was toen vijf tot zeven keer hoger dan hij nu is, dus wat dat betreft is een palmstrand op Antarctica nog ver weg. Aan de andere kant profiteren we nu nog van de bufferwerking van de oceaan die een groot deel van de hoeveelheid broeikasgassen absorbeert. Als de oceaan verzadigd is, dan neemt de hoeveelheid kooldioxide in de atmosfeer in sneller tempo toe dan nu. En aangezien er een directe relatie bestaat tussen kooldioxide

en temperatuur, zou het zo maar warmer kunnen worden dan we nu verwachten.' Het onderzoek naar het warmwaterlek bij Zuid-Afrika en de reactie van de aarde op de CO_2 -stijgingen van miljoenen jaren geleden, zijn slechts twee inzichten in hoe het klimaat eigenlijk werkt. Maar wereldwijd zijn veel meer onderzoekers druk bezig. Klimaatmodellen worden steeds completer en voorspellingen over veranderingen op de lange termijn zullen waarschijnlijk ook steeds nauwkeuriger worden. Die voor het weer trouwens ook. Maar val de klimaatwetenschappers daar maar niet mee lastig. ■

floor.van.den.hout@quest.nl

Hoe onderzoek je iets wat je niet kunt zien?

Gulzig GAT

Ze slokken alles op wat te dicht in hun buurt komt. Met hun vreetbuien kunnen zwarte gaten de zaken in het heelal flink in de war sturen.

TEKST: ELLY POSTHUMUS

Zwarte gaten zelf zijn niet te zien. Maar de jets (stromen van elektronen) en het hete gas in de schijf rond het gat verraden soms hun locatie.



Niets kan eruit ontsnappen. Het heelal zit er vol mee. En toch heeft niemand ooit een zwart gat gezien. Het is namelijk onzichtbaar. Wat is een zwart gat eigenlijk? Hoe zijn deze grote vraatzuchtige gaten in het heelal ontstaan? Hoe weten we dat ze bestaan als we ze niet kunnen zien? En welke invloed hebben ze op sterrenstelsels?

Ster is eindig

Elke ster houdt een keer op met bestaan. Aan het eind van hun leven veranderen hele zware exemplaren in zwarte gaten. 'Elke ster is het product van de zwaarte-

kracht die de ster naar binnen trekken wil en een kracht in de ster die dat voorkomt', legt Peter Jonker uit. Hij is sterrenkundige bij het Utrechtse ruimteonderzoeksinstituut SRON. Om de zwaartekracht te weerstaan is heel veel energie nodig. Die wordt geleverd door de brandstof die de ster in zijn kern verbruikt. Die brandstof raakt een keer op. Zonder de benodigde energie kan de ster zich niet weren tegen zijn eigen zwaartekracht en klapt hij in elkaar. Een ster klapt alleen volledig in elkaar als zijn massa en dus zijn zwaartekracht daar groot genoeg voor zijn. Zo'n ster die instort aan het eind van zijn leven wordt veel kleiner, maar hij blijft bijna net zo zwaar. Jonker:

'Volgens sommige theorieën vliegen de buitenste lagen weg tijdens een explosie. Volgens andere modellen blijft alle massa van de ster behouden.' In elk geval wordt op het moment van de implosie alle resterende massa door de zwaartekracht in een oneindig klein volume samengeperst. Daarmee is het zwarte gat geboren.

Zwart is onzichtbaar

Omdat alle massa in zo'n klein gebied is samengeperst, is de zwaartekracht daar enorm. En alles wat dicht genoeg in de buurt van de samengeperste ster komt, kan daardoor nooit meer uit zijn ijzeren greep ontkomen. Om aan de zwaartekracht van een object, zoals een planeet ►

Licht kan het zwarte gat niet verlaten. Daarom kan je zo'n gat niet zien.

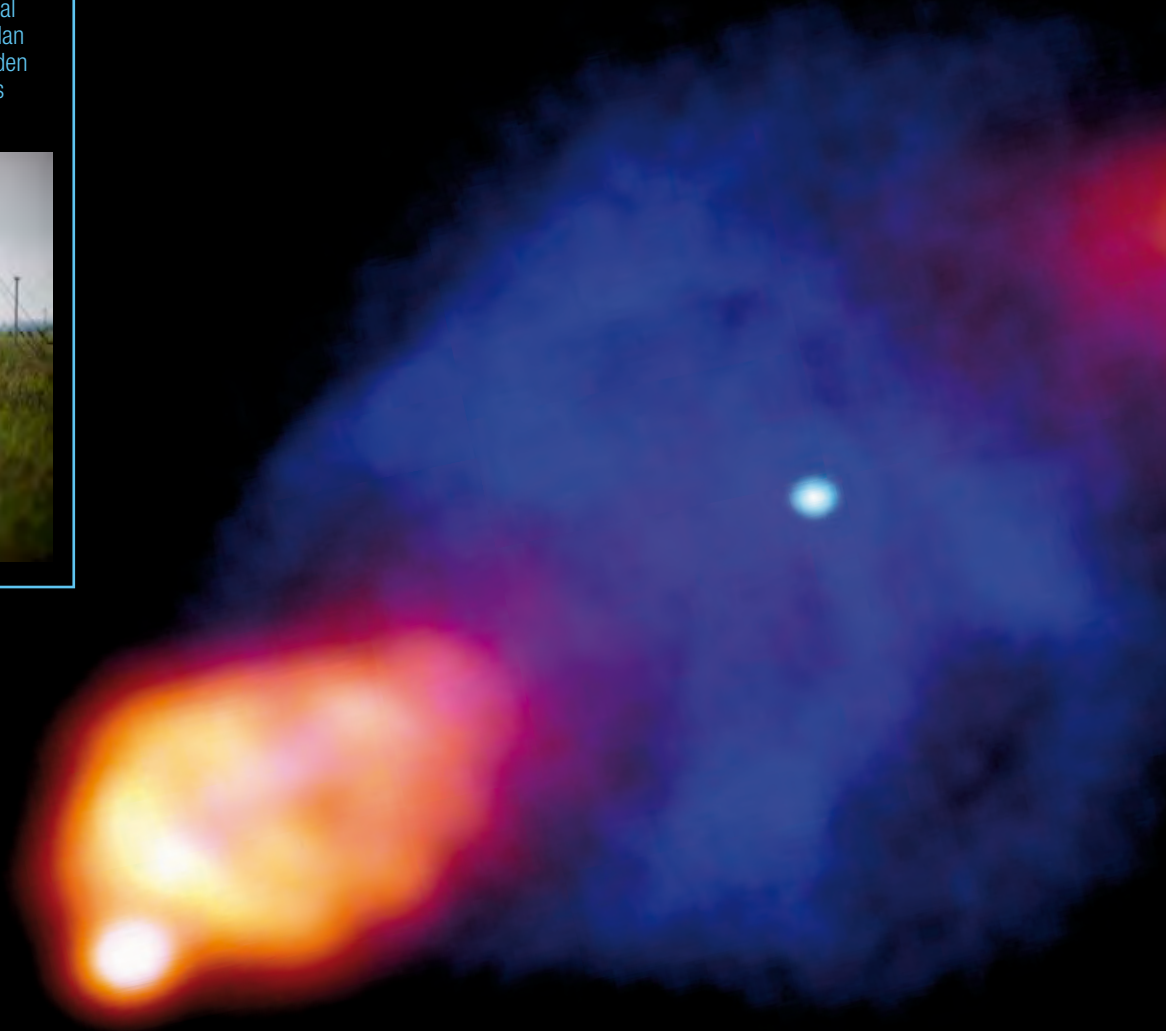
Kijk in het verleden

Om iets op grote afstand in het heelal gedetailleerd te kunnen bekijken heb je een enorme telescoop nodig. Liefst zo groot als de aarde. De Low Frequency Array (of LOFAR) radiotelescoop van het Nederlands instituut voor radio-astronomie (ASTRON) komt met zijn omvang aardig in de buurt. De telescoop bestaat uit een zeer groot aantal antennes, in plaats van één grote schotel. Al die antennes zijn verdeeld over verschillende stations in Europese landen. Door de signalen van al deze antennes bij elkaar op

te tellen, ontstaat een enorme digitale telescoop en daarmee kun je ver het heelal in kijken. De grootste afstand tussen 2 stations is zo'n 1500 kilometer. De telescoop kan in de toekomst nog verder uitgebreid worden. De antennes van LOFAR pikken radiostraling op. Dat is 'licht' met een lange golflengte. Die straling kan bijna overal ongehinderd doorheen. Als je deze straling detecteert, kun je zeer diep het heelal in kijken. Je ziet dan straling die miljarden jaren geleden al is uitgezonden.

► of een ster, te ontkomen heb je namelijk een bepaalde snelheid nodig. Hoe hoog deze zogeheten 'ontsnappingsnelheid' is, hangt af van de massa van het object. Op hele zware planeten is de zwaartekracht groter en daar heb je dus een hogere ontsnappingsnelheid nodig. Op de maan is 2,38 kilometer per seconde voldoende. Op aarde is 11,2 kilometer per seconde nodig. Bij de zon zit je al op zo'n 600 kilometer per seconde. Jonker: 'Bovendien hangt de zwaartekracht en daarmee de benodigde ontsnappingsnelheid af van hoe ver je je van de kern bevindt.' Dicht-

bij de kern is de zwaartekracht sterker en heb je een hogere snelheid nodig om er aan te ontkomen. De zwaartekracht van een zwart gat is door zijn enorme massa en kleine volume (je bent altijd dicht in de buurt van de kern) zo groot, dat op een bepaalde afstand niets er meer aan kan ontsnappen. Zelfs de hoogst mogelijke snelheid, die van het licht (300.000 kilometer per seconde) is dan niet genoeg om weg te komen. Omdat er geen licht uit een zwart gat ontsnapt, kunnen we het gat nooit zien. De grens waarop licht nog net kan ontsnappen en waarop dat



niet meer lukt, heet de waarneemhorizon. Die varieert, afhankelijk van de massa van het zwarte gat, van tien kilometer tot de grootte van ons zonnestelsel. Alles wat binnen deze horizon komt, is reddeloos verloren.

Buurt verraadt gat

En toch kunnen sterrenkundigen zwarte gaten onderzoeken. Je kunt een zwart gat ontdekken door naar zichtbare objecten, zoals sterren, in de buurt te kijken. Veel sterren leven niet alleen, maar samen met een andere ster. Jonker: 'Als de ene

ster in een zwart gat verandert, dan blijft de andere in sommige gevallen om dat zwarte gat heen draaien.' De baan van de overgebleven ster wordt in de loop van de tijd steeds kleiner. En op een gegeven moment komt hij zo dicht bij dat zwarte gat dat hij er toch wel een beetje last van krijgt. De zwaartekracht van het zwarte gat trekt dan materie uit de ster en dat valt uiteindelijk in het zwarte gat. Die deeltjes vallen niet rechtstreeks in het gat, maar ze komen al cirkelend steeds dichterbij. Zo ontstaat er een soort schijf van gas en stof die om het zwarte gat

draait. Tijdens deze cirkelende valpartij komt enorm veel energie vrij. 'Door de wrijving met andere deeltjes in de wolk wordt een deel van de valenergie omgezet in warmte. En die warmte is in dit geval niets anders dan het uitzenden van straling.' De temperatuur aan de binnenkant van die schijf, vlak voor de materie in het zwarte gat valt, is zo hoog dat daar röntgenstraling vrijkomt. Die straling is te zien met speciale telescopen. Jonker: 'Dit gebeurt niet bij alle zwarte gaten. We vinden alleen de zwarte gaten waarbij dit wél gebeurt.' Een zwart gat dat niets 'eet', blijft dus onzichtbaar.

Stof doet groeien

Jonker: 'Op deze manier 'zien' we een paar honderd van deze stellaire zwarte gaten in ons eigen Melkwegstelsel. Maar we denken dat er hier al zo'n honderd miljoen moeten zijn. We zien dus maar een fractie van alle zwarte gaten die er bestaan.' De meeste hebben een massa van tien keer de massa van de zon. Dat is relatief klein vergeleken bij het zwarte gat dat waarschijnlijk in het centrum van elk sterrenstelsel huist. Dat zijn superzware zwarte gaten. Deze zware jongens hebben een massa van honderdduizend tot een tiental miljarden zonmassa's. Het gat van ons heeft 'slechts' vier miljoen keer de massa van de zon, en is daarmee relatief klein. Superzware gaten ontstaan waarschijnlijk doordat er sterrenstelsels samensmelten. Alles wat zwaar is, zakt naar het midden. Dus daar smelten de zware zwarte gaten uit de centra van de verschillende sterrenstelsels uiteindelijk samen. Bovendien wordt elk zwarte gat, dus ook deze, zwaarder door het gas en het stof dat ze in de loop van hun bestaan naar binnen slokken.

Gat veroorzaakt jet

Ook supergaten zijn in sommige gevallen te zien. Ze verraden zich doordat uit hun onmiddellijke nabijheid zeer grote straalstromen komen. 'Deze straalstromen of jets bestaan uit elektronen die met bijna de lichtsnelheid van het zwarte gat af bewegen', zegt Ilse van Bemmel, sterrenkundige bij het Nederlands instituut voor radioastronomie ASTRON. Doordat die deeltjes afremmen, raken ze energie in de vorm van radiostraling kwijt. Dit soort straling is te zien met een radiotelescoop (zie het kader 'Kijk in het verleden'). De zwarte gaten waarbij jets ontstaan, trekken materie naar zich toe, maar ze

Sterrenstelsel Cygnus A met een superzwaar zwart gat in het midden (de blauw-witte stip in het midden). Rood zijn de radiogolven die door jets zijn veroorzaakt. In blauw is het gas uit het sterrenstelsel te zien.

Gaten in getallen

Hoeveel zijn er? Waar zijn ze te vinden? Wat weegt zo'n ding eigenlijk? En meer cijfers over zwarte gaten.

- ★ Het dichtstbijzijnde zwarte gat staat op ongeveer 1600 lichtjaar van de aarde.
- ★ Het superzware zwarte gat in het centrum van ons sterrenstelsel bevindt zich op 28.000 lichtjaar van de aarde.
- ★ Ongeveer elke seconde ontstaat ergens in het heelal een nieuw zwart gat.
- ★ Het grootste zwarte gat dat tot nu toe gevonden is, bevindt zich in het sterrenstelsel NGC 4889 op een afstand van 308 miljoen lichtjaar. Het gat heeft naar schatting een massa van 21 miljard keer de massa van de zon.

Simulatie van een gaswolk die door het superzwarte zwarte gat in ons sterrenstelsel opgeslokt gaat worden. De lichte stippen zijn sterren die rond het gat cirkelen (met in het blauw hun banen).

Het grote zwarte gat in ons sterrenstelsel houdt zich kalm

- slokken niet alles op. Een deel slingert heel hard weg voordat het over de waarnemhorizon is verdwenen. Van Bemmelen: 'Hoe zwarte gaten dat precies doen en waar die materie vandaan komt, is nog niet duidelijk.' Er is in elk geval materie nodig om het massieve gat zo actief te houden. Dat betekent dat er veel materie het sterrenstelsel binnenkomt. Het stelsel groeit dus. Van Bemmelen: 'Deze materie kan een losse gas- of stofwolk zijn, maar ook een heel sterrenstelsel.' Dat gas of stof kan door samen te smelten nieuwe sterren vormen. De ingevangen materie kan echter ook in de buurt van het superzwarte zwarte gat komen en daar de jets veroorzaken.

Jet remt af

Toch groeien superzwarte zwarte gaten en hun bijbehorende sterrenstelsel niet ongebreideld door. De jets hebben ook een remmende werking. 'En ze kunnen een heel sterrenstelsel beïnvloeden', weet Michael Wise. Deze sterrenkundige van ASTRON bestudeert superzwarte zwarte gaten en hun jets. 'In de meest extreme gevallen kunnen die jets een heel sterrenstelsel verstoren en dat zelfs uit elkaar blazen.' De straalstromen blijken enorm ver het heelal in te reiken. Ze blazen door dat hele sterrenstelsel heen. Op hun reis

drukken ze het gas tussen de sterren aan de kant. Zo voorkomen ze dat er nieuwe sterren gevormd worden, en ze blazen ook gas en stof dat richting het zwarte gat valt, weer weg. Op die manier neemt de brandstoftoevoer af, en daardoor neemt de activiteit van het superzwarte zwarte gat ook af en verzwakken of verdwijnen de jets. Het gas en stof kan dan weer in het zwarte gat vallen. Hierdoor kan de activiteit van het zwarte gat en zijn jets weer toenemen. Wise: 'Het is een soort cyclus. Het materiaal probeert altijd naar binnen te vallen door de zwaartekracht van het zwarte gat. Zonder uitbarstingen zou de brandstof in een continue stroom in het zwarte gat vallen. Die jets zorgen voor een tegenkracht.'

En hoe zit het eigenlijk met het superzwarte zwarte gat in ons sterrenstelsel? Dat is gelukkig niet zo actief. 'Maar dat kan het wel worden', weet van Bemmelen. 'Dat kan bijvoorbeeld gebeuren als het Melkwegstelsel over miljarden jaren met het nabije Andromedastelsel botst.' Maar tegen die tijd zijn we er al lang niet meer. En dat is maar goed ook. Van Bemmelen: 'Als ons zonnestelsel in het pad van zo'n jet zou zitten, zouden we hier niet lang overleven.' ■

elly.posthumus@quest.nl

Vreetfeest om de hoek

Midden 2013 is het zo ver. Een gaswolk met 3 keer de massa van de aarde zal dan waarschijnlijk de rand van het zwarte gat van ons melkwegstelsel bereiken. De laatste tijd is de wolk al steeds sneller in de richting van het zwarte gat gekoerst. Momenteel heeft hij een snelheid van zo'n 8 miljoen kilometer per uur. De wolk wordt nu ook steeds verder uit elkaar getrokken. Wetenschappers zijn ontzettend nieuwsgierig wat er precies zal gebeuren. Want dat een gaswolk in een zwart gat valt, hebben ze nog nooit live gezien. Laat staan van zo dichtbij. Het kan overigens tientallen jaren duren voordat de wolk in het zwarte gat verdwenen is. Een simulatie is hier te zien: <http://tinyurl.com/wolkweg>

MEER INFORMATIE

tinyurl.com/zwartgat: begrijpelijke informatie over zwarte gaten van de Rijksuniversiteit Groningen.
www.astron.nl: site van het Nederlands instituut voor radioastronomie.
www.sron.nl: site van het Nederlands instituut voor ruimteonderzoek.

Virus-voorspeller

Wetenschappelijk talent met een vernieuwend onderzoeksplan kan geld van NWO bemachtigen. Voor pas gepromoveerde onderzoekers is er de Veni van maximaal 250.000 euro, voor meer ervaren wetenschappers de Vidi van 800.000 euro. De Vici van 1,5 miljoen euro is er voor senior wetenschappers.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

‘NWO selecteert kandidaten die bij de beste tien procent van hun vak horen. En ik zit in de top van de virologie. Vervolgens moet je natuurlijk nog een echt baanbrekend onderzoeksvoorstel hebben. Met mijn onderzoek wil ik de evolutie van griepvirussen in de mens voorspellen. Dat is natuurlijk raar, nog nooit heeft iemand evolutie voorspeld. Je kunt achteraf zeggen dat mensen van apen afstammen, maar waar we naartoe gaan, weet niemand. Het mooie is dat virussen makkelijker te veranderen zijn in een laboratorium dan dieren of mensen. Je kunt met virussen in een dag onderzoeken wat met dieren tien jaar zou duren. We willen dus fundamentele processen in de evolutie van virussen een aantal jaren van tevoren kunnen zien aankomen.’

Waar gebruik je het geld voor?

‘Ik kon de onderzoeksgroep die ik al had, uitbreiden. We kunnen nu vijf jaar lang dit moeilijk te financieren onderzoek doen. We bekijken de wintergriep bij mensen. Dat virus verandert steeds, daarom moet om de paar jaar de griepvaccinatie worden geüpdatet, want die werkt dan niet goed meer. Dat is een duur en tijdrovend proces. Na drie jaar onderzoek weten we nu hoe dat virus aan het vaccin ontsnapt. We denken ook dat we de evolutie van het virus kunnen voorspellen, maar dat weet je pas zeker als je een voorspelling doet die uitkomt. Voor die proef op de som moeten we nog vijf tot tien jaar geduld hebben.’

‘Het wintergrieponderzoek lijkt op wat ik met collega's gedaan heb bij het

vogelgriepvirus H5N1. We hebben dat virus weten te muteren naar een virus dat van mens tot mens overdraagbaar is. Daar was afgelopen jaar veel om te doen. Volgens een Amerikaanse commissie was het gevaarlijk om die resultaten te publiceren, maar uiteindelijk hebben we het toch gewoon openbaar kunnen maken. Daar is de wetenschap bij gebaat.’

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

‘Ik was altijd geïnteresseerd in alles wat klein was. Toen ik jong was, had ik een microscoop. Ik keek naar de vleugeltjes van vliegen, die zijn heel mooi. Maar dan wil je meer, steeds kleiner, tot je naar bacteriën kijkt. Toen ik als microbioloog in 1989 afstudeerde, was net bekend dat aids door hiv veroorzaakt wordt. Ik kon promoveren op onderzoek naar dat virus, op dat moment het belangrijkste onderwerp in de virologie. Toen ik daar na tien jaar genoeg van had, kon ik aan de slag in Rotterdam met onderzoek naar het H5N1-virus, vogelgriep. Daar was toen net van bekend dat er in Hongkong mensen aan stierven. Dat sloot mooi aan.’

Wat wil je nog graag onderzoeken?

‘Gastheren, dragers van virussen, reageren heel verschillend op virussen. Bij de griep epidemie in 2009 gingen sommige geïnfecteerde kinderen fluitend naar school, terwijl anderen stierven. Dat heeft voor een groot deel met erfelijke eigenschappen van de gastheer te maken. We weten nog niet goed hoe dat zit, daar zou ik nog onderzoek naar willen doen.’

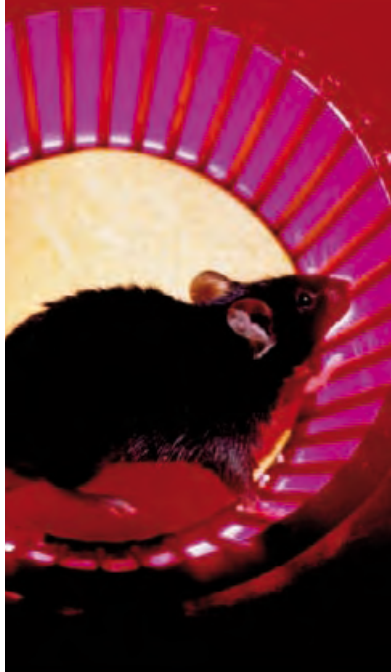


RON FOUCHIER (45), hoogleraar virologie aan het Erasmus MC in Rotterdam, kreeg een Vici in 2008.

Slaapgebrek verkleint rattenbrein

Wie tot in de kleine uurtjes televisie kijkt, nog één hoofdstuk leest (en dan nog een) of rond blijft dwalen op internet heeft mogelijk meer kans op het ontwikkelen van een depressie. Neurobioloog Peter Meerlo van de Rijksuniversiteit Groningen hield ratten in radvormige kooien die heel traag ronddraaien. Normaal slapen de dieren 10 uur per dag, tijdens de studie kregen ze maar 4 uur rust omdat de hokken slechts 4 uur per dag stil stonden. Na een maand slaapgebrek zag Meerlo dat de hippocampus van de ratten 10 procent gekrompen was. Dat hersendeel is belangrijk bij het reguleren van emoties. De ratten in hokken die 10 uur stil stonden hadden de afwijking niet. Uit ander onderzoek was al bekend dat bij depressieve mensen de hippocampus vaak verkleind is. Maar slaapgebrek wordt vaak gezien als een gevolg van een depressie. De studie van Meerlo duidt erop dat slaapgebrek wel eens een veroorzaker kan zijn.

**Hoe je een rat wakker houdt?
Door zijn kooi te laten draaien.**



Sober? Extravagant!

Sober en praktisch, zo staat de Nederlandse mode bekend. Omdat we in weer en wind op de fiets moeten kunnen stappen, wordt wel gezegd. Omdat wij met onze lange democratische traditie niet zo nodig de rangen en standen hoeven te benadrukken door middel van kleding. Of omdat we een calvinistische traditie hebben, waardoor we onze rijkdom niet graag tonen. Maar is die Nederlandse mode wel zo sober en praktisch? Nee, ontdekte Anneke Smelik van de Radboud Universiteit Nijmegen tijdens het onderzoek 'Dutch Fashion Identity in a Globalised World'. Samen met haar collega's analyseerde de hoogleraar visuele cultuur de Nederlandse mode. Natuurlijk, wij kleden ons minder formeel en pragmatischer, zegt ze. Maar dat is niet het hele verhaal. 'Nederlanders zijn ook speels, rebels en extravagant. Ook dat zie je terug in de mode, bijvoorbeeld in de experimentele ontwerpen van Viktor & Rolf en Iris van Herpen of de kleurige creaties van Ollily en Cora Kemperman.'



Brekend plastic geeft licht

Hoe sterk is plastic? Dat willen wetenschappers graag precies weten. Alleen is het lastig te zien hoe het precies scheurt. Om dat onderzoek makkelijker te maken, hebben chemici van de Technische Universiteit Eindhoven lichtgevend plastic uitgevonden. Dat gloeit als je eraan trekt. Handig, want zo zie je exact wanneer het plastic stukgaat. Namelijk: als het licht begint te geven. De wetenschappers hebben het nieuwe plastic gemaakt door plasticmoleculen aan te passen. Ze bouwden daar atoomgroepjes van de fluorescerende stof dioxetaan in. Trek je aan het plastic, dan breken die atoomgroepen open. Ze geven dan licht. Het lichtplastic lijkt wel wat op de gloei-staafjes die populair zijn bij concerten en kinderfeestjes. Die werken alleen anders. In een gloei-staafje zitten verschillende chemische stoffen. Knak je het, dan komen de stoffen bij elkaar en gaan ze gloeien door een chemische reactie.



Het plastic van de groep van Rint Sijbesma wordt mooier als je het stukmaakt.

Kleding van Victor & Rolf laat zien dat niet alles uit Nederland sober en praktisch is.



Hobbits wonen natuurlijk in Nieuw-Zeeland.

Waar woont Frodo?

Een Baantjertour door Amsterdam, of op zoek naar Hobbits in Nieuw-Zeeland. Steeds meer mensen reizen naar plekken die beroemd zijn geworden als decor in boeken, films of series. Maar wat bezielt deze mediatoeristen? Dat wilde cultuurwetenschapper Stijn Reijnders, Erasmus Univer-

siteit Rotterdam, weten. 3 jaar lang onderzocht hij deze hotspots. Zijn conclusie? Mensen worden graag een onderdeel van de wereld die zij kennen uit boeken of films. Ze bezoeken cafés, winkels of huizen die worden beschreven of lopen dezelfde route die een personage liep. Daarbij gaan ze nauwgezet na

in hoeverre de plek overeenkomt met de beschrijvingen. Reijnders: 'Mensen willen weten in hoeverre hun fantasie correspondeert met de werkelijkheid. Ons onderzoek is een eerste stap in het ontrafelen van de menselijke verbeeldingskracht. Hoe werkt die en waar is die op gebaseerd?'

Mossel smoort golf

Dat duinen en dijken onze voeten droog houden, wisten we al. Maar oesters en mosselen blijken ook een handje te helpen. Dat ontdekte ecoloog Jim van Belzen van het NIOZ Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek. Van Belzen mat de hoogte van golven, en zag dat die door mosselbanken en oesterriffen afneemt. De kustlijn krijgt hierdoor minder zware

klappen. Een doorsnee mosselbank is een kwart tot driekwart meter hoog. Bij zo'n bank is de zee daarom ook minder diep. En hoe ondieper de zee, hoe eerder de golven breken. Bovendien houden mosselbanken en oesterriffen slik vast, net zoals duingras zand bij elkaar houdt. Het gevolg: minder erosie van de kustlijn. En dus minder kans op overstromingen.



Gemengd gezin doet het goed

Heb je liever vooral zonen of dochters? Koolmezen hebben er het liefst van allebei evenveel. Biologen van de Rijksuniversiteit Groningen ontdekten waarom. Dat levert ze de meeste kleinkinderen op. Hoe dat kan? In een nest met evenveel zonen als dochters hebben de kuikens allemaal een gemiddelde grootte. In een nest met scheve verhoudingen is het minst aanwezige geslacht het succesvolst. Zij worden groter, terwijl de anderen juist kleiner blijven. Het probleem is dat kleinere dieren

minder voortplantingssucces hebben. 'Omdat er relatief veel kleine dieren in een ongelijk nest zitten, krijgen de ouders netto minder kleinkinderen', verklaart onderzoeker Reinder Radersma. Het verschil in grootte heeft volgens hem te maken met ruzies in het nest. Radersma: 'Waarschijnlijk maken vooral de jongen van hetzelfde geslacht veel ruzie met elkaar en concurreren zij om voedsel. De energie die ze aan ruziën besteden kunnen ze dan niet meer gebruiken om van te groeien.'



Waarom de terugweg korter is

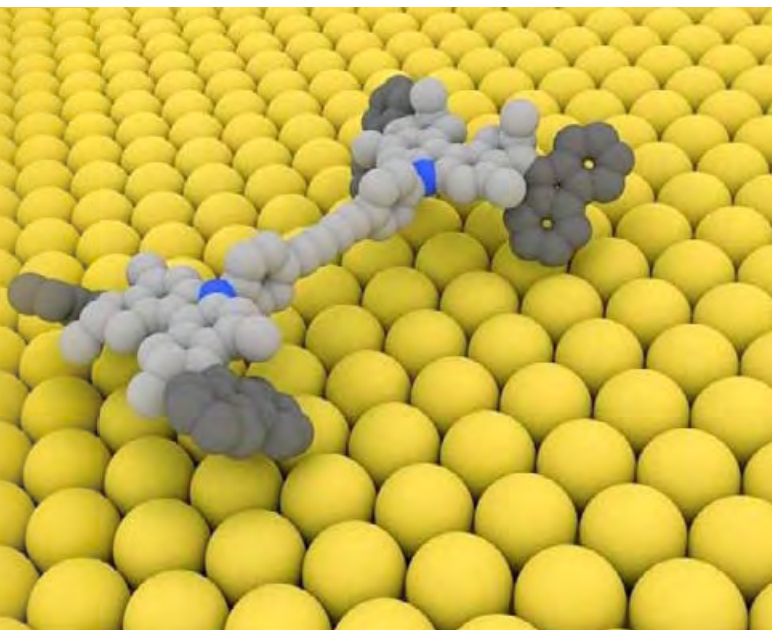
Waarom voelt de terugweg van een reis altijd korter dan de heenweg? Niels van de Ven van de Universiteit Tilburg leverde als eerste een wetenschappelijke verklaring voor dit verschijnsel. We schatten de duur van de heenreis vaak te optimistisch in, daarom voelt de heenweg lang. Met die ervaring op zak maken we een verwachting voor de terugweg: die zal wel weer lang duren. Maar dat valt dan juist mee. Om tot deze ontdekking te komen, werden 360 mensen ondervraagd, onder anderen busreizigers en fietsers. Maar liefst 3/4 van de deelnemers ervoer de terugweg van zijn trip als korter. Eerder werd gedacht dat de terugweg korter lijkt omdat de route bekender is. Die verklaring blijkt niet waarschijnlijk. Mensen die terug een andere route kiezen dan heen, voelen de terugreis ook als korter.



Nanoauto rijdt echt

De kleinste auto ter wereld komt uit Groningen. Nou ja, auto? Het gaat om een 4 nanometer lang plukje koolstof-, waterstof- en stikstofatomen. Deze nanoauto werd gebouwd door de onderzoeksgroep van Ben Feringa, hoogleraar organische chemie aan de Rijksuniversiteit Groningen. De 4 wielen van de auto doen dienst als motoren. Aan deze motoren worden met een extreem fijne naald elektronen toegevoegd. De al in de motoren aanwezige elektronen reageren vervolgens op de nieuwe elektronen, waarna de wielen in beweging komen. Dat de Groningers het minuscule autootje in beweging kregen, betekende een primeur. Feringa: 'Eerder was in Amerika al een nanoauto gebouwd. Maar die moest worden voortgeduwd.' Meer kar dan auto dus. In de toekomst hoopt Feringa andere moleculen aan de nanoauto te kunnen koppelen. Die zou daarmee een soort vrachtauto worden, die andere moleculen transporteert.

De nanoauto van Ben Feringa sierde in november 2011 de cover van het wetenschappelijk tijdschrift *Nature*.





**Patiënten
bevriezen vaak
niet als er een
dokter toekijkt.**

Soms 'bevriezen' ze, mensen die aan Parkinson lijden. Tijdens het lopen krijgen ze plotseling het gevoel dat ze door een magneet aan de aarde worden vastgezogen. De voorvoet blijft aan de grond, terwijl de hiel in de lucht hangt. 'En dan gaan ze met de benen trillen', zegt Bas Bloem van het UMC St Radboud in Nijmegen. De neuroloog onderzocht met zijn team in welke delen van het brein op zo'n moment kortsluiting optreedt. Daartoe legden ze Parkinsonpatiënten en gezonde personen in een MRI-scanner. Omdat je in zo'n

apparaat niet kunt lopen, lieten ze de liggende proefpersonen denken aan lopen. Dat werkte. Wat bleek? De Parkinson-patiënten vertoonden veranderde activiteit in het deel van de hersenstam waar lopen geïnitieerd wordt. Mogelijk leidt deze ontdekking tot een therapie. 'Andere groepen proberen dit gebied nu te behandelen met diepe hersenstimulatie', zegt Bloem. 'Door de hersenstam precies op de door ons gevonden plaats te prikkelen, hebben patiënten mogelijk minder last van deze bevriezingen.'

Agent maakt schuld

Is de verdachte schuldig? Om dat te beoordelen is een rechter vaak afhankelijk van de schriftelijke verklaring van de verdachte. Maar het vonnis kan afhangen van welke agent die verklaring typte. Dit blijkt uit onderzoek van Marijke Malsch van het Nederlands Studiecentrum Criminaliteit en Rechtshandhaving. 5 rechers maakten een proces-verbaal van een verhoor dat was opgenomen op video. De verslagen waren zeer verschillend van lengte en vorm. Soms was het een monoloog van de verdachte, andere bevatten ook de gestelde vragen. Rechtenstudenten beoordeelden vervolgens de verschillende processen-verbaal. Was de verdachte schuldig? 77 procent van de studenten die een lang verslag lazen, vond van wel, tegen 68 procent van de lezers van een kort verslag. Daarnaast werden agenten die hun verhaal als monoloog schreven als minder bevooroordeeld gezien. Naar aanleiding van deze resultaten pleit Malsch ervoor dat verhoren vaker worden opgenomen. Want dan kan een rechter het hele verhoor horen, en niet alleen een geschreven samenvatting.



Criminelen spelen de rol van
overheid in Kingston, Jamaica

Straat is staat

In Kingston, Jamaica, strijden twee kwaden om de macht: de corrupte overheid en de georganiseerde misdaad. Wat betekent dit voor de bevolking?

TEKST: BERRY OVERVELDE

Jamaica, downtown Kingston. Hier hebben de 'dons' het voor het zeggen, de leiders van criminele organisaties die aan de Italiaanse maffia doen denken. Zij bepalen wat er gebeurt in hun wijk, niet de overheid. Die overheid deed tot voor kort weinig moeite om de dons een halt toe te roepen. Sterker nog, politici werkten en werkten nauw met de criminelen samen. Politici en criminelen die elkaar de hand boven het hoofd houden: wat betekent dat voor de burgers van het centrum van Kingston? Rivke Jaffe, die tot de zomer van 2012 voor de Universiteit

Leiden werkte en nu voor de Universiteit van Amsterdam, deed afgelopen jaren onderzoek naar het leven in het oude hart van de Jamaicaanse hoofdstad. Ze sprak met politici, inwoners, en ja, ook met criminelen. Ze ontdekte dat veel mensen in Kingston best te spreken zijn over de dons. Want zij voeren de taken uit die de falende overheid laat liggen.

Politici bouwen wijk

Om te begrijpen hoe de dons zo machtig zijn geworden, is een blik in de geschiedenisboekjes noodzakelijk. 'Sinds de onafhankelijkheid in 1962 zijn in Jamaica twee partijen om en om aan de macht

geweest', vertelt Jaffe. De JLP (Jamaica Labour Party) bedacht een manier om stemmen te winnen. 'Ze bouwden een nieuwe wijk met flats.' Nieuwe woningen bedeedden ze toe aan mensen met sympathie voor de JLP. Sympathieën die dankzij het uitdelen van woningen nog werden versterkt. Zo ontstond een echte JLP-wijk. Handig, want zo ben je verzekerd van een flink aantal stemmen bij de volgende verkiezingen. Wat zij kunnen, kunnen wij ook, dacht de People's National Party (PNP) toen zij een paar jaar later aan de macht kwam. En zo veranderde downtown Kingston in een stadsdeel vol JLP- en PNP-eilandjes. Maar

Na jaren van oogjes dichtknijpen, grijpt de politie in Kingston eind mei 2010 hard in. Deze mannen kijken toe.



Alleen in Kingston

Hoe is het om als jonge Nederlandse vrouw, als totale buitenstaander dus, onderzoek te doen in de achterbuurten van Kingston? En nog in haar eentje ook. Eigenlijk best makkelijk, vindt Rivke Jaffe. Al ruim 10 jaar komt ze voor allerlei onderzoek in door dons gerunde wijken. 'Ik ben al die tijd nog niet tegen problemen aangelopen. Ik ben nooit bestolen, niemand heeft me ooit bedreigd.' Haar 'anders-zijn'

werkt soms zelfs in haar voordeel, merkte ze. 'Als je opvalt, word je daar al snel nageroepen. Als je heel dik bent, of maar een arm hebt, roepen ze 'fatty' naar je, of 'oney'. Ik viel op omdat ik wit was. En dus riepen ze 'white girl' naar mij. Dat geeft je een heel makkelijke ingang om een gesprek met mensen aan te knopen. Ik stapte er dan opaf, zei dat ik geen white girl heette maar Rivke, en dat ik daar was

om onderzoek te doen. Contact leggen ging altijd makkelijk.' Dat de beruchte don Christopher 'Dudus' Coke in 2010 opgepakt werd en zijn wijk werd belegerd, maakte het werk voor Jaffe gek genoeg makkelijker. 'Daarvoor waren de dons wel een taboe-onderwerp. Maar daarna praatte niet alleen de wijk, maar het hele land over mijn onderzoeksonderwerp. Dat was voor mij als wetenschapper fantastisch.'

Noch de overheid, noch de dons hebben weten te voorkomen dat de leefomstandigheden in downtown Kingston uiterst beroerd zijn.



goed: dan moeten die wijken vervolgens nog wel door iemand gerund worden. De bevolking moet zich koest houden, trouw aan de partij blijven. En de tegenpartij moet buiten de deur gehouden worden, desnoods met een beetje geweld. Voor dat vuile werk schakelden de JLP- en PNP-politici hun netwerk in. Zij kennen zo hun 'mannetjes'. En die mannetjes zouden uitgroeien tot de dons van nu. Helemaal nadat de overheid zich vanaf eind jaren zeventig, onder invloed van het neoliberalisme, steeds verder terugtrok. De dons hebben sindsdien de economie in hun wijk in handen, maar ook de veiligheid, sociale zekerheid en recht-

spraak. Fijn voor de dons. Maar wat betekent dit voor de gewone man in de straat?

Don regelt baan

Stel, je bent een inwoner van een wijk in het oude hart van Kingston, en je zit om inkomsten verlegen. Een wandeling naar het dichtstbijzijnde Jamaicaanse UWV-kantoor heeft niet veel zin. Wat te doen? Je stapt naar de don van jouw wijk of een van zijn rechterhanden, want die zijn best benaderbaar, vertelt Jaffe. 'Het zijn ook weer niet zulke enorme wijken.' Die don kan een paar dingen doen. 'Hij kan bijvoorbeeld de politicus inschakelen waarmee hij een relatie heeft. Die kan vervol-

gens naar een overheidsbedrijf stappen, en zeggen: 'Ik heb hier iemand die een baan nodig heeft.' En dan móet dat overheidsbedrijf een baan voor die persoon creëren.' Maar de don heeft niet per se politici nodig om baantjes te ritselen. Hij kan ook gewoon door zijn wijk wandelen, en zien dat een gebouw wordt opgeknapt. 'Dan stapt hij eropaf, en zegt: 'Ik zie dat jullie werk hebben. Ik wil drie mannen kwijt.' Dan is het voor dat bouwbedrijf wel héél moeilijk om nee te zeggen.'

Niemand vermoord?

Veiligheid is naast sociale zekerheid nog zo'n typische overheidstaak. Maar niet in

Tegen elkaar zijn dons niet al te vriendelijk



Nomen est omen: de don Christopher 'Dudus' Coke werd in 2010 opgepakt en uitgeleverd aan Amerika. Vanwege drugshandel.

► downtown Kingston. Als je de statistieken mag geloven, scoren sterke dons beter op veiligheidsgebied dan de overheid. Neem Christopher 'Dudus' Coke, de bekendste en tegelijk beruchtste don die Kingston gekend heeft. In 2010 werd hij op verzoek van de Verenigde Staten, die hem van drugshandel beschuldigen, opgepakt en uitgeleverd. Dat leidde tot enorme rellen onder de bevolking, die Coke ziet als weldoener en volksheld. Hij deed goed werk, aldus de bevolking, onder meer op veiligheidsgebied. Zo daalde onder zijn leiding het aantal moorden in zijn wijk Tivoli Gardens naar nul. 'Al is dat vermoedelijk niet omdat er helemaal niet meer werd vermoord, maar omdat die moorden niet werden geregistreerd', nuanceert Jaffe. Wat het daadwerkelijke moordcijfer ook was: 'Veel mensen geloven in de effectiviteit en rechtvaardigheid van de don. Ze

zijn ervan overtuigd dat als iemand iets verkeerd doet, de don altijd te weten zal komen wie het was. En dat hij diegene dan ook zal straffen.' Dat kan een afranseling zijn, zegt Jaffe. 'Maar ook verbanning uit de wijk. Het hoeven niet altijd geweldsstraffen te zijn.' De mensen vertrouwen de dons, en dat geeft hen een belangrijke voorsprong op politieagenten. 'Mensen zullen wel tegen de don zeggen wie het heeft gedaan. Maar tegenover de politie houden ze vaak hun mond.' Zo zijn er meer terreinen waarop de dons prima voor hun mensen lijken te zorgen. Zomaar een voorbeeld: zaken als water en energie zijn gratis. Niet dat de dons hun eigen nutsbedrijven hebben. 'Het is gratis omdat energie- en waterbedrijven niet meer naar binnen durven in die wijken. Ook niet om de energie en het water af te sluiten.'

Betaal de baas

Maar de dons bedrijven geen liefdadigheid. Ze worden er zelf ook beter van, en niet zo'n beetje ook. Want behalve uit drugshandel en legale bedrijven (bijvoorbeeld bouwbedrijven, die dan wel via achterkamertjes en via bevriende politici aan allerhande opdrachten komen), halen dons ook inkomsten uit een eigen belastingstelsel. Of nou ja, belastingstelsel. Jaffe: 'Mensen die er wonen noemen het belasting. Maar mensen van buiten de wijk noemen het eerder afpersing.' Hoe je het ook noemt, het komt erop neer dat bedrijven de don moeten betalen. 'Neem de wijk waar ik veel onderzoek doe. Daar is een centrale markt. Sommige verkopers, die in die wijk wonen, hoeven geen belasting te betalen aan de don. Maar andere marktverkopers, van buiten, moeten elke dag een bedrag afdragen. En mensen die



Op straat is te zien dat je in dongebied bent: muren staan vol waarschuwingen aan het volk (boven) en huldeblijken aan de dons (rechts).



Wat maakt de don?

Wat bepaalt of een gewone crimineel in Kingston uitgroeit tot don? Rivke Jaffe: 'Ik heb het idee dat het vaak mensen zijn die in een andere context ook leider zouden zijn. Die bijvoorbeeld, als ze uit een meer bevoorrecht gezin zouden komen, de politiek in zouden gaan.' Maar de ene don is de andere niet. 'Ik heb een aantal dons gesproken. Sommige zijn heel stoer. Sommige zijn don geworden omdat ze nu eenmaal goede connecties hadden, of omdat hun vader voor hen bijvoorbeeld ook al don was.' Anderen werden don door hun spierballen te laten rollen. 'Maar dat zijn de zwakkeren. Het meeste succes hebben dons met intelligentie. En met charisma. Want angst is niet genoeg, je moet mensen achter je krijgen. Het moet bijna liefde zijn. Niet voor niets zie je dat Zeeks (een voormalige don uit de wijk waar Jaffe het grootste deel van haar onderzoek verrichtte, red.) bijvoorbeeld Father Zeeks werd genoemd. Mensen zien het bijna als een vader-kind-relatie, want hij zorgt voor ze.'



Jamaica is na Honduras, El Salvador en Ivoorkust het land met de meeste moorden per inwoner, aldus de Verenigde Naties.

een baantje op een bouwproject krijgen via de don, moeten bijvoorbeeld een kwart van hun loon aan hem afdragen.' Kortom, de donwijken lijken wel koninkrijkes binnen Kingston. De dons zorgen voor hun burgers, de burgers vervullen in ruil daarvoor zo hun eigen plichten, zoals stemmen op de juiste partij en 'belasting' betalen.

En wat nu?

Bevolking blij, dons blij, (sommige) politici blij. Niets meer aan doen? Er zijn in Kingston inderdaad mensen die zo pragmatisch denken. 'De hoogste ambtenaar van Kingston legde mij een keer uit dat de markt verbouwd moest worden. En dat hij het contract had verdeeld tussen de twee grootste dons van dat moment, Dudus en Zeeks (de don uit de wijk waar Jaffe het grootste deel van haar onder-

zoek deed, inmiddels ook opgepakt, red.)' Officieel hoort dat soort klussen keurig te worden aanbesteed, net als in Europa. Maar dat had hij bewust niet gedaan. 'Want, zei hij: ze zijn er nu eenmaal. En wat we ook doen, ze gaan linksom of rechtsom geld verdienen aan het project. Als een bedrijf van buiten de opdracht krijgt, moeten zij een flink percentage van hun inkomsten aan de dons afdragen. En dus houdt dat bouwbedrijf minder geld over om hun mensen van te betalen. Als ik de dons de opdrachten geef, dan komt uiteindelijk meer geld bij 'de mensen' terecht. We kunnen dus maar beter met ze samenwerken.' Maar het lijkt erop dat steeds minder mensen er zo over denken. Jamaica slaat een steeds hardere toon aan tegen de dons. Dat gebeurt niet in de laatste plaats onder druk van de Verenigde Staten.

Die willen de Jamaicaans-Amerikaanse drugshandel, het domein van de dons, de kop in drukken. De afgelopen jaren zijn daarom kopstukken als Zeeks en Dudus met veel machtsvertoon gearresteerd. Dit jaar brengt Jaffe een laatste bezoek aan Jamaica, voor haar onderzoek naar de straatstaten van het centrum van Kingston. Valt het eind van dat onderzoek samen met het eind van de hoogtijdagen van de dons? Dat zal de toekomst moeten uitwijzen. ■

berry.overvelde@quest.nl

MEER INFORMATIE

The Caribbean City, Rivke Jaffe (red.), Ian Randle Publishers (2007): over de cultuur, geschiedenis en bevolking van Caribische steden.

Op zoek naar het onmogelijke

De NWO-Spinozapremie is de hoogste onderscheiding in de Nederlandse wetenschap. De winnaars ontvangen 2,5 miljoen euro, te besteden aan onderzoek naar keuze. Mike Jetten, hoogleraar microbiologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen, is één van de vier winnaars van 2012.

TEKST: ANTJE VELD

Wat wilde je vroeger worden?

'Ik heb in elk geval nooit iets creatiefs willen doen. Mijn beste vakken op de middelbare school waren biologie en scheikunde, dus daar heb ik een studie bij gezocht in Wageningen.'

En wat ben je daar uiteindelijk mee geworden?

'Ik ben microbioloog. Dat betekent dat ik heel kleine organismen bestudeer die we met het blote oog niet kunnen zien. Ik probeer daarbij met name nieuwe organismen te vinden die we nuttig kunnen inzetten om ons water en onze lucht schoon te houden. Dat zijn bijvoorbeeld bacteriën die methaan zonder zuurstof (maar met nitriet) omzetten in kooldioxide en water. Een heleboel mensen beweerden dat er geen bacteriën konden bestaan die methaan eten als er geen zuurstof is. En als mensen zeggen dat iets niet kan, dan vind ik het juist leuk om daar naar op zoek te gaan.'

Hoe vind je zulke bacteriën dan?

'Dat begint met goed nadenken. Waar op aarde zijn de condities te vinden die dit soort bacteriën nodig hebben? Er moet aardgas aanwezig zijn, want dat bevat methaan. Er mag niet te veel zuurstof aanwezig zijn, het mag niet te warm en niet te koud zijn, en ook niet te zuur, enzovoort. Dat is niet eens zo moeilijk te vinden hoor. We kunnen hier naar de Ooijpolder of het Twentekanaal gaan en daar vind je zo'n ecosysteem al. Daar pak je een schep modder, die neem je mee naar het laboratorium. En dan is het een kwestie van vertroetelen, zodat de bacteriën die er mogelijk inzitten gaan groeien. Want je hebt miljoenen cellen nodig voordat je ze goed kunt onderzoeken. vertroetelen betekent in dit geval: niet te veel lucht erbij, zorgen voor een constante toevoer van methaan. Dus niet de ene dag veel en de andere dag weinig, want daar houden bacteriën niet van. Verder moet je voedingsstoffen als zouten en mineralen toevoegen. En het belangrijkste ingrediënt is geduld. Soms duurt het wel een jaar voordat er echt iets te zien is. Ik denk dat mensen in het verleden niet genoeg geduld hebben gehad, niet de modder met de hoogste concentratie bacteriën uitzochten, en niet de juiste apparatuur hadden om de bacteriën goed te verzorgen. Wij zorgden voor de beste combinatie van deze drie factoren en zo hebben we deze bacteriën die methaan eten, dus toch gevonden.'

En wat hebben we ook alweer aan bacteriën die methaan eten?

'Ze zijn om twee redenen nuttig. Ten eerste is methaan een broeikasgas. Methaan komt via allerlei wegen in onze atmosfeer. Die luchtvervuiling willen we eigenlijk liever niet. Dus het is handig als we een manier vinden om dit op te ruimen. Deze bacteriën helpen daarbij. Ten tweede gebruiken we de bacteriën om ons water te zuiveren. Ze verwijderen stikstofverbindingen uit water. Ze eten de nitraat en nitriet, maar ze hebben eerst voedsel nodig om zo genoeg energie te krijgen voor het eten van die stikstofverbindingen. Tot nu toe gebruikten we bacteriën die zich voeden met methanol. Maar het zou een stuk goedkoper zijn om bacteriën te gebruiken die methaan eten. En dat kan nu dus.'

Kreeg je daarom de Spinozapremie?

'Ja, omdat we nieuwe bacteriën hebben ontdekt die ook aan de binnenkant allerlei nieuwe, en daarom interessante, celstructuren bezitten. De manier waarop we de dingen hier aanpakken is trouwens typisch Nederlands. Dat heet *'the Delft school of microbiology'*. In het buitenland wordt meer moleculair werk gedaan. Dat gaat over het ontrafelen en uit elkaar halen van bacteriën tot aan de celstructuren. Maar minder om het ontdekken van nieuwe soorten. Ik ben best trots dat die kleine bacteriën nu ons water schoonmaken. Daar worden we uiteindelijk allemaal beter van.'

Wat wil je nog ontdekken?

'Er moeten ook bacteriën bestaan die ijzer gebruiken om methaan af te breken. En bacteriën die sulfaat gebruiken om ammonium te eten. We kunnen berekenen dat die bacteriën er moeten zijn. Maar we weten ook dat ze nog moeilijker te vinden zijn, omdat ze nog langzamer groeien en er minder plekken in de wereld zijn met de juiste omstandigheden. Op de bodem van de oceaan is wel veel sulfaat, maar daar kom je niet zomaar bij. Deze bacteriën kunnen ook nuttig zijn voor de afvalwaterzuivering. Die met ijzer wat minder. Die wil ik vooral uit nieuwsgierigheid ontdekken.'

Ga je daar ook de premie aan besteden?

'Een deel daarvan wel. Een ander deel gaat naar het opleiden van nieuwe mensen, want ik wil mijn gedachtegoed graag doorgeven. En een derde deel gaat naar het verdiepen van het onderzoek waar we al mee bezig zijn.'



Biografie Mike Jetten

- 1962** Geboren te Roermond
- 1980** Gymnasium Scholengemeenschap Sint Ursula Horn
- 1986** Doctoraal microbiologie aan de Wageningen Universiteit
- 1991** Gepromoveerd in de microbiologie Wageningen Universiteit
- 2000** Hoogleraar Ecologische Microbiologie, Radboud Universiteit Nijmegen



Een raadsel uit de Gouden Eeuw

Operatie



Boi

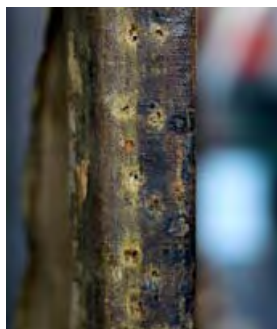
In een Utrechts huis hingen vijf gigantische schilderijen, gemaakt rond 1660. Wie liet zulke kostbare doeken maken, en waarom? 'Een moordzaak oplossen is gemakkelijker.'

TEKST: PAUL SERAIL

De doeken werden tijdens de productie al steeds groter

► Spijkergaatjes verraden hoe doeken ooit ingelijst waren. Hier laten de gaatjes zien dat de schilderijen nog de oorspronkelijke grootte hebben. Van veel andere werken zijn in de loop der tijd stukken afgesneden.

▼ Toen *Aeneas ontvangt van Venus zijn nieuwe wapenuitrusting* klaar was, voegde Ferdinand Bol nog stroken met engeltjes toe. En een baan met een extra smid.



Wie aan het einde van de negentiende eeuw aanbelt aan Nieuwe-gracht nummer zes in Utrecht, wordt in een bijzondere kamer ontvangen. De wanden zijn helemaal bedekt met vijf enorme doeken van Rembrandts beroemde leerling Ferdinand Bol. Maar de bewoners van dit huis zijn niet meer zo gecharmeerd van de schilderijen, daarom schenken ze deze metershoge meesterwerken aan de Nederlandse staat. Vier van de doeken krijgen een onderkomen

in het Vredespaleis in Den Haag en het vijfde werk komt in de Statenzaal in Den Bosch te hangen. Tot voor kort was dat zo ongeveer alles wat bekend was over de grootste schilderijen van Ferdinand Bol. 'Veel kunsthistorici hadden hun tanden al stukgebeten op alle vragen rond die schilderijen', zegt Margriet van Eikema Hommes, kunsthistorica aan de Technische Universiteit Delft. Voor wie maakte Bol de schilderijen? Vormden ze samen één serie? Waar hadden deze werken oorspronkelijk gehangen? 'Ik had al heel snel het idee dat er iets geks aan de hand was.'

Doek is lappendeken

Volgens Van Eikema Hommes lijkt haar werk wel op forensisch sporenonderzoek. 'Maar misschien is het nog wel ingewikkelder', zegt ze. 'Ik heb wel eens verzucht: een moordzaak is één gebeurtenis. Deze doeken zijn 300 jaar lang door verschillende mensen verslept en aangepast.' Vernieuwend aan het onderzoek van de kunsthistorica is dat zij speurtechnieken combineerde om zo de levensloop van de werken te achterhalen. De technieken die ze gebruikte liepen uiteen van graven in archieven tot microscopisch verfonderzoek. Opvallend aan de schilderijen zijn



◀ Uit verfmonsters blijkt dat de 5 stroken linnen van Bols *Aeneas* niet allemaal dezelfde grondlaag hebben. Waarom Bol hiermee varieerde is onduidelijk. De uitsparing aan de bovenkant is later uitgesneden voor een plafondbalk.

Uitverkoren vluchtelingen

Wat betekenen de voorstellingen op Ferdinand Bols grootste meesterwerken? De thema's zijn nauw vervlochten met het leven van de rijke weduwe Jacoba Lampsins, die de doeken bestelde. Haar familie was tijdens de Tachtigjarige Oorlog gevlucht uit Oostende. Op een van de werken is de mythologische held Aeneas afgebeeld. Hij vluchtte uit de brandende stad Troje en kreeg de goddelijke opdracht om in Rome een nieuwe familielijn van heersers te starten. Gereformeerden die door de katholieken uit de zuidelijke Nederlanden waren verjaagd, trokken vaker een parallel met de gevluchte Trojanen. Oostende werd zelfs Nieuw Troje genoemd, omdat de stad zo langdurig en bloedig belegerd was. Ook Abraham en Mozes, hoofdpersonen in 2 andere schilderijen, waren hun land ontvlucht en zouden stamvader worden van een uitverkoren volk.

Protesterende protestantse

In het Utrecht van 1660 speelde een politiek-religieuze conflict. De openbare katholieke eredienst was verboden in de stad, en de landerijen en andere bezittingen van die kerk waren in beslag genomen. Een grote groep regenten verrijkte zichzelf daarmee. Dat leidde tot verzet van een aantal streng gereformeerde regenten. Zij vonden dat de inkomsten ten goede aan de gereformeerde kerk moesten komen. De rijke weduwe Jacoba Lampsins wilde in die laatste groep van regenten opgenomen worden. Zij gaf Ferdinand Bol de opdracht om een schilderij te maken van bijbelfiguur Jozua. God zou hem helpen om de stad Jericho in handen krijgen, mits zijn leger de schatten in de stad aan God zou overlaten. Een ander schilderij dat Lampsins bestelde, laat koning Cyrus zien. Hij geeft de schatten terug die jaren eerder geroofd zijn uit de tempel van Jeruzalem. Met de doeken hoopte Lampsins waarschijnlijk indruk te maken op de regenten uit het streng gereformeerde kamp.

bijvoorbeeld de naden. 'Wevers konden in de Gouden Eeuw doeken maken van ruim twee meter breed', vertelt de kunsthistorica. Bols schilderijen zijn vier meter groot. De schilder had dus twee lappen aan elkaar kunnen naaien. Dan krijg je één naad in het midden, dat was niets gek. Maar Bols reuzewerken tellen tot vijf lappen. Niet alleen in de breedte, ook in de hoogte zijn ze verlengd. Misschien werden de doeken later groter gemaakt voor het huis in Utrecht. Maar zijn deze vergrotingen dan wel door Bol gedaan? Of zouden ze het werk van een andere schilder zijn?

Bol deed het zelf

Van Eikema Hommes bestudeerde deze naden tussen de lappen op röntgenfoto's. Ook nam de kunsthistorica verfmonsters uit de naden. En wat daar uit kwam, was verrassend. 'Er zaten verlaagjes van een andere voorstelling onder de plamuurlaag die zo'n naad camoufleert. Dat is het bewijs dat het een schilderij was dat vervolgens is uitgebreid.' Bol besloot waarschijnlijk met zijn opdrachtgever om de werken steeds groter te maken. 'Zijn stijl is op heel de doeken te herkennen en de pigmenten uit de verfmonsters zijn ook steeds dezelfde.' Dat bewijst dat Bol zijn ►

Het 'behang' van Bol diende als statusverhoger



Abraham ontvangt de drie engelen stond oorspronkelijk op de grond. Zo leek het of je bij de engelen aan tafel zat.



Een goed excuus om wat naakt af te beelden: de vondst van Mozes door de dochter van de farao, als zij een bad neemt.

Bezige Bol

Waarom hingen de grootste werken van de schilder Ferdinand Bol in de stad Utrecht? Bol werkte bijna uitsluitend voor Amsterdammers uit de hoogste lagen van de bevolking. Zij gaven hem genoeg opdrachten om een rijke carrière op te bouwen. Zo schilderde hij onder andere voor het stadhuis op de Dam en de Admiraliteit van Amsterdam. Waarom nam hij dan een opdracht aan van een weduwe uit Utrecht? 'Ferdinand Bol en Jacoba Lampsins kunnen elkaar meerdere keren tegengekomen zijn', zegt kunsthistorica Margriet van Eikema Hommes. Zo was Michiel de Ruyter, een belangrijke zeeheld in de Amsterdamse Admiraliteit, ooit in de rederij van haar Zeeuwse familie begonnen. Bols klantenkring bestond ook vooral uit streng gereformeerden, de stroming waar Lampsins bijhoorde.

► werk eigenhandig heeft vergroot. Bovendien vond Van Eikema Hommes tussen de verflagen geen laagjes vuil of vernis. Dat suggereert dat de schilderijen nog in Bols atelier hingen toen ze uitgebreid werden.

Doek moet omhoog

Het einde van het liedje was dat Bols schilderijen de muren van de ontvangstkamer in het huis aan de Nieuwegracht compleet bedekten. Die ruimte bestaat niet meer omdat het huis is verbouwd tot een kantoor, maar Van Eikema Hommes vond oude bouwtekeningen met daarop

de afmetingen van de kamer. 'Het was centimeterwerk', zegt ze. 'Zo mooi pasten die doeken.' Ze ging ook op bezoek bij het Utrechtse pand. 'Boven het systeemplafond zaten de oude balken nog. Die zijn steeds overgeschilderd. Als dat een beetje slordig ging, kwam de verf ook op de schilderijen. Stuk voor stuk zijn de kleuren van de balken als spetters op de doeken beland.' Ook de vierkante uitsparingen aan de bovenkant van vier van de doeken kloppen precies. 'De schilderijen stonden aanvankelijk op de grond, zo kwamen ze precies tot aan de plafondbalken. In de achttiende eeuw kwamen



◀▲ De thema's van *De generaal van het leger van god verschijnt aan Jozua en Koning Cyrus geeft de geroofde schatten uit de tempel van Jeruzalem terug zijn ongebruikelijk. Waarschijnlijk hoorde de opdrachtgever deze verhalen in de kerk. Zij liet ze maken om aansluiting te krijgen.*

lambriseringen in de mode. Om die aan te brengen moesten de schilderijen iets hoger hangen. Toen zijn aan de bovenkant uitsparingen uitgesneden zodat ze tussen de balken pasten.'

Behang geeft status

Maar wie had eigenlijk genoeg geld om een kamer te behangen met vijf schilderijen van een van de meest vooraanstaande meesters? Van Eikema Hommes ontdekte dat de opdracht afkomstig was van de steenrijke gereformeerde weduwe Jacoba Lampsins. Haar familie had het in Zeeland voor het zeggen, in Utrecht

stond ze echter lager op de sociale ladder. 'Lampsins grootste ambitie was om ook in Utrecht bij de hoogste sociale klasse te horen', zegt de kunsthistorica. Er was maar één manier om dat te bereiken: een van haar zonen moest trouwen met een vrouw uit de regentenklasse. Door het huis aan de Nieuwegracht te kopen, kwam de familie te wonen tussen alle mensen die ertoe deden in de stad. Vervolgens besloot ze haar ontvangstkamer met het meest indrukwekkende behang denkbaar te versieren. Van Eikema Hommes: 'Dat een van de belangrijkste schilders van de Republiek zo'n gigantisch project voor

haar uitvoerde, moet diepe indruk hebben gemaakt.' En met effect: een van Lampsins zonen trouwde een vooraanstaande regentendochter. ■

paul.serail@quest.nl

! MEER INFORMATIE

www.vredespaleis.nl: 4 van de grote doeken Ferdinand Bol hangen in het Vredespaleis in Den Haag.

www.noordbrabantsmuseum.nl: in 2013 gaat het Noordbrabants Museum weer open. Daar hangt *Abraham ontvangt de drie engelen*.

Beweegbaar laagje maakt chip slimmer

Chips uit de oven

Het Twentse hightechbedrijf SolMateS kan computerchips van een bewegend laagje voorzien. Met zo'n slimme chip kan je bijvoorbeeld vanuit je telefoon een filmpje projecteren op een muur. Hoe bedenk je zoiets?

TEKST: AMANDA VERDONK

Gezellig, zo'n feestje anno 2012. De helft van de mensen zit naar zijn mobiele telefoon te staren. Ze zijn aan het sms'en, whatsappen en facebooken. Maar er is goed nieuws: er zijn smartphones op de markt die je telefoonschermje op een muur kunnen projecteren. Je grappige filmpjes of nieuwste vakantiekiekjes kun je dan samen bekijken.

Misschien zorgt dat weer voor wat gezelligheid. Eén nadeel: de huidige beamertelefoons zuigen je batterij in een mum van tijd leeg. Maar met een nieuw type chip wordt dat euvel verholpen. De chip heeft een beweegbare laag, die honderden minuscule spiegeltjes kan laten bewegen. Als daar een lamp op schijnt, dan maak je van je telefoon een projector.

Zo'n multifunctionele chip kan niet alleen spiegeltjes laten bewegen, maar bijvoorbeeld ook sensoren of pompjes activeren. Plaats je zo'n chip op je autoband, dan meet een sensor de bandenspanning. En wat dacht je van goedkopere, snellere printkoppen? Als je wilt printen, beweegt een printkop zenuwachtig heen en weer. Het zijn dure onderdelen. De fabrikanten maken ze daarom zo klein mogelijk. Maar met deze technologie kun je een paginabrede printkop maken. Want op een bewegende chip kun je alvast gaatjes en pompjes voor de inkt maken. Dat scheelt een paar dure stappen in het productieproces.

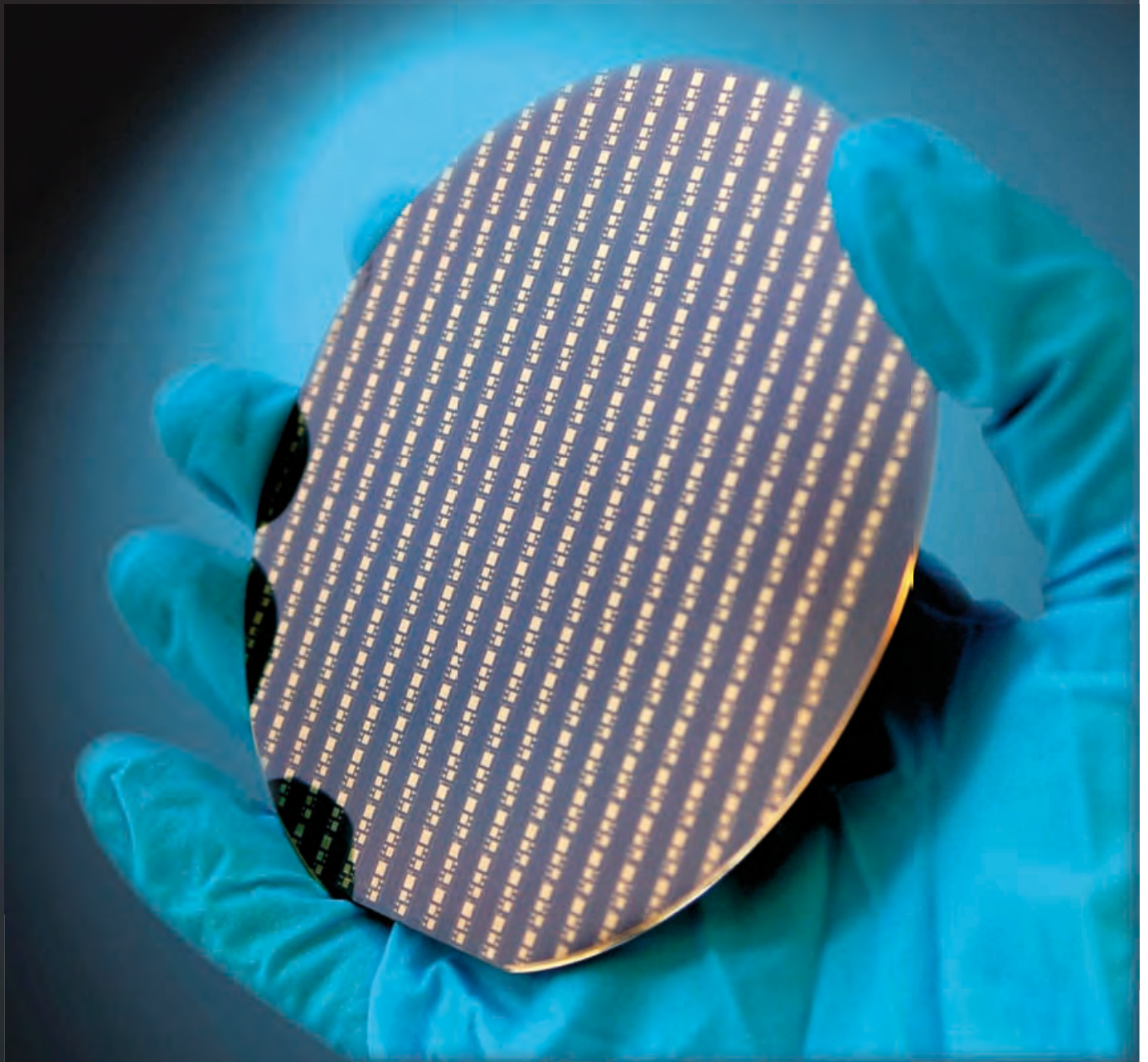
Oven maakt rode saus

Het jonge Twentse technologiebedrijfje SolMateS maakt deze digitale alleskunnens mogelijk. Directeur Arjen Janssens legt uit: 'Een chip is als een pizza. De bodem is bijna altijd hetzelfde,

van silicium. Maar met de rode saus en de toppings kun je variëren. Wij bieden een andere rode saus.' En die rode saus is een beweegbare laag. Het bijzondere ingrediënt is in dit geval geen tomaat, maar zogenoemd 'piëzomateriaal'. Het is steenachtig spul met een nuttige eigenschap: het kan bewegen. Janssens legt uit: 'Als je er elektrische spanning op zet, dan vervormt het materiaal. En het werkt ook andersom: als je op het materiaal drukt, dan vervormt het en levert het elektrische spanning op.' Daarmee kun je dus iets in beweging zetten, of een sensor of pompje activeren. SolMateS maakt de 'oven' waarmee je de rode saus kunt maken. Die 'oven' is een apparaat van één bij 2,5 meter. In het apparaat zit een zeer krachtige laserstraal die het piëzomateriaal fel verlicht, waardoor het opwarmt tot meer dan 10.000 graden Celsius. Het materiaal valt daardoor in atomen uiteen. Die losse atomen worden keurig gerangschikt op de 'pizzabodem' gelegd. Het apparaat van SolMateS kan dus één laagje op zo'n chip maken. Er komen nog veel meer 'toppings' aan te pas voordat een chip klaar is. Voor een computer of telefoon kunnen dat er wel dertig zijn. En voor elke laag is een apart apparaat nodig. Een chipproducent, zoals Intel of Samsung, beschikt dan ook over grote hallen die vol staan met wel meer dan honderd apparaten die allemaal een laagje aanbrengen.

Kennis wordt kassa

Het bewegende wondermateriaal dat SolMateS gebruikt is niet nieuw. Aan de Universiteit Twente bestudeerde Janssens het piëzomateriaal jaren geleden al uitvoerig. Maar hij beseftte toen nog niet dat hij goud in handen had. 'Wetenschappers bedenken heel veel oplossingen, maar weten vaak niet welk probleem er- ▶



Hoe zet je kennis om in klinkende munt?

- bij hoort. Dat wordt vaak onafhankelijk van elkaar bedacht. Wij hadden bijvoorbeeld nooit aan die printkoppen gedacht.' Bedrijven zagen die mogelijkheden wel. Maar ze waren zelf niet in staat om het materiaal onder controle te krijgen. Janssens wist dat de Universiteit Twente de benodigde kennis in huis had om dat wel voor elkaar te krijgen. Met drie andere Twentse materiaalkundigen startte hij in 2006 het bedrijf. Hun uitdaging: wetenschappelijke kennis zien te vermarkten. Oftewel: van kennis naar kassa. 'Onderzoekers houden ervan om zo exotisch mogelijk bezig te zijn, om elke keer weer nieuwe dingen te ontdekken. Zij willen de grenzen van materialen opzoeken. Voor een bedrijf is het op een gegeven moment genoeg. Je kunt niet oneindig blijven verbeteren. Je moet juist op zoek gaan naar een stabiel proces en elke keer precies hetzelfde doen. Dat is heel moeilijk.'



In een cleanroom heerst een hogere luchtdruk, zodat er geen 'stoffige' buitenlucht naar binnen stroomt.

Zon verandert product

Het luistert heel nauw om het materiaal op de juiste manier op een chip te krijgen. Daarvoor heb je de juiste temperatuur en de juiste hoeveelheid zuurstof nodig. 'Dat moet je onder controle zien te krijgen, zodat je het wel duizend keer kan herhalen. De klant wil namelijk een gegarandeerde kwaliteit.' Het is de uitdaging om zo'n standaardproces te ontwikkelen. Dat gaat met veel vallen en opstaan. 'Toen we nog in een ander gebouw zaten, was de temperatuur in het laboratorium wel eens te hoog. Als de zon dan scheen, hadden we ineens een ander product', grinnelt Janssens. Met twee afgedankte airco's uit een ander gebouw kregen ze dat onder controle. Inmiddels zijn de ondernemers in staat om dezelfde kwaliteit te blijven herhalen. Binnenkort hopen ze hun allereerste apparaat te verkopen. Dat bouwen ze bij de klant zelf, in een cleanroom die geheel stofvrij is. 'We zitten nu nog in de testfase, dus het maakt niet zoveel uit als er een paar stofdeeltjes in het apparaat belanden. Binnenkort gaan we naar een eigen cleanroom in het gebouw van High Tech Factory waar we in van die witte pakken rondlopen.' Het geknutsel met airco's en andere ongemakken is dan voorbij. ■

redactie@quest.nl

Lab op een chip

Je zit in een restaurant en je wilt net een soeplepel aan je lippen zetten. Maar je bent allergisch voor gluten (tarwe) en je wilt dus zeker weten dat dat kwalijke ingrediënt niet in je maag belandt. De Twentse technologie kan van pas komen. Een druppeltje op een chip kan aantonen of de soep glutenvrij is. De bewegende delen van deze superchip kunnen namelijk een beetje vloeistof rondpompen. Dat is nodig om genoeg stofjes langs een sensor te laten passeren. Die sensor geeft een seintje als de boosdoener is gedetecteerd. Er zijn meer van dit soort toepassingen te bedenken. Zo kun je ook bloed analyseren op zo'n lab-on-a-chip. Bijvoorbeeld als je manisch-depressief bent en je het lithiumgehalte in je bloed in de gaten moet houden. Scheelt weer een bezoekje aan de dokter.

Hollands glorie

Net als schaatsen en zwemmen is ook het bouwen van chipmachines een Nederlandse specialiteit. ASML, de wereldmarktleider op dat gebied, komt uit het Brabantse Veldhoven. De 3 grootste chipmakers ter wereld, Intel, TSMC en Samsung, hebben aandelen in het bedrijf. ASML maakt belichtingsapparatuur. Daarmee wordt tussen elke chiplaag een fotogevoelige laag belicht. Ze zijn geen concurrent van SolMateS. Sterker nog, Janssens is blij met de Brabanders. 'Wij profiteren ervan dat ASML zoveel uitbesteedt. Daardoor is in Nederland een specialistische hightech-industrie ontstaan.' Ruim 100 van die toeleveranciers leveren ook aan SolMateS. Zoals het roestvrijstalen omhulsel of de reactorkamer. Dat is specialistisch maatwerk dat tot op de millimeter nauwkeurig gefreesd moet worden.



Ook ASML maakt apparaten waarmee laagjes op chips bewerkt kunnen worden. Door het succes van ASML zijn ook veel 'hightech' toeleveranciers in ons land te vinden.



MEER INFORMATIE

www.solmates.nl: website van de Twentse chipmaakmachinemakers.

Stuurhulp

Wetenschappelijk talent met een vernieuwend onderzoeksplan kan geld van NWO bemachtigen. Voor pas gepromoveerde onderzoekers is er de Veni van maximaal 250.000 euro, voor meer ervaren wetenschappers de Vidi van 800.000 euro. De Vici van 1,5 miljoen euro is er voor senior wetenschappers.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

'Ik neem aan omdat ik een goed voorstel deed, maar ook omdat NWO er vertrouwen in heeft dat ik het goed kan uitvoeren. Ik heb veel ervaring met het onderzoek naar hoe mensen vliegtuigen en auto's beter kunnen besturen. Vanuit de universiteit heb ik met Nissan en Boeing samengewerkt, dus het leidt ook tot praktische toepassingen. En mijn onderzoek is uniek, het gebeurt nergens anders op de wereld.'

Waar gebruik je het geld voor?

'We onderzoeken hoe mensen beter gebruik kunnen maken van informatie van sensoren op auto's. Je kunt auto's uitrusten met sensoren die allemaal alarmbellen laten rinkelen als er gevaar is, maar wij zoeken naar een intuïtief systeem. Stel dat je van baan wilt verwisselen op de snelweg, dan kun je dat beter niet doen als er iemand dicht achter of naast je zit. Een bestuurder kan dat natuurlijk gewoon zien, maar we letten niet altijd goed op. Via de sensoren merkt de auto het gevaar. Op dat moment wordt de stuurbeweging iets tegengewerkt, en stuurt de auto wat stroever. Eigenlijk zegt hij: 'Ik zou het niet doen'. De autobestuurder is zich direct van het gevaar bewust geworden. Dan kan hij trouwens, mocht het nodig zijn, alsnog beslissen om het wel te doen, door meer kracht te zetten.'

'Uit ons onderzoek blijkt dat mensen sneller reageren als ze de omgeving letterlijk op hun stuur voelen. Het werkt als een reflex. Er zit vertraging tussen de waarneming van gevaar en de visuele vertaling in ons brein daarvan. Via de kracht op het stuur is die vertaling niet

nodig en reageer je dus sneller. Maar de chauffeur blijft de baas in de auto.'

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

'Ik studeerde werktuigbouwkunde in Delft en richtte me op het grensvlak tussen mens en machine. Maar op een bepaald moment had ik het een beetje met die studie gehad. Ik ging vervolgens filosofie studeren. Na enkele maanden belde mijn oude professor op. Hij haalde me over om het nog eens te proberen en hij stuurde me naar een onderzoeksgroep in Amerika. Daar werkte ik met verlamde patiënten om hen weer meer te laten bewegen. Dat was heel tastbaar en interessant. Toch stopte ik weer na mijn afstuderen. Ik ben ook drummer en wilde fulltime muzikant worden. Toen kreeg ik een telefoontje van mijn oude professor. Hij vroeg of ik wilde promoveren. 'Begin eens met twee maanden', zei hij. Ik mocht ook minder dagen werken. Zo kon ik muzikant blijven en aan de universiteit werken.'

Wat wil je nog graag onderzoeken?

'Vaak wordt er gekozen voor een systeem dat je aan- of uitzet. We automatiseren volledig, of we laten het mensen doen. Maar waarom willen we toch nog piloten aan boord van een vliegtuig? Omdat de wereld niet honderd procent voorspelbaar is, en omdat sensoren nooit honderd procent betrouwbaar werken. Er is nu een auto die volledig automatisch werkt. Dat lijkt me gevaarlijk. Als het misgaat, gaat het flink mis. Ik wil de mens zo goed begrijpen dat we een systeem kunnen ontwikkelen dat net zo vloeiend reageert als de mens zelf en intuïtief met hem samenwerkt.'



DAVID ABBINK (34),
biomechanical engineer aan de
TU Delft, kreeg een Veni in 2009.

Stamcel helpt onderzoek naar darmziektes

Orgaan ontraadseld

De Utrechtse bioloog Hans Clevers lukt het om vanuit één cel een stuk darm in een petrischaal te laten groeien. Hij wil daarmee nieuwe darmen laten groeien voor mensen met een darmziekte. En de cellen helpen bij het onderzoek naar het ontstaan van kanker.

TEKST: HIDDE BOERSMA

Kijk, daar ligt een stukje darm.' Hans Clevers van het Hubrecht Instituut in Utrecht wijst naar een petrischaal met daarin een piepklein buisvormig voorwerp, net zichtbaar met het blote oog. Hij schuift het onder een microscoop. Nu zijn duidelijke structuren zichtbaar. Sommige celklontering lijken willekeurige samensels, anderen vormen juist een mooi rondje. Clevers: 'Dat doen ze vanzelf. Als

je deze cellen maar lang genoeg laat groeien, dan nemen ze op den duur automatisch de vorm van een darm aan. Met de binnenkant netjes aan de binnenkant, en de buitenkant aan de buitenkant.'

Het is het huzarenstukje van het lab van Clevers en zijn medewerkers: organen kweken, of in elk geval delen daarvan. Het zijn nu nog voornamelijk darmen van muizen. Daarmee kan en mag hij meer experimenteren dan met menselijk materiaal. Met zijn onderzoek hoopt Clevers uiteindelijk nieuwe darmen te kweken voor mensen met darmziekten. Ook gebruikt hij de gekweekte darmen voor onderzoek naar de ontwikkeling van darmkanker, een van de meest voorkomende kankersoorten.

Volwassen is handig

Het bijzondere van Clevers' werk is dat hij de organen laat groeien uit maar één cel, een zogenaamde stamcel. Andere cellen sterven continu af en vernieuwen zich weer, maar stamcellen hebben het eeuwige leven. Ze delen zich, en hun dochtercellen liggen aan de basis van alle cellen in je lichaam. Stamcellen komen in twee vormen voor: embryonale en de volwassen. De eerste doen hun werk in de baarmoeder. Het zijn cellen die nog alle kanten op kunnen, ze vormen dan ook je hele lichaam met al zijn organen. De volwassen stamcellen bevinden zich in de volgroeide organen en zijn deels

uitontwikkeld. Buikstamcellen kunnen bijvoorbeeld nog alle type cellen in de buik worden, maar ze kunnen niet meer uitgroeien tot pak 'm beet een hersencel, die nooit in de buik voorkomt.

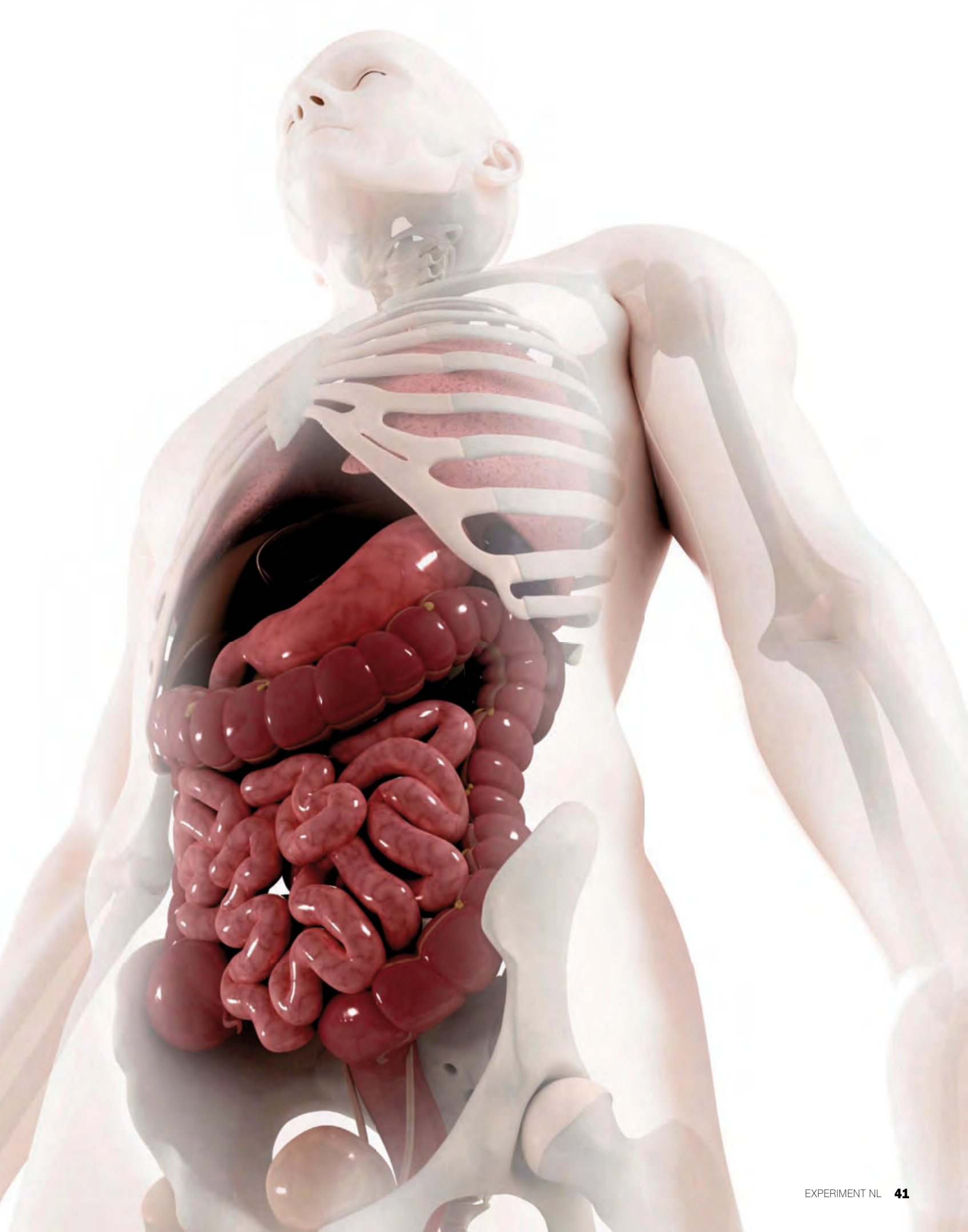
'Als je organen wilt kweken, is het handig om met volwassen stamcellen te werken', zegt Clevers. 'Dan weet je dat je niet voor onaangename verrassingen komt te staan als de cellen zich doorontwikkelen. Dat je bijvoorbeeld opeens met een darmcel in een gekweekte long zit opgescheept.' Volwassen stamcellen komen voor in elk orgaan, maar Clevers werkt het liefst met darmstamcellen. 'De darm is het orgaan dat zich het snelst vernieuwt. Elke vijf dagen is de binnenkant, het gedeelte dat voedingstoffen uit voedsel haalt, volledig ververs. Dat betekent dat daar extreem actieve stamcellen moeten zitten, precies de reden waarom het zo interessant is om juist die te onderzoeken.'

Cel huist in crypten

Toen Clevers zo'n twintig jaar geleden begon aan zijn onderzoek, was nog nauwelijks iets bekend over darmstamcellen. Niemand wist waar ze zaten, laat staan hoe ze werkten. De eerste stap was het vinden van de cellen. Dat lukte zo'n vijf jaar geleden. Darmen zijn geen gladde holle buizen, maar bevatten allemaal zogenaamde 'darmvlokken', uitstulpingen in de darmwand die het oppervlak van de darm vergroten. Daardoor kan de



De darmstamcellen (groen) bevinden zich helemaal onderin het darmweefsel, op de bodem van de zogeheten 'crypten'.



In een muis kan al een nieuwe darm groeien

Wie is Hans Clevers?

Hans Clevers, geboren in 1957 in Eindhoven, deed niet één, maar 2 opleidingen. In 1984 studeerde hij af in zowel de biologie als de geneeskunde aan de Universiteit Utrecht. Een jaar later al promoveerde hij aan dezelfde universiteit in de immunologie. Hij vervolgde zijn carrière in Amerika, op een van de best aangeschreven universiteiten daar, Harvard University in Boston. 'Een prestigieuze universiteit', zegt hij zelf.

'Maar de werkdruk en de concurrentiestrijd waren erg hoog. Hier werken is leuker.' In 1989 keerde hij dan ook terug. 2 jaar later werd hij hoogleraar immunologie in de stad waar hij ook studeerde. In 2001 kreeg hij een NWO-Spinozapremie, een jaar later werd hij directeur van het Hubrecht Instituut. Dit jaar mocht Clevers Robbert Dijkgraaf opvolgen als president van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.



Om te kunnen zien hoe darmstamcellen het darmweefsel vormen, kleurde Clevers de stamcellen in verschillende kleuren. Zo ontdekte hij welke cellen de normale darm maken, maar ook welke cellen kankerweefsel vormen. Deze kleurrijke plaatjes zijn daarom van groot belang in de strijd tegen kanker.

- darm efficiënt voedsel opnemen. Direct naast die vlokken bevinden zich minuscule holtes, de zogenaamde 'crypten'. Na lang zoeken ontdekte Clevers dat darmstamcellen zich helemaal op de bodem van die crypten bevonden. Elke holte bleek er ongeveer vijftien te bevatten. Die stamcellen delen zich continu, waarna de dochtercellen zich ontwikkelen tot de verschillende typen darmcellen. Nieuwe cellen worden van onderop steeds verder naar boven toe gedrukt, alsof het een

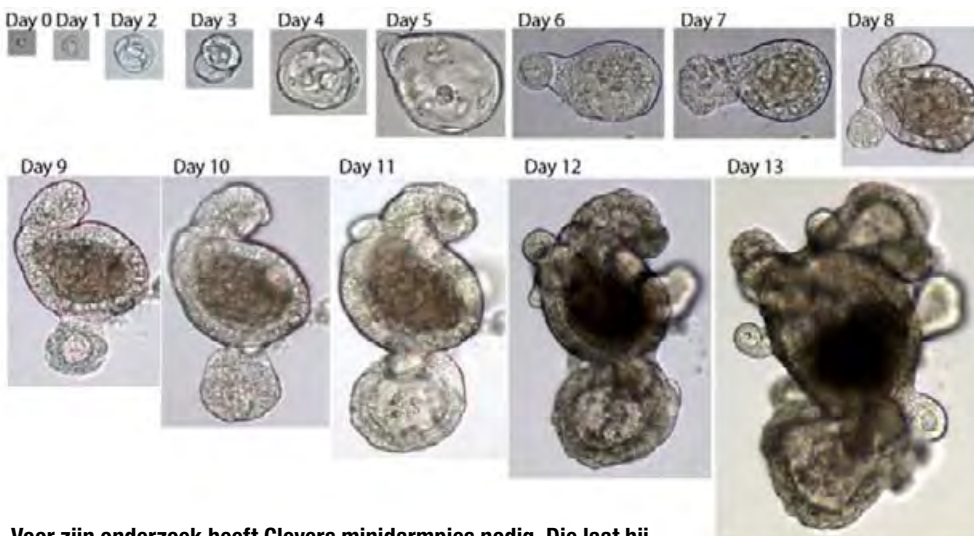
lopende band is. Eenmaal bovenin aangekomen, vervangen de aanstormende jongelingen de oude cellen die langzaam sterven.

Toen Clevers de stamcellen gevonden had, startte het volgende project: hij wilde ze uit het lichaam halen en in het lab tot darm laten groeien. Om in dat plan te slagen, moest hij precies weten wat zo'n cel nu een stamcel maakt. Wat is er nodig om de stamcellen tot deling en ontwikkeling aan te zetten? Na jaren

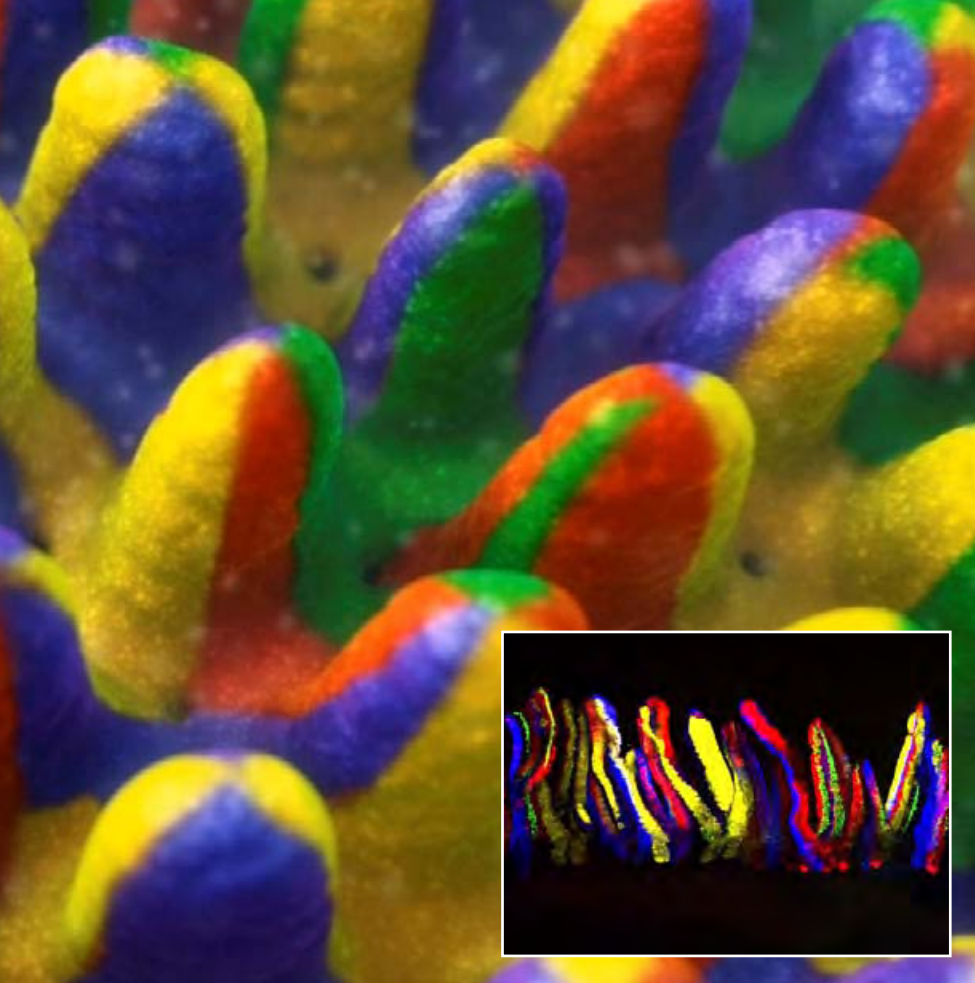
ploeteren vond hij met zijn team een hele reeks genen die allemaal op elkaar inwerken en die specifiek geactiveerd zijn in stamcellen en niet in gewone cellen. 'Toen we vier eiwitten die die genen reguleren, aan een vloeistof met stamcellen toevoegden, bleken de stamcellen buiten het lichaam netjes op te groeien tot kleine darmpjes.'

Darm greep darm

Het was een belangrijke doorbraak, die hoop gaf voor mensen met een darmziekte. Misschien dat er bij hen binnenkort wel nieuwe stukken darmen aangelegd kunnen worden. Om te testen of dat mogelijk is, gingen Clevers en zijn collega's met stukjes darm onder hun arm naar Japan. Daar hadden wetenschappers muizen ontwikkeld waar de voedselopnemende laag in de darmen afwezig was. In een gezamenlijk project spotten ze kleine stukjes darm, gevormd uit stamcellen, in het achterste van de muizen. De behandeling werkte uitstekend. Volledig uit zichzelf grepen de klein stukjes darm zich aan de darmen van de muizen vast. Dat gebeurde ook nog eens precies op de juiste manier. De buitenkant van de darm nestelde zich in de darm, waarna het kleine buisje zich zo openklapte dat de binnenste laag bloot kwam te liggen en zijn werk kon doen. De muizen waren gered. Toch waakt Clevers voor al te veel optimisme. 'Voordat zulke ingrepen echt het ziekenhuis bereiken, zijn we zeker nog tien jaar verder.'



Voor zijn onderzoek heeft Clevers minidarmpjes nodig. Die laat hij groeien uit 'volwassen' stamcellen van muizen (zie hierboven).



Stamcel geeft kanker

Het succes van Clevers' onderzoek houdt echter niet op bij het kweken van darmen. De stamcellen die hij vond blijken namelijk niet alleen aan de basis te staan van de zich steeds vernieuwende darm, maar zijn ook betrokken bij het ontstaan van darmkanker. Het is het onderzoek waar Clevers de laatste jaren het meeste succes mee heeft en waarvoor hij in 2001 ook de NWO-Spinozapremie kreeg. Clevers: 'Het is al een paar decennia duidelijk dat het startsein van darmkanker bijna altijd gegeven wordt door een mutatie in één specifiek gen. Dat gen, APC, is een van de genen die zo specifiek geactiveerd is in stamcellen.' Zou dat betekenen dat stamcellen ook aan de basis staan van darmkanker?

Om dat te onderzoeken, ontwikkelde de groep van Clevers twee typen muizen: één waar het APC-gen niet meer goed werkte in gewone cellen, een ander waar dat in stamcellen het geval was. Bij de eerste ontwikkelde er zich wel een klein hompje ongeregelde cellen, maar dat groeide niet uit tot een poliep of tumor: de cellen stierven binnen een paar dagen af. Zo niet bij de stamcelgemuteerde muizen. Binnen twee weken zaten de darmen van die dieren vol met tientallen poliepen. De celdeling was volledig uit de hand gelopen. 'De poliepen zijn nog niet direct tumoren', zegt Clevers. 'Daarvoor moeten de cellen nog een aantal andere mutaties oplopen, die de poliep

echt kwaadaardig maken. Maar duidelijk was dat stamcellen aan de basis staan van darmkanker.'

Cellen in kleur

Met die kennis wordt het steeds makkelijker om kanker te onderzoeken in het lab. Samen met een aantal andere instituten loste Clevers afgelopen zomer dan ook een langsepende kwestie op in de kankergeneeskunde. Tot voor kort was het namelijk onduidelijk of alle cellen in een tumor even kwaadaardig zijn, of dat slechts een paar cellen de echte boosdoeners zijn en de tumoren laten aangroeien en uitzaaïen. Wederom moest Clevers' groep muizen gebruiken om

tot een oplossing voor dit vraagstuk te komen. Dit keer ontwikkelden ze muizen waarin de verschillende soorten kankercellen verschillende kleuren kunnen aannemen. Daardoor is het mogelijk om onder een microscoop exact te volgen welke cellen nu daadwerkelijk voor de groei van de tumor zorgen. Uit de kleurenanalyse bleken dat er maar een paar te zijn, in de meeste tumoren drie of vier: deze cellen worden dan ook kankerstamcellen genoemd. De andere, 'gewone' kankercellen deelden wel, maar zij en hun nakomelingen gingen snel dood. De vondst is van groot belang voor kankerbehandeling. Nieuwe medicijnen zouden moeten aangrijpen op de kankerstamcellen. Als die vernietigd kunnen worden, dan kan de tumor niet meer verder groeien en ben je van je kanker genezen. Er zijn dan ook vele bedrijfjes die inspringen op deze vondst.

Long volgt darm

Na meer dan twintig jaar hard werken aan één celtype lijkt het er zo op dat veel van Clevers' onderzoeksresultaten hun weg vinden naar ziekenhuizen en het bedrijfsleven. De aanhouder wint. Het Hubrecht Instituut probeert bovendien de successen die het heeft met de gekweekte darm, uit te breiden naar andere organen. Clevers wijst naar een petrischaal naast die waar de darm in groeit. 'Hier zijn we bezig met het opgroeien van stukken long,' vertelt hij. En inderdaad zijn onder de microscoopduidelijke longstructuren zichtbaar. De resultaten van het Hubrecht Instituut zullen we nog wel vaker in het nieuws zien. ■

redactie@quest.nl

MEER INFORMATIE

www.hubrecht.eu: site van het Hubrecht Instituut, met onder andere animaties van de celontwikkeling in de darmen.

Muizen op reis

Onderzoek aan darmen en darmkanker doe je niet door te experimenteren op mensen. De wetenschap gebruikt daar een 'diermodel' voor. In dit geval zijn dat muizen. Die zijn klein, niet duur en hun ontwikkeling lijkt aardig op die van mensen. Toen Hans Clevers begon met zijn onderzoek waren er nog nauwelijks diermodellen voorhanden, dus zijn lab moest ze allemaal zelf ontwikkelen. Nu beschikt het laboratorium over tientallen muizenmodellen.

Sommige daarvan missen een gen, terwijl bij andere genen gekoppeld zijn aan een kleurtje. Met de eerste kunnen wetenschappers onderzoeken wat een bepaald gen doet en wat er gebeurt als het gen minder goed werkt. De 2de worden gebruikt om er bijvoorbeeld achter te komen wanneer en waar een bepaald type gen geactiveerd wordt. Ook kan er de ontwikkeling van tumoren mee worden gevolgd. De muizenmodellen zijn door de jaren heen beroemd

geworden. Veel onderzoeksgroepen die onderzoek doen aan darmen, stamcellen of kanker kloppen in Utrecht aan met de vraag of ze de muizenmodellen mogen gebruiken. Clevers' muizen vliegen dan ook de hele wereld over. Nakomelingen bevinden zich nu in laboratoria in Azië, Amerika en zelfs Afrika. Als het onderzoek op de knaagdieren zijn vruchten heeft afgeworpen, dan pas wordt de stap naar de mens gemaakt.

Orde in de chaos

De NWO-Spinozapremie is de hoogste onderscheiding in de Nederlandse wetenschap. De winnaars ontvangen 2,5 miljoen euro, te besteden aan onderzoek naar keuze. Ieke Moerdijk, hoogleraar wiskunde aan de Radboud Universiteit Nijmegen, is één van de vier winnaars van 2012.

TEKST: ANTJE VELD

Wat wilde je vroeger worden?

‘Toen ik op de kleuterschool zat, wilde ik architect worden. Op de middelbare school bleek ik goed in sporten te zijn, en wilde ik naar de sportacademie. Maar mijn vader zei dat ik dan opgeleid zou worden tot gymleraar en dat er daar al veel van waren. Dus heb ik mij bedacht en besloot ik wiskunde te gaan studeren.’

En wat ben je daarmee geworden?

‘Ik ben hoogleraar wiskunde. Ik geef les aan studenten en ik doe onderzoek. Mijn vakgebied is de topologie, een soort abstracte, moderne meetkunde. Het ligt in het midden van de wiskunde. Veel andere deelgebieden van de wiskunde, zoals algebra of analyse, maken gebruik van de topologie. De topologie zelf bestudeert ruimtelijke vormen in de meest abstracte zin van het woord. Dat kan twee-, drie-, maar ook vierdimensionaal zijn. Dat laatste is wellicht al moeilijk om je voor te stellen, maar de topologie bestudeert zelfs objecten die oneindig dimensionaal zijn.’

Inderdaad. Hoe werkt dat?

‘Door bijvoorbeeld verschillende vormen in de driedimensionale ruimte als één geheel te beschrijven. Of door te bestuderen hoe de één overgaat in de ander. Dat hele systeem heeft ook weer zo zijn eigen meetkunde.’

Hoe heb je daarmee de Spinozapremie gewonnen?

‘Ik heb een paar dingen gedaan die mogelijk de aandacht hebben getrokken. Zo heb ik met een collega uit Montréal een theorie ontwikkeld over de algebra van verzamelingen. Dat had nog niemand gedaan. En ik heb een verband gelegd tussen topologie en moderne logica. Die twee staan ver van elkaar af, dus dat verband ligt niet voor de hand. Sinds een paar jaar werk ik met twee Franse collega's aan een theorie over de verbanden tussen topologie en algebra. Op Harvard wordt gewerkt aan een concurrerende theorie. Dat voelt wel een beetje als een wedstrijd, want wiskunde is ook een sociaal en trendgevoelig vak. Zo'n theorie moet opgepikt worden door promovendi die het kunnen toetsen. Dankzij de Spinozapremie en de extra bekendheid die mijn werk daardoor krijgt, kan ik goede jonge mensen uit het buitenland aantrekken. Die komen nu graag naar Nederland.’

Is Nederland een goed wiskundeland?

‘Nederland is een ontwikkeld land. Er lopen hier uitstekende wiskundigen rond. Maar het is ook een klein land. De vaste staf in Nijmegen bestaat uit zo'n vijftien mensen. Die van Utrecht en Amsterdam omvatten beide iets meer dan twintig man. Ter vergelijking: de vaste staf van een wiskunde-instituut aan een provin-

ciale, Franse universiteit in Lille of Nice bestaat uit ruim honderd man. Dat verschil is voor ons natuurlijk wel een probleem.’

Waar komt dat verschil vandaan?

‘Dat komt deels doordat er in Nederland weinig geld naar wiskunde gaat. Maar ook door de manier waarop ons universitaire onderwijs is ingericht. In Amerika moet je bij allerlei opleidingen wiskundevakken volgen. Die lessen worden allemaal gegeven door een wiskundestaf. In Nederland geven wij alleen college aan onze eigen studenten, aan natuurkundestudenten en aan een enkeling van biologie of scheikunde. Daarnaast is bijvoorbeeld in Frankrijk en Duitsland de opleiding tot wiskundeleraar voor de middelbare school gekoppeld aan universiteiten. Bij ons is dat een paar jaar geleden losgekoppeld, waardoor het een hbo-opleiding is geworden. Dat betekent aan de ene kant dat er minder universitaire staf nodig is om wiskundeleraars op te leiden. Aan de andere kant zijn er minder universitair geschoolde wiskundeleraars die leerlingen op de middelbare school kunnen stimuleren om wiskunde te gaan studeren. Als je het nooit zelf hebt ervaren, kun je ook niet goed overbrengen hoe mooi het vak is.’

Wat is er dan zo mooi aan wiskunde?

‘Wiskunde is niet alleen maar sommetjes oplossen, het is vooral sommetjes vinden. Dat gaat vooral over het ontdekken van definities en begrippen waarmee we orde in de chaos om ons heen kunnen scheppen. Ik denk dat wiskunde heel erg in de mens zit. Wij proberen de wereld om ons heen te begrijpen in termen van structuren en patronen. Dat is wiskunde in zijn meest zuivere vorm. De schoonheid van iets zo duidelijk mogelijk uit proberen te leggen, zonder franjes of omwegen, dát vind ik mooi.’

Waarom is wiskunde zo belangrijk?

‘Wiskunde wordt onderschat. Het zit overal in verstopt. In elk apparaat zit wiskunde. In de TomTom, in je computer, in vingerafdrukken. Google gebruikt het, we hebben het nodig om natuurverschijnselen te kunnen verklaren. Ook voor het vinden van nieuwe technologische toepassingen of voor het verbeteren van technologieën heb je een hoog wiskundig niveau nodig.’

Waar droom je nog van?

‘Van het afronden van de theorie waar ik met mijn Franse collega's aan werk. Als deze af is, wil ik er een boek over schrijven. Hier gaat een deel van de Spinozapremie naar toe. Ook wil ik eraan bijdragen dat de Radboud Universiteit Nijmegen de komende decennia steviger op de kaart komt te staan in mijn vakgebied. Bijvoorbeeld door coryfeeën een gastcollege te laten geven, en meer talentvolle mensen aan te trekken die lang blijven.’ ■



Biografie Ieke Moerdijk

- 1958** Geboren te Veenendaal
- 1976** VWO Comenius College, Hilversum
- 1981** Doctoraal wijsbegeerte, cum laude, Universiteit van Amsterdam
- 1982** Doctoraal wiskunde, cum laude, Universiteit van Amsterdam
- 1985** Gepromoveerd, cum laude, op verbanden tussen wiskundige logica en topologie, Universiteit van Amsterdam
- 1996** Hoogleraar topologie, Universiteit Utrecht
- 2011** Hoogleraar algebra en topologie, Radboud Universiteit Nijmegen

Emoties zijn niet per definitie irrationeel

Sociaal smeermiddel

Emoties hadden lange tijd geen goed imago. Ze zouden in de weg zitten als je ergens verstandig over moet nadenken. Onzin, vindt psychologie-hoogleraar Gerben van Kleef. Emoties zijn juist een nuttig sociaal smeermiddel.

TEKST: ASHA TEN BROEKE

Emoties hebben lang een slechte naam gehad. Ze zouden maar lastig zijn en in de weg zitten als je ergens verstandig over wilt nadenken. De Griekse filosoof Plato omschreef ze ooit als 'touwtjes die ons steeds in tegengestelde richting trekken'.

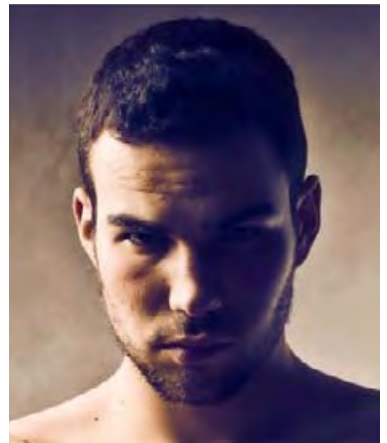
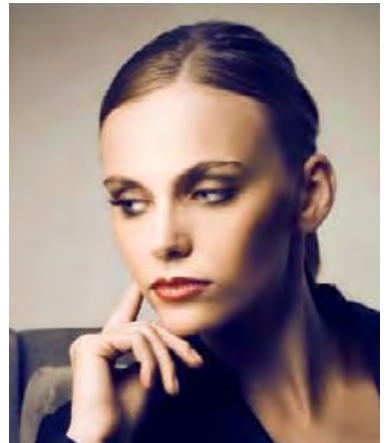
Hij was van mening dat het verstand de emoties onder de duim moest houden, anders zou je zeker overhaaste en foute beslissingen nemen. Ook uit ons dagelijks taalgebruik blijkt dat de link tussen emotioneel en irrationeel nog altijd wordt gelegd. Want emoties 'overmannen' ons, we zijn 'radeloos' van verdriet, 'verblind' door woede en 'verlamd' van angst. Maar Gerben van Kleef, een jonge hoogleraar sociale psychologie aan de Universiteit van Amsterdam, kijkt er op een andere manier tegenaan. Emoties zijn juist erg belangrijk. Ze geven ons de nodige informatie over de wereld en over mensen die we tegenkomen. Van Kleef deed er onderzoek naar en schreef er het boek *Op het gevoel* over. Hij pleit voor het omarmen van emoties als sociale raadgevers.

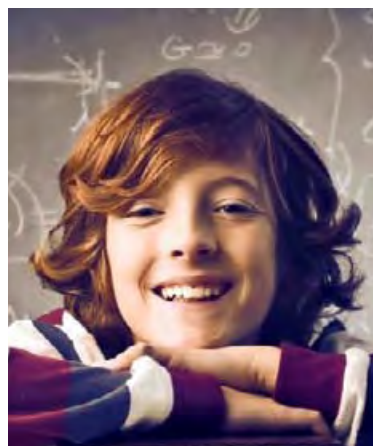
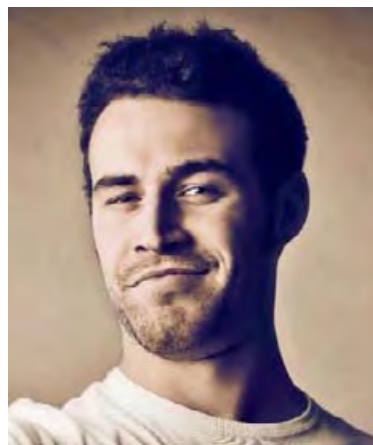
Gezicht geeft info

'Veel mensen zien emoties als iets individueels, iets wat je alleen in jezelf voelt en

ervaart. Maar de functie van emoties is ook om de sociale omgang te versoepelen', zegt Van Kleef op zijn werkkamer in het centrum van Amsterdam. 'Daar zijn ze voor geëvolueerd. Onze gezichten zitten vol met spieren die aan anderen laten zien welke emoties we ervaren. Die zitten daar niet voor niks. Daarnaast zijn mensen erg goed in het lezen van die spieren, om zo af te leiden hoe iemand zich voelt, of wat iemand vindt van een situatie. Dat helpt ons om adequaat te reageren.'

Dat vermogen om de emoties van iemand te lezen en daarop in te spelen hebben we als baby al. In zijn boek vertelt Van Kleef over een experiment waaruit dat blijkt. Baby's van negen tot twaalf maanden oud worden op een soort hoge tafel met een dikke glazen plaat gezet. Direct onder die plaat is een solide ondergrond zichtbaar. Daardoor voelt de baby zich veilig. Aan het einde van de glasplaat komt een mooi stuk speelgoed te staan. En dus gaat hij vol enthousiasme over het glas kruipen. Maar dan komt hij bij een zogenoemde 'optische afgrond': hoewel de glasplaat verder loopt tot aan het speelgoedje, houdt de veilig ogende ondergrond ineens op. Hij staart zo de diepte in. Dat doet hem aarzelen: kan ik hier wel veilig overheen kruipen? Op zo'n moment kijkt een ►





Emoties zijn besmettelijk: je kunt ze haast niet weerstaan

- baby naar het gezicht van zijn vader of moeder, die strategisch staat opgesteld achter het speelgoedje. Kijkt de ouder blij, dan waagt hij het erop en kruipt hij over de afgrond. Maar kijkt de ouder angstig, dan weigert hij verder te gaan. Aan de emoties op het gezicht van papa of mama leidt hij af wat hij moet doen.

Emotie is kuddegedrag

Er is nog een manier waarop emoties de sociale omgang een handje helpen. Ze zijn namelijk aanstekelijk. 'Emotionele besmetting gebeurt als we automatisch en onbewust de emoties van anderen overnemen', vertelt Van Kleef. 'Zoals nu: jij glimlacht, en ik glimlach onwillekeurig ook. Dat komt omdat alle groepsdieren, dus ook mensen, een ingebakken neiging hebben om elkaar na te doen. Bij dieren zie je dat ook: wanneer één buffel een leeuw ziet en wegrent, dan rent de rest mee, ook al hebben ze die leeuw zelf nog helemaal niet gezien. We imiteren. En als ik jouw glimlach imiteer, registreert mijn brein dat de spieren in mijn gezicht een lachende beweging maken, en voel ik me ook blijer. Dat is niet alleen voor mij leuk op dit moment, maar het helpt ons ook om te snappen wat iemand doormaakt. Door die imitatie en besmetting voel je het ook echt.'

Hoe groot de invloed van onze gezichtsspieren op onze emoties is, blijkt uit een klassiek experiment dat Van Kleef in zijn

boek beschrijft. Een deel van de proefpersonen in het experiment moest een pen horizontaal tussen hun stijf op elkaar geklemde lippen stoppen en die daar ook houden. Daarna keken ze naar grappige cartoons. De andere helft kreeg hetzelfde te zien, maar zij klemde de pen tussen hun tanden. Deze laatste groep vond de cartoons veel grappiger dan de eerste. De reden: met een pen tussen je tanden kun je met de tekenfilm meeglimlachen, maar met een pen tussen je lippen lukt dat niet.

Besmet je geliefde

Emotionele besmetting heeft niet alleen nut tijdens een gesprek, maar kan ook op de lange termijn helpen in de sociale omgang. In zijn boek schrijft Van Kleef over een Amerikaans onderzoek naar de besmetting onder koppels. In het lab vertelden stelletjes elkaar over positieve en negatieve ervaringen die ze kort daarvoor hadden meegemaakt. Na afloop kregen ze beiden een vragenlijst waarmee hun emoties werden gemeten. Achterliggende gedachte van de onderzoekers: hoe meer die emoties overeen komen, hoe meer besmetting er heeft plaatsgevonden. En hoe meer besmetting, hoe meer je met elkaar meevoelt, wat weer goed is voor de kwaliteit van je relatie. Om dat te testen kwamen de koppels na zes maanden terug naar het lab. Wederom vertelden ze elkaar over positieve en negatieve gebeur-



Woede voor een koopje

Soms loont het om je kwaad te maken. Uit experimenten van psycholoog Gerben van Kleef blijkt dat een beetje goed-geplaatste woede tijdens het onderhandelen in je voordeel kan werken. Proefpersonen kregen de opdracht om via de computer mobiele telefoons te verkopen, waarbij onderhandeld moest worden over de prijs, het servicecontract en de garantie. Tijdens die onderhandelingen bleken de proefpersonen eerder toe te geven als de koper boos reageerde. De reden: uit die woede leidden ze af dat de koper zelf een lager bod in gedachten had.

Guus Hiddinks succes is deels toe te schrijven aan zijn inlevingsvermogen in andere culturen.





Onze neiging om te imiteren zit in onze natuur ingebakken. Net zoals bij buffels: gaat er één rennen, dan rennen ze allemaal.

Emotionele tegelwijsheden

Emoties zijn natuurlijk van alle tijden. Dit is wat een paar grote wetenschappers en filosofen ervan vonden.

- **Plato (circa 427-347 voor Christus):** verstand moet boven emoties gaan, anders nemen we maar overhaaste beslissingen.
- **Aristoteles (384-322 voor Christus):** emoties beïnvloeden ons beoordelingsvermogen, maar zijn ook doorslaggevend als je iemand wilt overtuigen.
- **Seneca (4 voor-65 na Christus):** emoties brengen niets dan ellende. Geluk zit hem in onverschilligheid.
- **René Descartes (1596-1650):** emoties vertroebelen de geest en moeten worden onderworpen aan de rede.
- **Immanuel Kant (1724-1804):** beslissingen moeten rationele afwegingen zijn. Emoties kunnen roet in het eten gooien.
- **Charles Darwin (1809-1882):** emoties zijn geëvolueerd omdat ze nuttig zijn voor het voortbestaan van de soort.
- **Friedrich Nietzsche (1844-1900):** emoties zijn een bron van energie en kunnen leiden tot grootse daden.

BRON: OP HET GEVOEL, GERBEN VAN KLEEF

tenissen en weer werden naderhand hun emoties gemeten. Na deze meting zagen de onderzoekers dat sinds het eerste lab-bezoek de emoties van partners meer synchroon waren gaan lopen. Naarmate je langer bij elkaar bent, steek je elkaar meer aan met je emoties. En hoe meer besmetting plaatsvond, hoe tevredener het stel was over de relatie.

Hiddink is flexibel

Het overnemen, lezen en tonen van emoties is niet iets wat iedereen even goed kan, vertelt Van Kleef. Sommige mensen zijn emotioneel intelligenter dan andere. 'Iemand met een hoge emotionele intelligentie heeft het vermogen zijn emoties op het juiste moment te onderdrukken of juist extra aan te zetten', zegt hij. 'Het gaat erom dat je weet wanneer het nuttig is om ze te tonen en wanneer je ze juist

beter kunt inhouden. Dat is overigens erg cultuurgebonden. In Amerika is boosheid soms handig, want dan lijkt je assertief, en dat is daar belangrijk. Maar in de hoffelijke, introverte Japanse cultuur is er nauwelijks een situatie denkbaar waarbij je met boosheid iets opschiet.' Van Kleef vindt voetbalcoach Guus Hiddink een voorbeeld van een man die dat goed aanvoelt. 'Hij heeft succes behaald met teams in uiteenlopende culturen: Zuid-Korea, Rusland, Australië. Daaraan kun je zien dat hij heel goed kan schakelen tussen culturen. Het leuke van voetbalcoaches is dat zij een van de weinige leiders zijn die je weleens echt bezig ziet, wanneer er bijvoorbeeld camera's langs het veld staan tijdens een training. Van wat ik op televisie zie, is Hiddink bij uitstek flexibel in hoe en wanneer hij zijn emoties toont.'

Faken mag niet

Het is wel heel belangrijk dat de emoties die je toont oprecht zijn, benadrukt Van Kleef. Soms gaat dat mis. Als voorbeeld noemt hij Mark Ruttes reactie nadat de PVV in het voorjaar van 2012 wegliep bij de onderhandelingen over bezuinigingen. 'Rutte doet altijd een idealeschoonzoon-act. Hij is vrolijk, joviaal. Maar toen hij dat ook was toen de onderhandelingen spaak liepen, was het niet meer geloofwaardig. En dat is wel cruciaal. Emoties faken die je niet echt voelt, daar prikken mensen feilloos doorheen. Dat accepteren we niet makkelijk.'

Dat blijkt ook al uit een experiment dat Van Kleef deed met enkele collega's. Ze schakelden een professionele acteur in, die speelde dat hij een tweedehands auto ging kopen en zich kwaad maakte over de belachelijk hoge vraagprijs. De eerste ►

Onechte emoties worden niet gehonoreerd

► keer zorgde de acteur dat hij ook echt woede voelde, door vlak voor de opname terug te denken aan een situatie die hem heel boos had gemaakt. De tweede keer deed hij dat niet, en zette hij een boos gezicht op zonder dat hij de emotie zelf ervoer. Vervolgens nodigden Van Kleef en co proefpersonen uit om zich in te leven in de rol van autoverkoper: zij moesten zich voorstellen dat ze een auto gingen verkopen aan de man in het filmpje. De proefpersonen die het oprechte boze filmpje zagen, leidden uit zijn woede af dat hij echt niet te veel voor de auto wilde betalen en vroegen iets meer dan 3000 dollar. De proefpersonen die het filmpje

met de gespeelde woede zagen, vroegen rond de 3200 dollar. Ze doorzagen dat de emotie niet echt was en dachten daarom: bekijk het maar.

Emotie voegt iets toe

Aan Van Kleef is duidelijk te merken hoe enthousiast hij over zijn onderzoek is. In zijn werkkamer vertelt hij breed grijnzend en in rap tempo over de inzichten die hij de afgelopen jaren heeft opgedaan. Hij heeft de tijdsgeest mee, geeft hij toe. Het is nu een goed moment om gepassioneerd te zijn over emoties. 'Ik denk dat emoties steeds belangrijker worden. De grotere tendens in de samen-

leving is een roep om meer emotie. Ik denk ook dat dit een duidelijke functie heeft: het is erg nuttig om te weten hoe iemand zich ergens over voelt. Je kunt veel meer aflezen uit iemands emoties dan uit een mooi, gladgepolijst praatje. Emoties voegen echt iets toe.' ■

redactie@quest.nl

! MEER INFORMATIE

Op het gevoel - Hoe we elkaar beïnvloeden met onze emoties, Gerben van Kleef (Atlas, 2012); het boek van UvA-hoogleraar Gerben van Kleef.

Emotie m/v

'Tegen de emoties van vrouwen wordt anders aangekeken dan tegen de emoties van mannen', zegt hoogleraar sociale psychologie Gerben van Kleef. 'Bij mannen verwachten en accepteren we hardere emoties als boosheid en agressie, bij vrouwen juist zorgzaamheid en medeleven. Woede voor vrouwen is not done.' Een voorbeeld uit Van Kleefs boek *Op het gevoel*: Bill en Hillary Clinton. Uit onderzoek bleek dat de woede die Bill als president toonde toen hij werd beschuldigd van buitenechtelijke seks met Monica Lewinsky, hem steun opleverde. Maar toen Hillary als minister van Buitenlandse Zaken een keer geïrriteerd uitviel naar een student die haar vroeg wat haar inmiddels niet meer politiek actieve man Bill vond van een bepaald handelsverdrag, kreeg ze het onsympathieke label 'mad as hell'.

Een kwade Hillary of Bill maakt gevoelsmatig nogal wat uit.



Het joviale imago van Mark Rutte werkt vaak in zijn voordeel. Maar niet als net het kabinet is geklapt.

Veilig idee

Wetenschappelijk talent met een vernieuwend onderzoeksplan kan geld van NWO bemachtigen. Voor pas gepromoveerde onderzoekers is er de Veni van maximaal 250.000 euro, voor meer ervaren wetenschappers de Vidi van 800.000 euro. De Vici van 1,5 miljoen euro is er voor senior wetenschappers.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

‘Dat is een groot wonder en geluk, want er zijn veel goede aanvragen die het ook verdienen maar buiten de boot vallen. Maar het was, denk ik, belangrijk dat ik al eens eerder goed onderzoek naar de geschiedenis van veiligheid had laten zien. En mijn voorstel was vernieuwend. Dat is een lastig punt voor historici, want wij onderscheiden ons vaak op onderwerp en minder op nieuwe methoden, wat voor deze subsidies wel van belang is. Ik pas in mijn onderzoek modellen toe die zelden gebruikt worden in historisch onderzoek. Ik heb ze geleend uit de politicologie en taalwetenschappen. Ik kijk wat iemand zegt over veiligheid of terrorismebestrijding, maar ook hoe iemand het zegt, hoe het in de media komt en hoe het vervolgens ontvangen wordt.’

Waar gebruik je het geld voor?

‘Mijn fundamentele onderzoek richt zich op het denken over veiligheidsbeleid in de afgelopen 200 jaar. Dat heeft weer tot andere projecten geleid, voor de AIVD bijvoorbeeld, maar dat kan alleen omdat het Vidi-geld me in staat stelt om fundamenteel onderzoek te doen.’

‘In 2010 heb ik een boek uitgebracht met de titel *Theater van de angst*, dat is een voorbeeld van zo’n spin-off. Daarin maak ik duidelijk hoe retoriek een belangrijk onderdeel is van het terrorisme, maar ook van de terrorismebestrijding. Van de aanslagen op 11 september 2001 werd door media en politici een aanval op de samenleving gemaakt, zelfs een aanval van alle moslims. Het werd heel groot, precies wat Al-Qaida wilde. Aanslagplegers willen angst zaaien, maatschappijen ontwrichten, de media halen. Het is lastig bestrijden, want extra aandacht versterkt juist die onrust. Er is

een goede sketch van John Cleese die als vliegtuigpilot omroept: ‘Dames en heren, de rechtermotor staat nu niet in brand.’ Waarop er uiteraard paniek uitbreekt. Zo werkt het ook bij veiligheidsbeleid. Terrorismebestrijding is ook een vorm van communicatie.’

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

‘Ik ben opgegroeid in Putten, waar in de Tweede Wereldoorlog 600 mannen zijn weggevoerd en in Duitsland omgebracht zijn. Mijn vader onderhield contact met mensen uit de Duitse dorpen waar de Puttenaren begraven liggen. De fascinatie voor oorlog en geweld zat er dus al vroeg in bij mij. Mijn vader was leraar geschiedenis, dus dat wilde ik niet worden. Maar uiteindelijk ging ik, naast een studie Duits, toch ook geschiedenis doen.’

Wat wil je nog graag onderzoeken?

‘Op dit thema ben ik nog lang niet uitgekeken. Ik vind het vooral interessant om nieuwe ontwikkelingen in historisch perspectief te zien. Nederland is ooit één geworden om belasting voor een groot, sterk leger te kunnen innen. Tegenwoordig is het leger afgebouwd, terwijl veiligheid nog steeds erg belangrijk wordt gevonden. En ondertussen is er een Derde Wereldoorlog gaande op cyberniveau, alleen merken we daar weinig van. Wat betekent de inzet van drones, van die onbemande vliegtuigjes, voor ons idee over oorlogsvoering en veiligheid? Vanuit een veilige kelder in Californië kun je met je joystick enorme schade aanrichten in een klein dorp in Afghanistan. Ik heb met vijf wetenschappers uit andere disciplines een nieuw voorstel ingediend om te onderzoeken hoe veiligheidsdenken de samenleving verandert.’

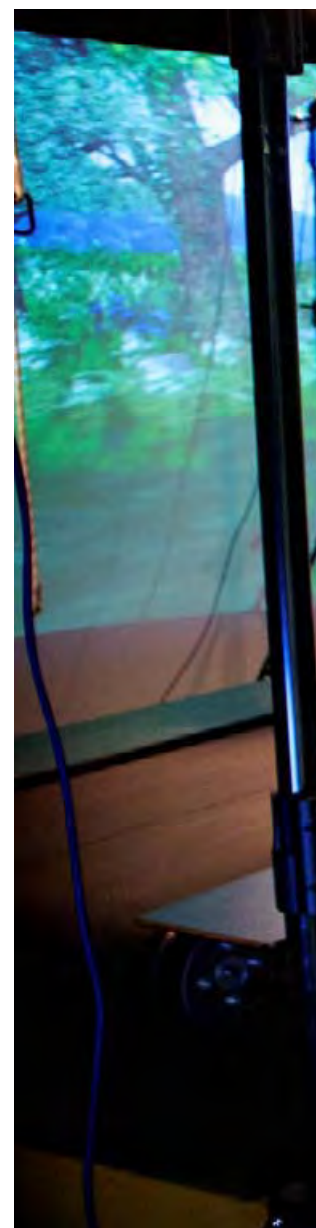
BEATRICE DE GRAAF (36),
hoogleraar conflict en veiligheid in historisch perspectief
aan de Universiteit Leiden,
kreeg een Vidi in 2008.

Onmisbare hulp bij onderzoek

Groot goed

NWO stelt geld beschikbaar voor hoogwaardige faciliteiten die toegankelijk zijn voor onderzoekers uit binnen- en buitenland. Dat kan een supercomputer zijn, een unieke microscoop of een speciale database. Onbetaalbaar voor een afzonderlijke universiteit, en goud waard voor de wetenschap. Deze elf faciliteiten kwamen dankzij NWO van de grond.

TEKST: AMANDA VERDONK & MARIKEN BOERSMA



Toegang tot onderzoek

Voor sommige vormen van onderzoek is een apparaat nodig dat onbetaalbaar is voor een afzonderlijke universiteit of instelling. Onderzoekers kunnen in dat geval bij NWO een aanvraag indienen voor de aanschaf of ontwikkeling van die hoogwaardige apparatuur of faciliteit. Wordt de aanvraag gehonoreerd, dan mogen onderzoekers uit het binnen- en buitenland daar gebruik van maken. Andersom kan NWO ook bemiddelen als Nederlandse wetenschappers op een locatie in het buitenland onderzoek willen doen. De organisatie betaalt dan bijvoorbeeld de kosten voor het gebruik van die faciliteiten.

CLIO-INFRA Oneerlijke wereld ontrafeld

Wat is het? Een website met cijfers over de wereldeconomie van de afgelopen 500 jaar.

Waarom bijzonder? De wereld staat bol van de ongelijkheid. Zo zijn de meeste Russen rijker dan Afrikanen. En wij wonen in stenen huizen terwijl veel Vietnamezen in gammele hutjes verblijven. Om te begrijpen hoe dat zo is gekomen, moet je ver teruggaan in de tijd. Dit willen onderzoekers doen voor 150 landen en over een periode van 500 jaar.

Onderzoek? Er zijn veel theorieën over het ontstaan van ongelijkheid, maar hard bewijs ontbreekt. Met dit databestand hopen onderzoekers hun theorieën te kunnen

toetsen. Economisch historicus Jan Luiten van Zanden van de Universiteit Utrecht verzamelt de gegevens, samen met een internationaal netwerk van zo'n 200 experts. Er zijn honderden factoren die de ongelijkheid in de wereld kunnen verklaren. Denk aan inkomen, opleiding en levensverwachting. Maar ook: de lengte van mensen en hoe goed ze kunnen rekenen. Dat zegt iets over hun gezondheid en hun opleiding. Welvarende mensen zijn over het algemeen gezonder en hoger opgeleid dan arme mensen. Voor sommige landen is het lastig om gegevens te vinden, zoals voor Afrikaanse landen en Noord-Korea. Tot grote vreugde van Van



V-gait Virtueel revalideren

Zanden hebben China en Rusland recent hun archieven opengesteld. Hij heeft een persoonlijke fascinatie voor de manier waarop machtsverhoudingen de economie sturen. Opereert het staatshoofd als een tiran die geen tegenspraak duldt? Of luistert hij naar het volk en legt hij verantwoording af voor zijn daden? 'Er zijn veel aanwijzingen dat transparantie en democratie goed zijn voor economische groei. Het zou mooi zijn als ons onderzoek daar antwoord op geeft.'

In 2014 moet de website klaar zijn. Dan kunnen onderzoekers allerlei prangende kwesties in de database opzoeken.

Wat is het? Een loopband in een virtueel wandellandschap zoals een bos.

Waarom bijzonder? Lopen doe je in een veranderende omgeving. Het wandelpad wordt smaller of er ligt ineens een kei op de weg. Onze ogen zien die veranderingen en geven ze door aan de hersenen. Die passen waar nodig onze bewegingen aan. De V-gait bootst een wandeling realistisch na, doordat de omgeving aan je voorbijtrekt. De band zelf kan bewegen alsof er een obstakel op de weg ligt. Nuttig om mee te oefenen voor mensen die problemen hebben met lopen. Hun bewegingen worden nauwkeurig in kaart gebracht met 50 markers en 32 EMG-sensoren, die de elektrische activiteit van de spieren meten.

Onderzoek? Jaap Harlaar, biomedisch ingenieur van de afdeling revalidatiegeneeskunde van het Amsterdamse VU Medisch Centrum: 'Op de loopband willen we in eerste instantie kinderen met cerebrale parese (CP) onderzoeken. CP is een hersen-

beschadiging die rond de geboorte is ontstaan, waardoor kinderen moeite hebben met bewegen. Alleen is bij ieder kind de precieze oorzaak anders. De één kan slecht lopen door spasticiteit in de benen. Bij de ander zijn de aansturingssignalen vanuit de hersenen verstoord. Weer een ander heeft te weinig kracht om te lopen. Op de V-gait kunnen we tijdens het lopen een verstoring aanbrengen, bijvoorbeeld een afdaling op de route. Met de sensoren meten we hoe dat de beweging beïnvloedt. Zo hopen we te achterhalen wat de precieze oorzaak van het slechte lopen is. Maar eerst gaan we de V-gait vergelijken met onze oude onderzoeksofstelling. Dat is een parcoursje op de grond, waarbij de bewegingen van de patiënt met een camera worden geregistreerd. Wij willen weten wat de verstoringen in het lopen en feedback die je krijgt op de V-gait ons aan extra informatie opleveren.' Harlaar hoopt dat de loopband betere therapieën gaat opleveren voor mensen met bewegingsproblemen.

De hersenbank heeft al 3500 breinen in huis



De Nederlandse Hersenbank Brein op bestelling

Wat is het? Een bewaarplaats voor hersenen. **Waarom bijzonder?** Je hebt het gevoel dat je achtervolgd wordt. Je bent het slachtoffer van complotten. Of je denkt dat je een afgezant van God bent. Als je dat allemaal weleens ervaart, dan zou je best eens schizofreen kunnen zijn. Wetenschappers weten niet precies wat er misgaat in het brein van mensen met deze ziekte. Of met andere psychiatrische aandoeningen of hersenziekten zoals dementie, depressie, autisme of posttraumatische stress. De Nederlandse Hersenbank verzamelt al sinds 1985 hersenweefsel. Wetenschappers gebruiken dat voor onderzoek naar deze ziekten.

Onderzoek? Inge Huitinga van het Nederlands Instituut voor Neurowetenschappen in Amsterdam werft met haar collega's regelmatig donoren, onder andere via patiëntenverenigingen. Als een donor overlijdt, haalt een begrafenisondernemer de overledene snel op om die vervolgens naar het VU Medisch Centrum in Amsterdam te vervoeren. Daar ontfermen 4 specialisten zich over de patiënt. Ze maken de schedel open en verwijderen het brein. Ze wegen de grijze massa, noteren belangrijke kenmerken en maken er foto's van. Ook bekijken de artsen onder de microscoop welke ziekte deze persoon had, welke vorm van dementie, bijvoorbeeld.

De overledene verlaat zo'n 10 uur na zijn laatste ademdeug het ziekenhuis. De hersenen worden vervolgens in ongeveer 100 stukjes gesneden en ingevroren. Onderzoekers komen het weefsel soms halen. Andere plakjes worden op sterk water gezet of geconserveerd in paraffine. Huitinga: 'De meeste hersenonderzoekers kijken alleen in ratten en muizen, maar hersenziekten bij mensen zijn nog volslagen onbekend terrein. Maar je kunt een muis niet suïcidaal maken. En een rat wordt ook niet uit zichzelf dement. Het is belangrijk om te begrijpen wat er in het menselijk brein fout kan gaan.' Uiteindelijk moet die kennis leiden tot een effectiever behandeling van hersenziektes en psychische ziekten.

Per jaar worden er 100 tot 120
obducties gedaan.

Nederlab Toegang tot een reuzenbieb

Wat is het? Een zoekmachine om Nederlandstalige digitale teksten te bestuderen, vanaf ongeveer 800 tot heden.

Waarom bijzonder? Wanneer duikt het woord 'democratie' voor het eerst op in de Nederlandse taal? Wat is de herkomst van het woord 'bakkeleien'? Met Nederlab kun je het straks tot in detail uitzoeken. Oude boeken, rapporten, gedichten en toneelteksten via je computer bekijken, was al eerder mogelijk. Maar er is nog geen zoekmachine die de bestanden van alle bibliotheken met één druk op de knop doorzoekt. Nederlab kan dat wel. Voor onderzoekers is dat een goudmijn.

Onderzoek? Historisch taalkundige Nicoline van der Sijs van het Meertens Instituut in Amsterdam gaat samen met onderzoeksinstituten en bibliotheken eerst betere zoekprogramma's maken. Bijvoorbeeld om letters goed te lezen. Vroeger werd een 's' soms gespeld met een letter die veel op de heden-

daagse 'f' lijkt. De software mag die niet met elkaar verwarren. Zelf zou Van der Sijs met behulp van Nederlab meer willen weten over het ontstaan van het standaard Nederlands, zoals we dat nu spreken. 'Er wordt altijd gezegd dat de Statenvertaling van de Bijbel belangrijk was bij de vorming van het standaard Nederlands. Men zegt dat daarin het taalgebruik van die tijd (17de eeuw, red.) is verwoord. Maar mijn idee is dat die Bijbeltekst toen al ouderwets was. Ik zou de taal uit de Statenvertaling met andere documenten uit die tijd willen vergelijken. Bijvoorbeeld met brieven, omdat die dicht bij de gesproken taal liggen.' Met Nederlab kunnen onderzoekers vanaf 2018 op grote schaal en over een lange periode onderzoek doen. We leren daardoor hoe taal en cultuur verandert, bijvoorbeeld door oorlogen. Of door migranten, die vaak nieuwe woorden bedenken. Zoals 'bakkeleien', dat van het Maleisische *berkelahi* komt.



De 4 containerlabs zijn vernoemd naar 4 schepen die in 1598 een handelsroute zochten: de Blijde Boedschap, Geloof, Hoop en Liefde. De Blijde Boedschap dreef naar het zuiden af, en schipper Dirck Pomp zag bergen met sneeuw bedekt: de Zuidelijke Shetlandeilanden nabij Antarctica.

Pelagia Zoeken naar zeemonsters

Wat is het? Het onderzoeksschip Pelagia.

Waarom bijzonder? We weten meer over de maan dan over onze eigen oceanen, wordt weleens gezegd. Onderzoek op kilometers onder de zeespiegel is namelijk een hachelijke onderneming. Op die diepte kan meetapparatuur verschrompelen door de hoge druk, als die niet goed ingepakt is. Onderzoeksschip Pelagia struint al 20 jaar de wereldzeeën af. Het liefst in gebieden die nog niet eerder onderzocht zijn. Het haalt een schat aan nieuwe kennis naar boven, onder meer over algen, plankton en bacteriën.

Onderzoek? Oceanograaf Hans van Haren van het NIOZ Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek en zijn collega's werken op de Pelagia, een drijvend laboratorium. Ze bestuderen er onder andere de temperatuur, het zoutgehalte, de troebelheid en de hoeveelheid licht in zee. Aan een kilometerslange staakabel duiken 20 literflessen de diepte in. Op verschillende dieptes nemen ze een slok zeewater. De kabel zelf bevat ook elektronische meetapparatuur. 'De oceaan is continu in beweging, dus ook langdurigere metingen zijn nuttig', vindt Van Haren. Daarom laat de Pelagia ook regelmatig eenzelfde soort kabel met meetapparatuur neer, die dan wordt vastgemaakt aan een ankergewicht. De kabel blijft soms wel 2 jaar zitten. Zo kunnen de onderzoekers zien hoe de zee verandert. Van Haren kijkt naar golven, stromingen en turbulentie in de diepzee. Turbulentie ontstaat als water tegen het land botst. Bijvoorbeeld tegen de kust of tegen een onderzeese berg. Dat geklots zorgt ervoor dat stofjes van de bodem, zoals dood plankton, opstijgen. Ze mengen zich met het zeewater zodat vissen ze kunnen opslokken. Het onderzoek op de Pelagia is erop gericht nieuwe kennis over de oceanen te verwerven.

Nederlands lab op de Zuidpool Onderzoek in zeecontainers

Wat zijn het? 4 mobiele laboratoria in zeecontainers.

Waarom bijzonder? In januari 2013 opent NWO het allereerste Nederlandse laboratorium ooit op Antarctica. De Nederlandse laboratoria komen op een Britse basis te staan. Zo worden de kosten van een eigen basis en infrastructuur bespaard en wordt er zo min mogelijk schade toegebracht aan de Antarctische natuur. Het Nederlandse lab bestaat uit 4 zeecontainers die zijn omgebouwd tot laboratorium. Het ontwerp van de mobiele laboratoria komt van het NIOZ Koninklijk Nederlands Instituut voor Zeeonderzoek.

Onderzoek? Oceanograaf Hein de Baar en andere NWO-onderzoekers doen hun werk in de containerlabs. Die zijn makkelijk te vershippen. Van binnen zijn de containers voorzien van hightech meetinstrumenten om het zeewater te onderzoeken. In het steenkoude water worden verschillende aspecten van de zee onderzocht, zoals de voorkomende algen, virussen en de biogassen die de algen uitscheiden. De Baar bestudeert spoor-metalen, kleine hoeveelheden in het water

opgelost metaal. Die belanden in het water als het ijs over de Antarctische landmassa schuift. Maar de ijskap smelt in rap tempo, en zo kunnen minder metaaldeeltjes oplossen. Dat is een probleem voor alle organismen. Te beginnen bij de algen, want zij nemen de spoor-metalen op om te kunnen groeien. De onderzoekers hebben ontdekt dat elk jaar aan het begin van het jaar, rond februari, de bloei van de algen instort. Mogelijk zijn alle opgeloste spoor-metalen dan verbruikt. De Baar: 'Algen vormen de basis van de voedselketen. Als zij er niet meer zijn, dan werkt dat door in de hele keten, tot aan walvissen en pinguïns toe.' Om monsters te verzamelen, laten de oceanografen een kabel zakken in het water. Daaraan zitten flessen die vollopen met zeewater. In de labs controleren de onderzoekers of de kwaliteit van de monsters goed is. In Nederland worden ze verder bestudeerd.

De Baar hoopt te achterhalen hoe het Antarctische zeewater en de algen reageren op de verandering van het klimaat. Dat kan ook een voorbode zijn van wat ons land te wachten staat.

Onderzoek doen in de diepzee is niet makkelijk. Het ship Pelagia pioniert al decennia op de oceanen.



SAFARI kan de basis-materialen opsporen voor een planeet

SAFARI Speuren naar stokoude sterren

Wat is het? Een sterrenkijker met een supercamera die speurt naar oude sterrenstelsels. Het instrument maakt deel uit van de Japanse ruimtetelescoop SPICA, die in 2022 gelanceerd wordt.

Waarom bijzonder? Hoe ontstaan planeten, zoals de aarde? En sterrenstelsels, zoals 'onze' Melkweg? SAFARI kan er antwoord op geven. Zijn camera heeft zeer gevoelige detectoren. Daarmee kan hij de straling van stoffen en gassen opvangen uit vroeger tijden. Ook kan hij de basisingrediënten voor het maken van een planeet opsporen: mineralen en water. Onderzoekers hopen met behulp van SAFARI meer te weten te komen over de vroege ontstaansgeschiedenis en de evolutie van sterrenstelsels.

Onderzoek? Peter Roelfsema van ruimteonderzoeksinstituut SRON in Groningen is hoofdonderzoeker van een internationaal team sterrenkundigen. Zij werken aan detectoren die het kleinste beetje licht waarnemen. Zo'n detector is vergelijkbaar met een chip in een fotocamera, maar dan eentje die veel gevoeliger is voor licht. 'Zelfs al zou je er een volledig dichte doos omheen zetten, dan zou hij nog het licht van een brandende kaars buiten die doos opvangen', vertelt Roelfsema. Door die lichtgevoeligheid kunnen ze lichtpuntjes over enorme afstanden spotten. Het licht van verre sterren moet grote afstanden afleggen om de detector te bereiken, en dat kost tijd. Zo kunnen we tot 12 miljard jaar terug kijken, ruim 1,5 miljard jaar na het ontstaan van het heelal. De infraroodcamera van SAFARI spoort verschillen in kleur en temperatuur op. De kleurcompositie van het licht dat hij opvangt, zegt iets over het soort stof dat hij ziet. Door duizenden planeten en sterrenstelsels te bestuderen hopen de onderzoekers de basisingrediënten van planeten te achterhalen.

SAFARI moet ontrafelen wat de basisingrediënten van planeten en sterren zijn.

High Field Magnet Laboratory Onder hoogspanning

Wat is het? Een laboratorium met extreem krachtige magneten, waarmee de eigenschappen van materialen ontrafeld kunnen worden.

Waarom bijzonder? Magnetten zijn krachtige hulpjes. Je kunt er auto's mee optillen, supersnelle treinen overheen laten rijden en een kikker mee laten zweven. Dat laatste deed Andre Geim in dit magnetenlab en het werd een YouTube-hit. Maar Geim is echt beroemd geworden doordat hij samen met Konstantin Novoselov in 2010 de Nobelprijs voor natuurkunde won. In het Nijmeegse lab ontdekten zij namelijk de bijzondere eigenschappen van het materiaal grafeen, een type koolstof. Dat blijkt bijzonder sterk te zijn en zeer goed stroom te geleiden, beter dan koper. Er kunnen snellere schakelaars in transistors mee gemaakt worden, zodat computerchips efficiënter worden.

Onderzoek? De magneten in Nijmegen zijn één meter hoge metalen spoelen met een gat van enkele centimeters in het midden. Door een grote hoeveelheid

elektrische stroom door zo'n spoel te laten lopen, wek je een magneetveld op. Het magneetveld is vooral heel sterk in het open gat in het midden. Dat is dan ook de plek waar natuurkundige Alix McCollam van de Radboud Universiteit in Nijmegen en haar collega's experimenten uitvoeren. De magneten warmen sterk op tijdens hun werk en daarom stroomt er voortdurend koud water langs om ze af te koelen. De 5 magneten van het HFML creëren een magneetveld dat minutenlang (desnoods urenlang) kan aanhouden. Dat is uniek. Sinds de ingebruikname van het laboratorium hebben wetenschappers al veel nieuws geleerd over materiaaleigenschappen. Meerdere Nobelprijswinnaars maken gebruik van de kennis uit het Nijmeegse lab. Op dit moment is daar een nog sterkere magneet in aanbouw met supergeleidend metaal, dat niet warm wordt. Deze supergeleiders kunnen worden ingezet voor kernfusie, een veelbelovende manier om energie op te wekken uit de fusie van waterstofkernen.

Ultrafast spectroscopy lab Superstroboscoop

Wat is het? Een labopstelling die ultrakorte laserpulsen uitzendt. Als een soort stroboscoop.

Waarom bijzonder? Alle materialen bestaan uit moleculen. Deze moleculen staan niet stil maar zijn constant in beweging. Om die ultrasnelle bewegingen te kunnen bestuderen, zijn speciale technieken nodig. Yves Rezus en Huib Bakker van het Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica (AMOLF) in Amsterdam leggen uit: 'We bestuderen hoe moleculen zich in een oplossing gedragen, bijvoorbeeld hoe snel ze draaien. Daarvoor beschijnen we de oplossing met 2 ultrakorte infraroodpulsen. Tussen de 2 pulsen zit een korte tijdsvertraging. De eerste puls brengt een deel van de moleculen in trilling. Met de 2de puls bepalen we in welke mate deze moleculen gedraaid zijn. Door het experiment te herhalen met verschillende tijdsintervallen kunnen we ons een beeld vormen van de bewegingen.'

Onderzoek? Rezus is op dit moment bezig met het bouwen van de nieuwste opstelling met de infrarood stroboscoop. Hij wil er bewegingen van biomoleculen (zoals eiwitten, die de basis vormen voor levensprocessen) mee onderzoeken. 'In het bijzonder lactose permease. Dat is een eiwit dat suiker in cellen pompt. Ik ben benieuwd hoe de beweging van dat molecuul gerelateerd is aan zijn biologische functie. Ook bij elastine, een eiwit dat onder meer onze aderen elastisch maakt, wil ik dat bekijken. Zodat we de precieze werking van die eiwitten kunnen begrijpen.' Het onderzoek met het 'ultrafast spectroscopy lab' is fundamenteel onderzoek, dat waarschijnlijk niet binnen 5 jaar een toepassing of therapie oplevert. Bakker: 'Maar misschien wel binnen 30 jaar. De ontdekking van de laser, zo'n 50 jaar geleden, was ook het resultaat van fundamenteel onderzoek. Nu heeft iedereen er een aantal van in huis.'



NeCEN Elektronen-microscop Groot in het allerkleinste

Wat is het? De krachtigste elektronen-microscop ter wereld. Hij staat sinds oktober 2011 bij onderzoekscentrum NeCEN in Leiden, maar is gerealiseerd door 10 universiteiten en onderzoeksinstituten samen.

Waarom bijzonder? Het is een van de 5 elektronenmicroscopen ter wereld die een eiwitmolecuul zichtbaar kan maken op atoom-niveau. Moleculair bioloog Jan-Pieter Abrahams van de Universiteit Leiden: 'Om details van een eiwit onder een gewone lichtmicroscop te kunnen bestuderen, moeten we het eerst laten kristalliseren. Probleem is dat veel eiwitten lastig kristallen maken. Bovendien kunnen we aan die kristallen maar weinig details aflezen. Met de nieuwe supermicroscop kunnen we een eiwit direct bestuderen tot in detail. Zoals eiwitten die betrokken zijn bij het ontstaan van kanker. Of eiwitten die in celmembranen zitten, en waaraan medicijnen zich binden. Met deze apparatuur is het ook mogelijk om te zien hoe en waar een virus zich aan een cel hecht. Dat is een groot verschil met traditionele microscopen die de cel en een virus zichtbaar maken, maar geen verdere details.'

Onderzoek? De supermicroscop heeft vele toepassingen en is vooral belangrijk bij het onderzoek naar ziekten en de werking van medicijnen. 'Hiermee kunnen we lichaamsprocessen en ziekten veel beter gaan begrijpen.' Wetenschappers, maar ook bedrijven, kunnen tijd op de microscop inhuren. Overigens is met de komst van de supermicroscop een nieuwe wetenschappelijke tak van sport ontstaan. Het apparaat levert namelijk heel veel gedetailleerde beelden op. En hoe selecteer je uit al die plaatjes de meest relevante? 'We moeten rekenmethodes bedenken om die databases vol informatie te kunnen lezen', aldus Abrahams.

Jan-Pieter Abrahams:
'Met deze apparatuur
is het mogelijk te zien
hoe een virus zich
aan een cel hecht.'

Laser-Multipatch elektrofysiologie opstelling Neuron in beeld

Wat is het? Een laser die individuele hersencellen (neuronen) kan stimuleren, waarna je kunt meten hoe die prikkel aan 8 omliggende cellen wordt doorgegeven.

Waarom bijzonder? 'Met de nieuwe apparatuur kunnen we één enkele neuron in een plakje hersenweefsel stimuleren en zien hoe die de prikkel doorgeeft', vertelt moleculair neurobioloog Ype Elgersma van het Erasmus Medisch Centrum in Rotterdam. 'En zien wat er gebeurt als die overdracht verstoord is, zoals bij mensen met hersenaandoeningen. Voorheen konden we alleen een groepje neuron stimuleren.'

Onderzoek? Verschillende eiwitten zorgen ervoor dat de informatieoverdracht tussen hersencellen goed verloopt. Als een van de eiwitten ontbreekt, krijgen we geheugen- en leerproblemen. Dat is bijvoorbeeld het geval bij mensen met het tubereuze sclerose complex (TSC). Elgersma: 'Door een gedefect ontbreekt bij hen een cruciaal eiwit in het brein. Dat leidt

al op jonge leeftijd tot ontwikkelingsachterstanden en epilepsie. Veel patiënten zijn verstandelijk gehandicapt.' De nieuwe apparatuur gaat Elgersma inzetten bij het onderzoek naar dergelijke aandoeningen. 'We kunnen hersenplakjes (van muizen, red.) kweken met hetzelfde gedefect en ook daarbij meten wat er misgaat bij de informatieoverdracht tussen neuron.' Met behulp van dit soort onderzoek is Elgersma afgelopen jaren op het spoor gekomen van medicijnen tegen TSC. Die vullen bij gehandicapte muizen het ontbrekende eiwit aan. 'Zo kunnen we bij TSC-muizen de epilepsie inmiddels compleet genezen. En ik ben zeer nieuwsgierig of het in mensen ook zo goed werkt. Met de nieuwe apparatuur kunnen we dit soort onderzoek niet alleen versnellen, maar ook veel nauwkeuriger meten', aldus Elgersma. Hij hoopt met deze apparatuur meer inzicht te krijgen in verstandelijke handicaps en mogelijke medicijnen daartegen.

A photograph of two men in a laboratory setting. The man on the left, wearing a striped shirt and glasses, is holding a small, light-colored rectangular object. The man on the right, wearing a blue and white plaid shirt and glasses, is also looking at the object. They are standing next to a large, white, cylindrical piece of equipment. The background shows a laboratory environment with various cables and equipment.

Hoe bouw je een deeltje dat zijn
eigen tegendeeltje is?

Majorana's maken

Ze zijn allebei hoogleraar natuurkunde, en kennen elkaar zo'n 25 jaar. Carlo Beenakker timmert bij de Universiteit Leiden aan de theorie van het vak, Leo Kouwenhoven ontwikkelt experimenten aan de Technische Universiteit Delft. Dat leidde in 2012 tot een vreemde vrucht: het majoranadeeltje dat misschien niet bestaat.

TEKST: MARC KOENEN / FOTO: SAM RENTMEESTER



Leo Kouwenhoven (r) met Kun Zuo en Vincent Mourik, die deel uitmaken van Kouwenhovens groep in Delft.

De eerste keer dat ik erover begon, kende je het niet', zegt Carlo Beenakker. 'Nee', antwoordt Leo Kouwenhoven. 'Ik dacht dat je 'marihuana-deeltje' zei. Dat denken wel meer mensen die er voor het eerst over horen.' Misschien zo gek ook niet, want voor veel mensen is het deeltje even verwarrend als wiet. 'Het majoranadeeltje is een gek ding', geeft Beenakker toe. Het leidt een erg onzeker bestaan. Want als het er is, zou het zichzelf moeten vernietigen. Het dook in 1937 op in het brein van de Italiaanse natuurkundige Ettore Majorana, toen die aan het rekenen was met materie en antimaterie. Lastige kost, die erop neerkomt dat er voor elk deeltje een tegendeeltje is. Als die elkaar tegenkomen, verdwijnen ze samen in het niets. Ze heffen elkaar op, waarbij een flits energie vrijkomt. Moeilijk voor te stellen? Ja, maar het kan. Zo heeft het elektron, het negatief geladen deeltje dat onze elektrische apparaten laat werken, een positief geladen antideeltje dat positron heet. Dat bestaat echt. Je kunt positronen zichtbaar maken in een experiment. Majorana kon dat niet met het deeltje uit zijn berekeningen. De uitkomst daarvan luidt vrij vertaald: 'er zijn deeltjes die hun eigen antideeltjes zijn'. Deeltjes dus die zichzelf en elkaar opheffen. Materie en antimaterie in een. Verwarrend? Niet in Delft. Daar heeft Kouwenhovens onderzoeksgroep zulke majoranadeeltjes gemaakt, op basis van theoretisch werk van onder meer Carlo Beenakker.

Hoe begon de samenwerking? Samen het artikel doorpluizen dat Majorana in 1937 over het deeltje schreef?

Kouwenhoven (K): 'O nee, dat artikel heb ik niet gelezen. Ik heb het vluchtig bekeken. Het is niet een soort bijbel voor dit onderzoek.'

Beenakker (B): 'Iemand heeft Majorana's artikel in 1981 in het Engels vertaald, en in een vaag Japans tijdschrift gepubliceerd (*Soryushiron Kenkyu*, red.). Niet omdat hij er iets in zag, maar sommige mensen doen dat voor de lol, als ze niks anders te doen hebben. Zo worden ook nog steeds Duitse stukken van Einstein in het Engels vertaald. Met Majorana's artikel zou niet veel meer zijn gebeurd, als we de laatste jaren geen nieuwe ontdekkingen hadden gedaan aan neutrino's' (een elementair deeltje dat echt bestaat, red.). Majorana had geopperd dat een neutrino een majoranadeeltje kan zijn, en met de nieuwe ontdekkingen werd het interessant om die ▶

'We weten niet wat we met de deeltjes kunnen'

Microsoft doet mee

Als het majoranadeeltje zowel materie als antimaterie is, ligt mogelijk een digitale toepassing in het verschiet. Computers kunnen informatie verwerken als die wordt aangeboden in een reeks nullen en enen. Lukt het je om de informatie te verpakken in een reeks materie- en antimaterie-majoranadeeltjes, dan kun je wellicht een veel snellere computer maken, zo is het idee. Dat is interessant genoeg voor softwaregigant Microsoft om aan Kouwenhovens onderzoek mee te betalen. NWO en FOM financieren zijn groep al sinds 2004. Beenakker: 'Nederland loopt voorop in dit onderzoek. Ik hoop en verwacht dat NWO en FOM daar gevoelig voor blijven.' Het probleem, zegt hij, is dat de overheid investeert in het 'topsectorenbeleid', dat kennisinstellingen en industrie bij elkaar moet brengen. Dat kost veel geld, waardoor vaak te weinig overblijft voor nieuwe ontwikkelingen die ontstaan door onderzoek. 'We trekken studenten en toponderzoekers uit het buitenland aan', zegt Kouwenhoven. 'Maar door de onzekere financiering is het kwetsbaar werk om hier te doen. Ik hoop dat we het voortouw kunnen houden, en dat het niet alweer snel verplaatst naar de VS.'

Waar bleef Ettore Majorana?

Als majoranadeeltjes zichzelf kunnen opheffen, deed Ettore Majorana zijn naam eer aan. Op 26 maart 1938, amper 31 jaar oud, kocht de natuurkundige een kaartje voor de boot van Palermo naar Napels. Daarna is hij nooit meer gezien. Sommigen zeggen dat hij zelfmoord pleegde, anderen denken dat hij elders onder een andere naam verder leefde. Ook zijn werk verdween uit zicht. Majorana opperde dat 2 destijds ontdekte deeltjes mogelijk majoranadeeltjes zijn: het neutron en het neutrino. Al snel bleek dat dat niet voor het neutron geldt. Het neutron zit in bijna alle atoomkernen waar gewone materie uit bestaat. Het neutrino is een ander verhaal. Dat deeltje wordt onder meer door de zon uitgespuugd, en gaat ongemerkt met miljarden exemplaren per seconde dwars door de aarde (en door onszelf) heen. In de laatste jaren zijn meer eigenschappen van neutrino's ontdekt die met de eigenschappen van het majoranadeeltje kloppen. Wellicht zal ooit blijken dat het neutrino een majoranadeeltje is.



► voorspelling theoretisch goed uit te gaan zoeken.'

K: 'Maar Majorana's artikel is niet direct relevant voor wat wij hier in Delft doen. Het is interessant voor mensen die het majoranadeeltje in de natuur zoeken. Wij doen dat niet. Wij maken het zelf met een experiment.'

B: 'Het is natuurlijk mooier als de natuur het zelf doet. Ik bedoel, echte diamanten zijn ook duurder dan een kunstdiamant uit het lab. Als theoreticus vind ik het majoranadeeltje interessant vanwege zijn eigenschappen. Dan denk je na over hoe je die eigenschappen kunt gebruiken, hoe je ze kunt toepassen. Met neutrino's lukt dat zeker niet. Die zijn te ongrijpbaar om mee te werken. Maar misschien konden we iets verzinnen om die eigenschappen over te hevelen op een experimentele opstelling waar je wel mee kunt werken. Daar ging ik met Leo over praten. Ik ken hem sinds 1987. We wisselen regelmatig studenten uit en we voeren samen werkbesprekingen. Onze groepen in Leiden en Delft deden dus al veel samen.'

K: 'Toen Carlo over het majoranadeeltje begon, leek het me alleen een gek ding. Het greep me niet. Maar herhaling helpt. Carlo kwam erop terug, en nog eens. Dan ga je denken: 'Zit er iets interessants in dat gekke?' Misschien is het niet alleen maar grappig, materie en antimaterie die verenigd zijn in een en hetzelfde deeltje. Misschien kun je er wel wat mee. Dat speelt wat door je hoofd, maar pas tijdens een sabbatical kreeg ik echt tijd om me er in te verdiepen.'

B: 'En ik richtte me op weer ander onderzoek. Ik had het laaghangende fruit van het majoranadeeltje geplukt, en ging op zoek naar een andere boom. Leo niet. Hij heeft een lab. En dat is ander werk dan ik doe.'

K: 'Terug van sabbatical wilde ik een majorana-experiment ontwerpen. Hoe je dat doet? Subsidie aanvragen, bij NWO en FOM (de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie, red.), en de juiste mensen strikken. Daar was ik tijdens die sabbatical al mee begonnen op een strandfeest in Scheveningen, waar we een promotie vierden. Met een drankje erbij is het gemakkelijk om mensen ervan te overtuigen dat je iets leuks gaat doen. Nog tijdens de borrel tekenden ze ervoor, en in augustus 2010 zijn we gestart. De ideeën voor de experimentele opstelling waren nog weinig gedefinieerd. Ja, er zou een supergeleider deel van uitmaken. Maar van welk materiaal? En hoe moest je hem vastzetten aan de andere onderdelen? Dat werd een kwestie van beredeneren en testen, en als het niet werkte weer verder proberen.'

'Dit was de proloog'

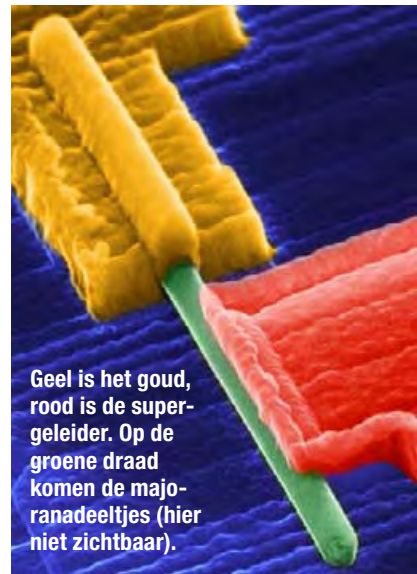
Dat duurde niet eens zo gek lang. In april 2012 al publiceerde het wetenschappelijk tijdschrift *Science* het artikel van Kouwenhovens team waarin ze uit de doeken deden hoe ze majoranadeeltjes maakten. Geen natuurlijk majoranadeeltje, maar elektronen die de eigenschappen daarvan kregen. In hun proefopstelling van slechts een paar duizendste millimeters groot, stuurden ze via een gouden contactje elektronen door een draad van indium-antimoon waar een supergeleider van niobium, titaan en stikstof op lag. Voer je het experiment uit in een magnetisch veld bij een extreem lage temperatuur, dan verschijnen twee deeltjes in de draad die hun eigen antideeltjes zijn. Het is een elektronenpaar dat zich gedraagt als een collectief met de eigenschappen van majoranadeeltjes, aldus Kouwenhoven. Mooi. Onderzoek klaar? 'Nee', lacht hij. 'Dit was pas de proloog. Je kunt zeggen dat we de eerste foto van een majoranadeeltje hebben gemaakt. Maar die is nog wat wazig. Hij moet veel scherper worden. Er valt nog meer te ontdekken aan het deeltje. Dan zal ook blijken hoe je de deeltjes kunt toepassen. Dat weet ik nu nog niet. Maar als je iets fundamenteel nieuws doet, zoals dit onderzoek, komt er vanzelf een toepassing. Daar ben ik van overtuigd.'

marc.koenen@quest.nl

MEER INFORMATIE

www.nwo.nl/spinozatepaardgemist: Leo Kouwenhoven over majoranadeeltjes tijdens 'Spinoza te Paard'.

tinyurl.com/MajoGeluid: Carlo Beenakker en anderen vertellen over majoranadeeltjes.



Geel is het goud, rood is de supergeleider. Op de groene draad komen de majoranadeeltjes (hier niet zichtbaar).



RIEKTEL HOUTKOOPER (31), medisch bioloog bij het AMC, kreeg een Rubicon in 2009 en een Veni in 2012. Hij ging van Nederland naar Zwitserland.

Gezond 120 worden

Een Rubicon-subsidie geeft jonge wetenschappers de mogelijkheid onderzoekservaring op te doen aan een excellent buitenlands onderzoeksinstituut in de eerste tijd na hun promotie.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

‘Mijn onderzoeksonderwerp is populair: hoe veroudering en stofwisseling samenhangen. Lange tijd werd veroudering van het lichaam als een onveranderlijk gegeven gezien. Maar we weten sinds kort dat het mogelijk is om daar invloed op te hebben. Ik richt me vooral op stofwisselingsziekten die veel voorkomen bij ouderen, zoals diabetes en obesitas. Mijn aanvraag voor een Rubicon-subsidie was gericht op de eigenschappen van het eiwit sirtuine 1, dat een belangrijke rol speelt bij die ziekten. Maar gedurende mijn onderzoek dreef ik steeds verder weg van die vraag omdat ik een andere vitamine op het spoor kwam. Die vrijheid biedt NWO.’

Waar gebruik je het geld voor?

‘We hebben ontdekt dat de vitamine ‘nicotinamide riboside’ laboratoriummuizen beschermt tegen diabetes en obesitas. Na proeven op rondwormen, waarvan de stofwisseling op die van mensen lijkt, denken we dat het ook bij mensen is te gebruiken. De vitamine zit onder meer in melk en in het gist van zware bieren, maar de hoeveelheid is onbekend. Waarschijnlijk zou je liters moeten drinken om een werkzame hoeveelheid binnen te krijgen.’

‘Een ander, nog niet gepubliceerd deel van het onderzoek is gericht op genen. Muizen halen net als mensen verschillende leeftijden: de een wordt anderhalf en de ander tweeënhalve. We hebben bij muizen genen gevonden die daar invloed op hebben. Omdat we sneller op wormen kunnen testen, hebben we daar proeven op gedaan. Als je die specifieke genen uitzet, blijkt dat de wormen dertig tot zestig procent langer leven.’

Het is een verouderingsgen dat mensen ook hebben, dus het moet ook op ons toepasbaar kunnen zijn.’

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

‘Ik deed in Amsterdam onderzoek naar een zeer zeldzame stofwisselingsziekte, het Barth-syndroom. Daaraan lijden wereldwijd ongeveer 150 jongens. Hun mitochondrieën, die in cellen voor de energie zorgen, werken niet goed. Na mijn promotie wilde ik verder met die mitochondrieën, maar dan bij meer algemene ziekten. Het onderzoek naar obesitas en diabetes heb ik met de Rubicon-subsidie in Zwitserland kunnen doen. Nu ben ik weer terug in Amsterdam en combineer ik onderzoek naar zeldzame ziekten en algemene ziekten.’

Wat wil je graag nog onderzoeken?

‘Momenteel kijk ik naar de rol die vetverbranding speelt bij veroudering. Ik heb daarvoor een Veni-subsidie ontvangen. Bij muizen kunnen we ongeveer aangeven wat de biologische leeftijd is door een meting te doen in bloedplasma. Dat moet bij mensen ook kunnen. Het zou interessant zijn om te kijken of je door gezond eten, sporten en wellicht met voedingssupplementen en geneesmiddelen die biologische klok kunt terugzetten. Als ik dat zeg, hoor ik vaak: ‘Waarom zou je dat willen, het is al zo vol en dan worden mensen nog ouder?’ Dat is ook niet mijn primaire doel, het gaat erom dat we we langer gezond blijven. Dat scheelt ook ziektekosten. Volgens mij is het mogelijk dat mensen op termijn gezond 120 jaar oud worden. De wormen kunnen we met aanpassingen in de genen nu al zestig procent langer laten leven.’

Nederlanders zeggen voor streng straffen te zijn, maar oordelen zelf opvallend mild

Iedereen in toga

Hoewel Nederlanders vaak zeggen dat ze rechters te mild vinden, oordelen ze zelf ook niet streng. Wel vinden ze allemaal wat anders. Vraag duizend Nederlanders om voor rechter te spelen, en je krijgt duizend andere vonnissen.

TEKST: LEENDERT VAN DER VALK

En achttienjarige man moet voor de rechter verschijnen omdat hij een zestienjarig meisje zou hebben aangerand. Hij betastte de billen en borsten van het slachtoffer tegen haar wil tijdens een avondje stappen. Hierop deed ze aangifte bij de politie. De dader en het slachtoffer behoren tot dezelfde vriendengroep. De man is nooit eerder voor een misdrijf veroordeeld.

Als jij in deze zaak rechter was en je zou een gevangenisstraf op moeten leggen, hoeveel dagen zou die dan zijn? Eerst antwoorden, dan verder lezen.

Dé burger bestaat niet

Als je bij het milde kwart van Nederland hoort, dan vind je drie dagen brommen meer dan genoeg. Het strengste kwart van de bevolking wil de jongen minstens drie maanden achter de tralies zetten. Het gemiddelde ligt op veertien dagen. Geeft een echte rechter een gevangenis-

straf bij een lichte vorm van aanranding, dan duurt die straf gemiddeld 41 dagen. Vraag Nederlanders of ze vinden dat er te mild gestraft wordt, dan zegt 75 procent 'ja'. Maar als je ze zelf op de stoel van de rechter zet, dan blijken ze helemaal niet zo streng. In het experiment *De burger als rechter* legden onderzoekers van de Radboud Universiteit Nijmegen en het Nederlands Studiecentrum Criminaliteit en Rechtshandhaving (NSCR) aan ruim duizend Nederlanders enkele verschillende scenario's voor. Geen driefvoudige moord, geen kinderverkrachting, maar wel een caféruzie, autodiefstal, te hard rijden en woninginbraak. Kortom, de huis-tuin-en-keukencriminaliteit, waarover de grote meerderheid van de rechtszaken in Nederland gaat. Wat blijkt? De meningen lopen enorm uiteen. Er wordt weleens gezegd dat Nederlanders het onderling over ►





PVV'ers en VVD'ers straffen strenger

Man of vrouw, jong of oud, het blijkt niet veel uit te maken voor de manier waarop burgers criminelen willen straffen. Maar politieke voorkeur heeft wel een duidelijke invloed. VVD'ers en PVV'ers zijn eerder voorstander van een onvoorwaardelijke vrijheidsstraf dan aanhangers van andere partijen. Boetes zijn populair bij de VVD en de christelijke partijen. Groenlinkers hebben een voorkeur voor werk-

straffen, dit weer tot verdriet van aanhangers van de PVV. Volgens NSCR-onderzoeker Henk Elffers is er wat betreft genoeg keuze in de politiek. 'Je kunt altijd wel een partij vinden waarin men ongeveer zo over strafrecht denkt als jij. De zorg om criminaliteit bepaalt voor een deel de partijkeuze.' Uit het onderzoek *De burger als rechter* blijkt dat die

mensen die zich veel zorgen maken over de criminaliteit, ook weinig vertrouwen hebben in de maatschappij. Zij zijn voor een harde aanpak: meer gevangenisstraffen en hogere straffen. Dit zijn mensen die voorname VVD en PVV stemmen.

Burger die rechter speelt, kiest vaak voor werkstraf

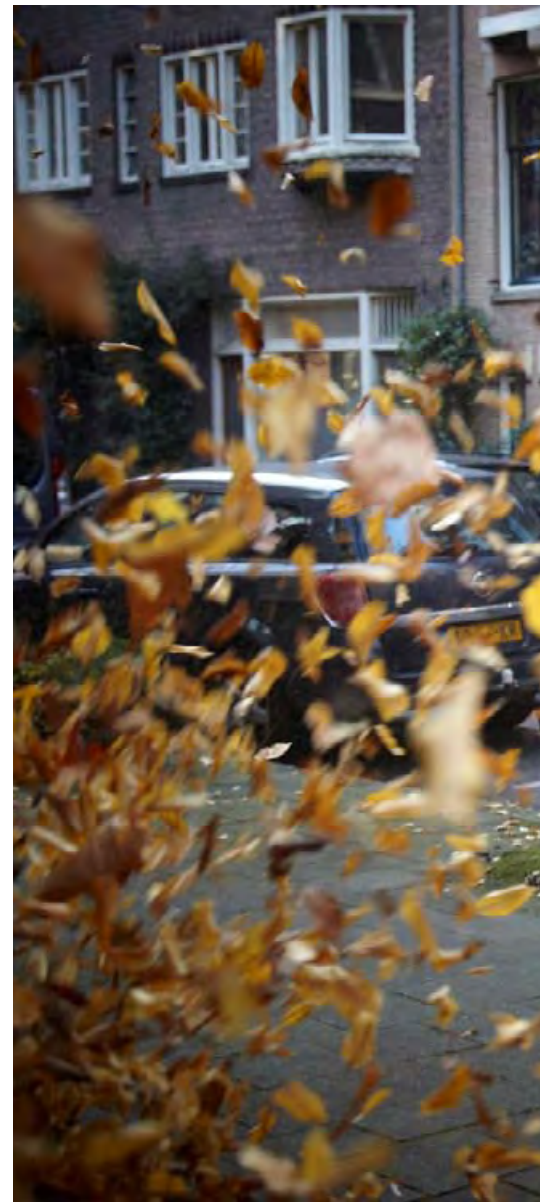
- slechts één ding eens zijn: dat ze het over alles oneens zijn. Dat lijkt in elk geval op te gaan voor de rechtspraak. Zo vindt een kwart dat een winkeldief hooguit drie dagen hoeft te zitten, maar een even grote groep denkt aan twee maanden. Zelfs over het soort straf bestaat grote onenigheid. Bij elk scenario waren zowel voorstanders te vinden voor een gevangenisstraf als voor werkstraffen en geldboetes. Het lijkt wel of geen twee Nederlanders hetzelfde oordelen. 'Dé burger bestaat niet', concludeert VU-hoogleraar criminologie en NSCR-onderzoeker Henk Elffers. Omdat steeds meer mensen zich zorgen lijken te maken over een groeiende kloof tussen de burger en de rechtspraak, deed hij dit experiment (met zijn collega-onderzoekers). 'Over die kloof wordt al jaren gesproken. De vrees is dat de burgers het oordeel van rechters niet meer pruimen.' En inderdaad blijkt er een groep te zijn die veel strenger wil straffen. 'Maar dat is niet de meerderheid. Een belangrijke groep denkt juist ongeveer zoals een rechter.'
- En er is nog iets aan de hand. Burgers kennen de feiten niet. Elffers: 'Voor een deel komt de roep om strenger straffen voort uit onwetendheid. Het merendeel van de mensen baseert zijn mening op

rechtszaken die in de media komen. Ze denken aan de Schiedamse Parkmoord of de moord op Theo van Gogh en vinden achttien jaar gevangenisstraf in die gevallen te licht. Maar er zijn in Nederland per jaar zo'n 150 gevallen van moord en doodslag. Veel rechters zien zelden of nooit een moordenaar.' Elffers schat dat de veel lichtere scenario's die in dit onderzoek aan burgers werden voorgelegd, zo'n 95 procent van het totaal aantal rechtszaken in Nederland uitmaakt.

Werkstraf is gewild

Misschien denk je dat het volk elke misdadiger meteen aan de hoogste boom wil opknopen. Maar toen de onderzoekers Nederlandse burgers vroegen om rechter te spelen, bleek dat ze milder oordeelden dan verwacht. Bij de tien scenario's die werden voorgelegd, kreeg een werkstraf bijna altijd de meeste steun. Opmerkelijk, want de werkstraf, of taakstraf, staat in de politiek onder druk omdat die niet zwaar genoeg zou zijn. Elffers: 'Het heeft mij in zekere zin verrast. Zelfs bij geweld en aanranding is er veel steun voor werkstraffen. Nederlanders blijken behoorlijk genuanceerd te denken over strafrecht. Natuurlijk vindt men dat een crimineel wel gestraft moet worden, maar het gaat die burgers niet alleen om vergelding, ze willen ook dat criminelen weer op het rechte pad komen.' Volgens Elffers weerspiegelt het politieke klimaat niet helemaal de publieke opinie. De politiek was de laatste tien jaar veel meer gericht op strenger straffen. 'De criminaliteit daalt al jaren, maar de opwinding erover wordt steeds groter. Misschien dat de groep die strenger wil straffen, vooral harder roept.' Het is in elk geval niet de stem van de meerderheid, concludeert de hoogleraar op basis van dit onderzoek.

Als de burgers die voor rechter speelden te horen kregen dat werkstraffen ook nog eens beter helpen, dan lieten ze nog meer criminelen plantsoenendiensten draaien. Volgens de onderzoekers gaan veroordeelden na een werkstraf minder vaak opnieuw in de fout dan veroordeelden die een gevangenisstraf kregen. En veel Nederlanders zijn daar niet van op de hoogte. Als ze dat wel zijn, dan oordelen ze milder. Er was ook een groep burgers die informatie kreeg over de hoge kosten van een gevangenisstraf, maar die kennis bleek hun oordeel niet te beïnvloeden. Het straffen van criminelen mag dus best wat kosten.



Burgers zijn mild

Maar hoe verhouden de straffen van de gemiddelde Nederlander zich nou tot die van echte rechters? Volgens Elffers is het lastig vergelijken. Burgers kregen in het experiment een korte beschrijving van het delict voorgelegd, in de rechtszaal zit een rechter meestal met 'een dossier van twintig ordners' voor zich. Toch hebben de onderzoekers geprobeerd het oordeel van burgers en rechters te vergelijken. De conclusie daarvan luidt: 'gelijke mildheid, ongelijke strengheid'. De vonnissen van het milde kwart van de bevolking zijn zo ongeveer gelijk aan milde uitspraken van rechters. Maar het strenge kwart van de bevolking oordeelt veel harder dan de rechters die de strengste uitspraken doen. Een voorbeeld. Bij een caféruzie loopt een slachtoffer licht letsel op, een blauw oog. Het milde kwart van de bevolking vindt dat hoogstens vijf dagen gevangenisstraf waard, terwijl het milde kwart van

Straf moet je voelen

Voor het onderzoek *De burger als rechter* kregen de respondenten een aantal stellingen voorgelegd over het doel van straffen. Er bleek vooral veel draagvlak voor afschrikking en vergelding. Van het nut van 'er samen uitkomen' is Nederland minder overtuigd. Een paar stellingen met hun score (waarbij 1 'helemaal mee oneens' betekent, en 5 'helemaal mee eens').

- 'Het moet een uitdrukkelijk element van elke straf zijn dat die ook echt gevoeld wordt': 4,35
- 'Zware misdadigers moeten in het belang van de veiligheid van burgers zo lang mogelijk worden opgesloten': 4,16
- 'Straf is je verdiende loon krijgen': 4,10
- 'Straf zonder een zeker mate van lijden is geen straf': 3,89
- 'In het strafrecht zou meer ruimte moeten komen voor onderhandeling tussen dader en slachtoffer over de oplossing van het conflict': 3,07
- 'Het is belangrijker dat de dader de schade aan het slachtoffer vergoedt dan dat hij gestraft wordt': 2,95
- 'Strafvervolgning is overbodig als dader en slachtoffer in onderling overleg tot een oplossing van het conflict zijn gekomen': 2,61



Straffen voorkomt nauwelijks dat mensen nog een keer in de fout gaan. Een werkstraf scoort wat dat betreft het beste.

de rechtelijke uitspraken veertien dagen luidt. De burgers zijn hier dus zelfs softer dan rechters. Maar het strenge kwart van de bevolking wil de verdachte een half jaar in de bak hebben. De uitspraken van het strengste kwart van de rechters komen tot 42 dagen. Dat is een verschil van maar liefst vijf maanden brommen.

Ook al hebben de burgers hem in positieve zin verrast, Elffers ziet het onderzoek niet als een pleidooi voor juryrecht-spraak zoals die in de Verenigde Staten bestaat. Daar mogen jury's overigens ook niet de zwaarte van de straf bepalen, ze beslissen alleen over de schuldvraag. De (inmiddels overleden) rechtspsycholoog Willem Wagenaar deed een aantal jaar geleden onderzoek naar zogeheten 'leken-rechtspraak' voor de Raad voor de rechtspraak. Burgers kregen daarbij de volledige dossiers te zien plus alle informatie uit de rechtszaal die rechters ook krijgen. Zij bleken niet significant anders dan de

rechters te oordelen. Elffers: 'Die roep om strenger te straffen is voornamelijk op stukken uit de krant gebaseerd. Als ze echt zelf moeten oordelen, gaan leken op rechters lijken.'

Straf heeft vijf doelen

Sommige mensen vinden het leuk om te doen, maar straffen is volgens de onderzoekers 'het bewust toebrengen van leed'. Waarom zou je dat willen? We straffen misdadigers met grofweg vijf doelen: om de misdaad te vergelden, om anderen af te schrikken, om gevaarlijke gekken uit de samenleving te halen, om criminelen te 'resocialiseren' en om geleden schade te herstellen. De ondervraagden konden zich in al deze doelen vinden. Maar helpt straffen ook echt om te voorkomen dat mensen opnieuw in de fout gaan?

'Nauwelijks', zegt Elffers. De hoogleraar criminologie maakt zich geen illusies. 'Eigenlijk werken alle straffen heel slecht,

en strenger straffen werkt niet beter. We leggen bijvoorbeeld hoge verkeersboetes op, maar als je die nog verder verhoogt, dan leidt dat nauwelijks tot minder overtredingen. De werkstraf is van de onderzochte straffen het minst slecht. Ja, dat klinkt een beetje wanhopig en dat is het ook.' Wat volgens Elffers wel helpt, is 'mensen beter uitrusten om legitiem te leven'. Dus zorgen dat ze een kans maken in de samenleving, bijvoorbeeld door ze een betere opleiding te laten volgen. Daarom is het werk van de reclassering, die opleidingen in gevangenissen organiseert, volgens hem wel nuttig. 'Maar het is ook maar een druppel op de gloeiende plaat. Soms lukt het wel om mensen met een moreel tekort te laten inzien dat ze schade en leed aanrichten. Maar vaker nog lukt dat helaas niet.'

Burger toont begrip

Misschien is het maar goed dat de meeste burgers niet iedereen die de fout in gaat voor eeuwig willen opsluiten. Net als de rechter wegen zij veel factoren mee in hun oordeel. Wie al eerder in de fout ging, een recidivist, krijgt een zwaardere straf dan een *first time offender*. Burgers geven iemand die huiselijk geweld pleegt bij de eerste overtreding gemiddeld een straf van dertig dagen cel. Bij herhaling kan de dader op negentig dagen rekenen. Als het slachtoffer een hulpverlener is, dan zwaaait er wat voor de dader. Een 'gewone' vechtpartij die eindigt met een blauw oog is volgens burgers goed voor gemiddeld dertig dagen cel of 500 euro boete. Maar als het een ambulancebroeder is die het blauwe oog heeft opgelopen, dan wordt er gemiddeld 144 dagen of 1500 euro boete opgelegd. Ook de leeftijd van de dader weegt mee in het oordeel. Minderjarigen krijgen vaker een werkstraf, volwassenen een celstraf of boete.

En er is nog een opvallende factor die de burger als rechter belangrijk vindt: of je gedronken hebt of niet. Bij een verkeers-overtreding werkt het tegen je: dronken bestuurders krijgen eerder gevangenisstraf dan nuchtere chauffeurs. Maar als je in de kroeg in dronken woede iemand hebt geslagen, is de drank voor respondenten reden om milder te oordelen. Het publiek oordeelt duidelijk anders dan de rechter. Elffers: 'Dronkenschap is in het wetboek niet opgenomen als verzachtende omstandigheid. Integendeel.'

redactie@quest.nl

Dwarse vragen

De NWO-Spinozapremie is de hoogste onderscheiding in de Nederlandse wetenschap. De winnaars ontvangen 2,5 miljoen euro, te besteden aan onderzoek naar keuze. Annemarie Mol, hoogleraar Antropologie van het lichaam aan de Universiteit van Amsterdam, is één van de vier winnaars van 2012.

TEKST: ANTJE VELD

Wat wilde je vroeger worden?

‘Toen ik op de lagere school zat, wilde ik schrijver worden. Dat ben ik nu eigenlijk ook, maar in plaats van romans, schrijf ik een ander soort verhalen. Echt gebeurde verhalen. Ik begon op mijn achttiende met een studie geneeskunde om te begrijpen wat een mens is. Dat leer je daar niet echt. Dus ben ik er in mijn tweede jaar filosofie bij gaan studeren, en ik ben geen arts geworden.’

Wat ben je dan wel geworden?

‘Antropoloog van het Westen. Ik doe onderzoek naar alledaagse praktijken, in ziekenhuizen en andere zorginstellingen bijvoorbeeld. Maar ook steeds meer daarbuiten. En ik bestudeer wetenschappelijk onderzoek van anderen. Daarbij let ik op de taal waarmee mensen de werkelijkheid ordenen. Vroeger deden de meeste antropologen hun onderzoek ver weg. Ze probeerden het vreemde vertrouwd te maken. Ik hoor tot de antropologen die dat omdraaien. Wij proberen hier met een verbaasde blik rond te lopen en het vertrouwde vreemd te maken. Ik maak daarbij gebruik van verschillen binnen de westerse traditie.’

Wat voor verschillen bedoel je dan?

‘In de jaren zeventig kwam in de huisartsgeneeskunde de term hulpvraag op. Dat was een vraag om hulp en dus om een antwoord. In de jaren tachtig werd een hulpvraag iets waar al dan niet aanbod tegenover staat. Dat vind ik een interessant verschil. Waar vragen patiënten om? Om een antwoord of een product?’

Kun je nog een voorbeeld geven?

‘Soms probeer ik taal te verschuiven om te zien wat er gebeurt. Zo heb ik veel onderzoek gedaan naar eten. Iedereen weet wat eten is, maar ik stelde de vraag: ‘Wat is proeven nou eigenlijk precies?’ Niet zoals een bioloog die onderzoekt hoeveel cellen in de tong daarbij van belang zijn, maar door aan een tafel met mensen mee te kijken hoe proeven gaat. Wat mensen erover zeggen bijvoorbeeld. Een collega uit India merkte toen op: ‘Proeven is heel anders met je vingers’. Dat vond ik interessant. Ik vroeg me af of je kon zeggen dat de vingers proeven. Sinds Aristoteles zijn de zintuigen zo ingedeeld dat de ogen zien, de huid voelt, de mond proeft, enzovoort. Maar wat gebeurt er als je die taal verschuift? Kun je dan opnieuw naar het lichaam en naar eten kijken? We hebben dat met een groep mensen uitgeprobeerd. Een paar collega's hadden rijst en linzen en groenten gekookt en die hebben we met onze handen gegeten. De vingers pakken wat eten bij elkaar, kneden het een beetje, je tilt er een balletje van op, schuift dat je mond in. Probeer het eens. Dan kun je zeggen: ik voel van alles. Waarom zou je dat geen proeven

noemen? Welk verschil maakt dat? Wat leer je ervan? Zulke dwarse vragen stellen, hoort bij de houding dat niets vanzelf is.’

Wat is het doel van je onderzoek?

‘Het helpt nadenken. Het helpt om te zorgen dat we dingen niet zomaar doen, omdat ze nu eenmaal zo gegroeid zijn. Maar dat we ons elke keer afvragen: ‘Is dit verstandig? Kan het anders?’ Ook hebben we meestal specifieke doelen. Zo heb ik onderzoek gedaan naar eten in verpleeghuizen. Diëtisten beoordelen eten in termen van voedingsstoffen. Verzorgers vinden het vooral belangrijk of het lekker is. En koks hebben rekening te houden met een budget. Ik schaduw iedereen om de beurt en probeer door mijn beschrijvingen zichtbaar te maken waar fricties zitten.’

Beschrijf je alleen maar?

Ik ga niet naar zieken- of verpleeghuizen om te werken aan verbeterprogramma's. Wat ik te bieden heb, is iets anders. Ik draai zaken een halve slag, door bijvoorbeeld niet te vragen ‘Is dit goed?’, maar ‘Hoe gaat waarderen eigenlijk’, ‘Hoe doen mensen dat?’ Dat is wat ik doe, die vragen stellen.’

En nu ben je Spinozawinnaar!

‘Ja, dat had ik niet verwacht, omdat ik geen nieuwe feiten ontdek, maar werk aan nieuwe manieren van denken. Ik ben niet alleen de eerste antropoloog maar ook de eerste filosoof die deze premie krijgt. Daarom ben ik extra blij, want de Spinozapremie is niet alleen een waardering voor mijn werk, maar ook voor de verschillende vakgebieden die ik combineer.’

Wat wil je later nog worden?

‘Op dit moment werk ik aan een project over ‘eten in de praktijk en de theorie’. Daar wil ik graag een boek over schrijven. Daarna zou ik me willen bezighouden met de vraag hoe we de antropologie, maar ook de filosofie, minder alleen maar Westers kunnen maken. Antropologen die twee of drie culturen van binnenuit kennen, zouden een goede bijdrage kunnen leveren. Mensen die bijvoorbeeld uit Korea komen, in Engeland gepromoveerd zijn en daarvoor veldwerk in Ghana deden. Daarbij zou ik op het eind van mijn carrière graag een ondersteunende rol spelen.’

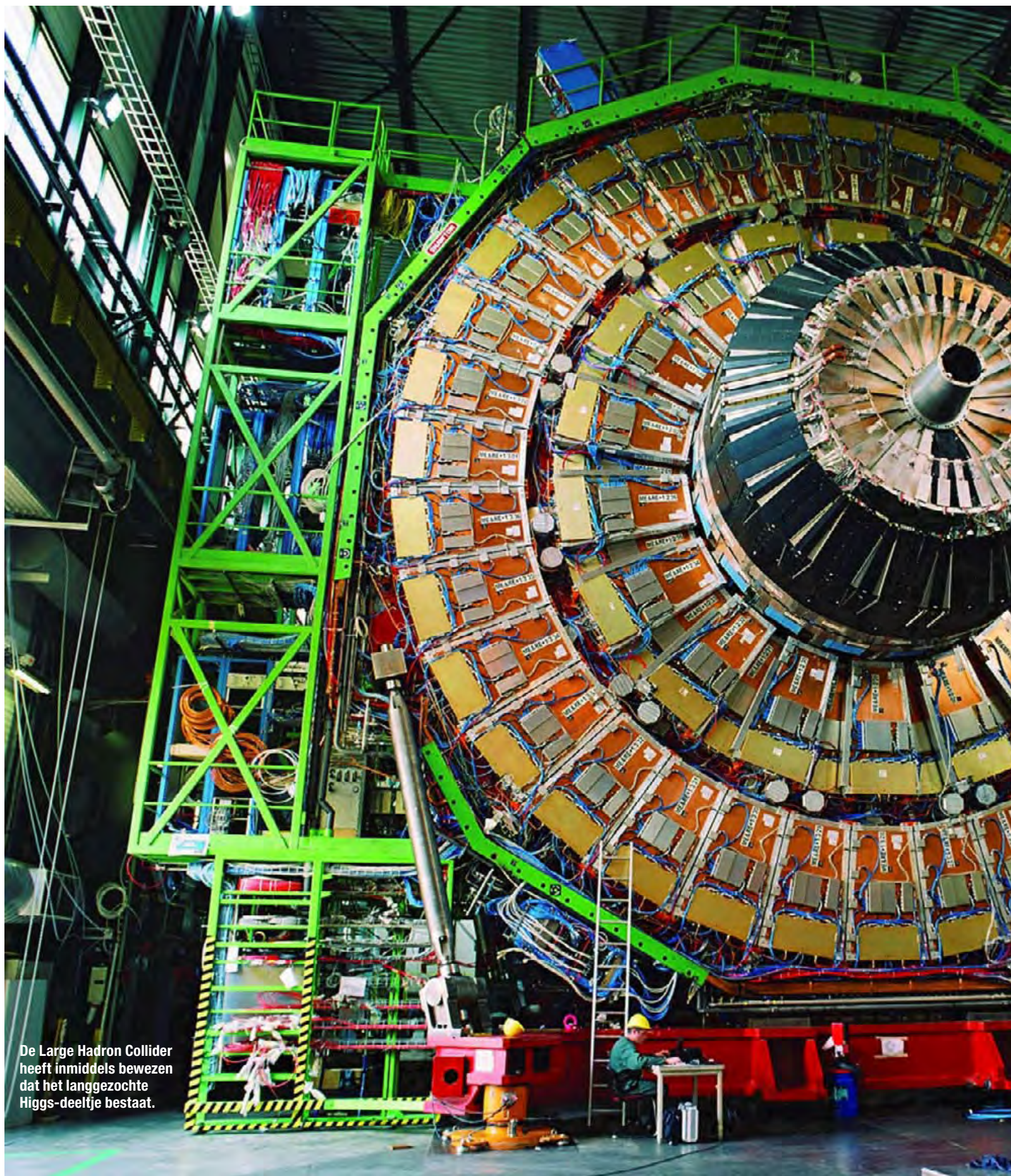
Waar ga je de premie aan besteden?

‘Aan het onderzoek over ‘eten in de praktijk en de theorie’. In dat project beschrijven we niet alleen allerlei praktijken rondom eten, maar proberen we ook nieuwe taal bij te maken. Dat is ambitieus, maar dat mag ook wel met een Spinozapremie.’ ■



Biografie Annemarie Mol

- 1958** Geboren te Schaesberg
- 1976** Gymnasium B, Coriovallum College, Heerlen
- 1982** Doctoraal vrije studierichting geneeskunde, Universiteit Utrecht
- 1982** Doctoraal wijsbegeerte Universiteit Utrecht
- 1989** Promotie wijsbegeerte, Rijksuniversiteit Groningen
- 1997** Socrates-hoogleraar aan de Universiteit Twente
- 2010** Hoogleraar Antropologie van het lichaam, Universiteit van Amsterdam



De Large Hadron Collider heeft inmiddels bewezen dat het langgezochte Higgs-deeltje bestaat.



Van lab tot markt

Wetenschappers doen ontdekking na ontdekking. Maar hoe kom je van een wetenschappelijke vondst tot een praktische toepassing? En zou dat sneller kunnen?

TEKST: JERWIN DE GRAAF

Bijna elke maand is er wel een nieuwtje over de laatste doorbraak in batterijenland. Toch moeten we anno 2012 onze smartphones nog steeds elke dag aan de oplader hangen. Waarom duurt het zo lang voordat we eens iets terugzien van al die doorbraken? Directeur Wim van Saarloos (57) van de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM), een onderdeel van NWO, reageert met een tegenvraag: duurt het wel echt zo lang voordat we de vruchten van de wetenschap kunnen plukken? 'Ik herinner me dat er nog geen accuboormachines waren toen ik een jaar of 25 was.' Niet vreemd, want voor zo'n boor zijn sterke magneten en goede batterijen nodig. Die waren er geen van beide. Van Saarloos: 'Nu hebben we die magneten en batterijen wel, en hebben we dus accuboormachines. Dat hebben we te danken aan wetenschappelijk onderzoek. Maar er is niemand meer die daar nog over nadenkt, omdat een accuboormachine zo normaal is geworden.' Hetzelfde geldt voor laptops en smartphones. Pas sinds kort kunnen die worden gemaakt dankzij een reeks van doorbraken, zoals het dunne LCD-scherm.

Doelen verschillen

Natuurlijk leiden niet alle wetenschappelijke ontdekkingen direct tot een boormachine, laptop of smartphone. Maar dat is ook lang niet altijd de bedoeling. 'Je kunt wetenschappelijk onderzoek vanuit twee gedachten doen', zegt Van Saarloos. Aan de ene kant kan nieuwsgierigheid de drijvende kracht zijn. Een goed voorbeeld hiervan is CERN. Dat is de Europese Organisatie voor Kernonderzoek, bekend van de enorme deeltjesversneller op de grens tussen Zwitserland en Frankrijk: de LHC (Large Hadron Collider). De LHC is de grootste wetenschappelijke onderneming ooit. Het megapparaat onder de grond kostte maar liefst zes miljard euro en is puur en alleen gebouwd om de bouwstenen waar alles uit bestaat (elementaire deeltjes) met een enorme energie op elkaar te laten botsen. CERN is over het algemeen niet direct geïnteresseerd in praktische toepassingen van hun onderzoek. Zij hebben als doel om de bouwstenen van het universum te begrijpen, en te onderzoeken of de theorieën die daarover zijn bedacht, kloppen. Toch heeft hun onderzoek veel vernieuwingen opgeleverd. Zo is het wereldwijde web (de manier waarop internetpagina's met elkaar zijn verbonden) bij CERN uitgedokterd. En ook PET-scanners, waarmee artsen tumoren kunnen opsporen, zijn mede mogelijk gemaakt door CERN. 'Maar wetenschappelijk onderzoek kan ook gericht zijn op een praktische toepas-

Pasteurs praktijkonderzoek leidde tot fundamentele kennis

- sing of het oplossen van problemen', zegt Van Saarloos. De mensen die dit soort 'toepassingsgedreven onderzoek' doen, hebben een praktisch doel voor ogen. Hun onderzoek moet een nieuw of een beter product of idee opleveren, zoals een efficiëntere zonnecel, een sterkere laser of een nieuwe kankertherapie. Ofwel: meer dan alleen kennis.

Zon maakt brandstof

Onze nieuwsgierigheid bevredigen is leuk en aardig. Maar een bouwwerk zoals de LHC is niet bepaald goedkoop. Waarom zou je zes miljard euro in een project stoppen dat geen praktische toepassing oplevert? 'Omdat beide soorten wetenschap nodig zijn', antwoordt Van Saarloos. 'Vaak moet je bijvoorbeeld fundamentele kennis hebben voordat je een praktische toepassing kunt maken.' Een voorbeeld: wetenschappers werken aan zonnecellen die een koolwaterstofbrandstof (zoals benzine) produceren. Want in theorie is dat mogelijk. Alleen moeten we nog achterhalen hoe je dat precies doet. Bovendien kan onderzoek dat iemand uit pure nieuwsgierigheid doet, onverwacht tot praktische toepassingen leiden, zoals bij CERN. Andersom kan toepassingsgericht onderzoek de weg vrijmaken voor nieuw fundamenteel onderzoek. De Franse scheikundige Louis Pasteur (1822-1895) wilde bijvoorbeeld het aantal schadelijke bacteriën dat in

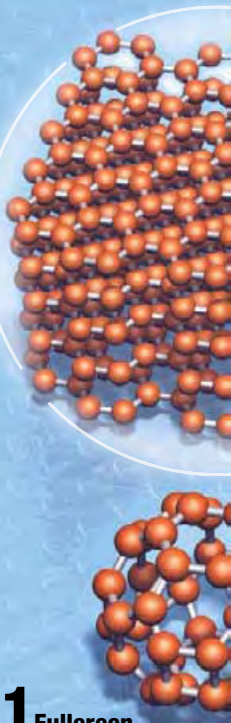
voedsel zit, tot een veilig niveau terugbrengen. Dat lukte hem door het voedsel kort te verhitten. Door Pasteurs praktijkgerichte onderzoek kunnen wij nu melk drinken zonder ziek te worden. Maar hij zorgde er ook voor dat wij de wereld van de micro-organismen beter leerden kennen. 'Hij werd daardoor een van de grondleggers van de microbiologie', zegt Van Saarloos. 'En omdat dat een nieuw gebied was, moest er fundamenteel onderzoek naar worden gedaan. Indirect heeft Pasteur dus fundamenteel onderzoek mogelijk gemaakt. Kortom: het hoeft niet het één of het ander te zijn. Die twee kunnen ook goed samengaan.'

Cyclus is ecosysteem

Hoe kom je van een wetenschappelijke ontdekking tot iets waar je wat aan hebt? De route van het lab naar de praktijk wordt wel eens vergeleken met een pijplijn. Aan de ene kant giet je daar fundamenteel onderzoek in. En aan de andere kant krijg je er dan na een tijdje praktische toepassingen uit. Maar zo werkt de kenniscyclus volgens Van Saarloos niet. Het is geen eenrichtingsverkeer, maar een wisselwerking. Niet alleen tussen onderzoekers onderling, maar ook tussen onderzoekers en het bedrijfsleven. 'Vergelijk het

Grafeen is grote belofte

Bij de meeste wetenschappelijke ontdekkingen duurt het even voordat er praktische toepassingen komen. Maar soms ontdekken we iets waar de wetenschappelijke wereld zich massaal op stort. En dan kan het snel gaan. In 2004 ontdekten de Nederlands-Russische natuurkundige Andre Geim en toenmalig FOM-promovendus Konstantin Novoselov grafeen. Grafeen heeft de vorm van kippengas en is maar één koolstofatoom dik. Het heeft veel nuttige eigenschappen. Met een doodgewoon stukje tape lukte het Geim en Novoselov om wat van het wondermateriaal van een potloodpunt te halen. In 2010 kregen ze voor hun grafeenonderzoek de Nobelprijs voor de natuurkunde. Datzelfde jaar verschenen er 3000 grafeenpublicaties en werden zo'n 400 patentaanvragen gedaan met grafeen als onderwerp. De eerste praktische toepassingen zijn inmiddels dichtbij. Touchscreens gemaakt met grafeen komen al bijna op de markt. Ook andere vormen van koolstof gaan een mooie toekomst tegemoet, zoals koolstof nanobuisjes en fullereen.



1 Fullereen

'Radiogolf is zinloos'

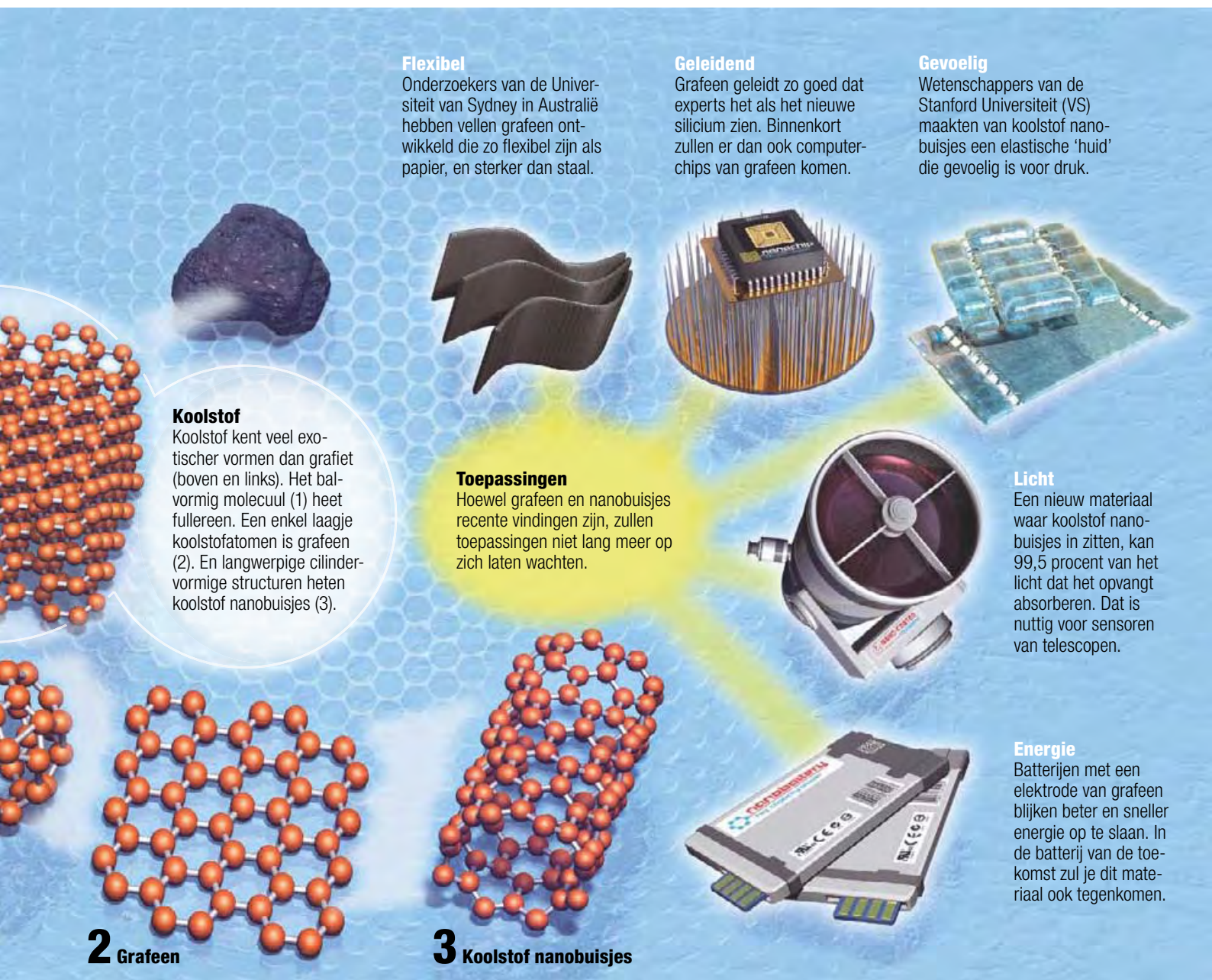
Wetenschappers die onderzoek doen zonder dat ze een praktisch doel voor ogen hebben, stuiten soms per toeval op iets wat toch nieuwe uitvindingen mogelijk maakt. Maar zelf hebben ze dat niet altijd door. Een oud maar bekend voorbeeld is de ontdekking van elektromagnetische straling. De Britse wiskundige James Clerk Maxwell had in de 19de eeuw het bestaan van elektromagnetische golven voorspeld. Maar het was nooit bewezen dat ze echt bestonden. De Duitse natuurkundige Heinrich Hertz (1857-1894) bedacht een proef waarmee hij aantoonde dat de golven echt waren. En daar mogen we hem dankbaar voor zijn. Want zonder elektromagnetische straling hadden we nu geen radio's, televisies, magnetrons en mobiele telefoons gehad. Maar toen Hertz' studenten hem vroegen welk nut de elektromagnetische golven hadden, antwoordde hij: 'Het heeft geen enkel nut. Het is niet meer dan een experiment dat bewijst dat Maestro Maxwell gelijk had.' Gelukkig zagen anderen de mogelijkheden van elektromagnetische straling wel en kunnen we nu een maaltijd opwarmen terwijl we op de bank zitten te zappen.



Met dit apparaat wist Hertz radiogolven te betrappen.

met een ecosysteem in de biologie', zegt Van Saarloos. 'Daarin zijn plant- en diersoorten van elkaar afhankelijk.' Zo werkt de kenniscyclus ook. Alleen zijn het hierbij geen planten en dieren, maar wetenschappers, investeerders en het bedrijfsleven die van elkaar afhankelijk zijn.

Maar het probleem van het Nederlandse 'kennisecosysteem' is dat bedrijven vaak geen flauw idee hebben van waar wetenschappers mee bezig zijn. En omgekeerd weten wetenschappers ook niet altijd wat bedrijven willen of nodig hebben. Die scheiding tussen de wetenschap en 'de industrie' is relatief sterk, al verbetert de situatie wel. In de VS zijn universiteiten en het bedrijfsleven veel meer met elkaar vervlochten, weet Van Saarloos. 'Investeerders zitten op de Stanford Universiteit



Flexibel

Onderzoekers van de Universiteit van Sydney in Australië hebben vellen grafen ontwikkeld die zo flexibel zijn als papier, en sterker dan staal.

Geleidend

Grafen geleidt zo goed dat experts het als het nieuwe silicium zien. Binnenkort zullen er dan ook computerchips van grafen komen.

Gevoelig

Wetenschappers van de Stanford Universiteit (VS) maakten van koolstof nanobuisjes een elastische 'huid' die gevoelig is voor druk.

Koolstof

Koolstof kent veel exotischer vormen dan grafiet (boven en links). Het balvormig molecuul (1) heet fullereen. Een enkel laagje koolstofatomen is grafen (2). En langwerpige cilindervormige structuren heten koolstof nanobuisjes (3).

Toepassingen

Hoewel grafen en nanobuisjes recente vindingen zijn, zullen toepassingen niet lang meer op zich laten wachten.

Licht

Een nieuw materiaal waar koolstof nanobuisjes in zitten, kan 99,5 procent van het licht dat het opvangt absorberen. Dat is nuttig voor sensoren van telescopen.

Energie

Batterijen met een elektrode van grafen blijken beter en sneller energie op te slaan. In de batterij van de toekomst zul je dit materiaal ook tegenkomen.

2 Grafen

3 Koolstof nanobuisjes

in Silicon Valley in de collegebanken om een hoogleraar vragen te stellen. Gewoon om erachter te komen of ze iets met zijn kennis kunnen.' Bedrijven hebben daarnaast vaker topwetenschappers als consultant in dienst, die één keer per maand op bezoek komen. Hierdoor weten de bedrijven en universiteiten beter wat er zoal speelt. Maar misschien nog wel het belangrijkste verschil is dat studenten en wetenschappers in de VS veel makkelijker een eigen bedrijfje kunnen beginnen. Kijk naar Silicon Valley, het technologische centrum van de wereld. Honderden kleine, innovatieve bedrijven zitten daar op een kluitje bij elkaar. En een groot deel van die bedrijven is opgezet door studenten en wetenschappers van de Stanford Universiteit. De oprichters van Google deden daar bijvoorbeeld promotieonderzoek,

terwijl ze aan hun wereldvermaarde zoekmachine bouwden.

Cultuuromslag is nodig

Als het contact tussen het bedrijfsleven en de wetenschap goed is, wordt de weg van het lab naar de praktijk automatisch korter. Van Saarloos vindt daarom dat Nederlandse wetenschappers gemakkelijker een eigen bedrijfje moeten kunnen beginnen. Het probleem is dat wetenschappers hier in dienst zijn van de semi-overheid. Dat maakt het lastiger voor hen om 'in de baas z'n tijd' een start-up te beginnen waar ze zelf financieel beter van worden. De VS hebben privé-universiteiten die het accepteren als een hoogleraar een dag in de week bij een start-up betrokken is. En als hij daar zelf beter van wordt, is dat helemaal niet erg, want

het hele systeem wordt er beter van. 'In Nederland zou hier naar mijn persoonlijke mening meer ruimte voor moeten komen', zegt Van Saarloos. 'Maar daar is wel een cultuuromslag voor nodig.'

Het kabinet lanceerde in 2011 een plan om de innovatie te versnellen. Het heeft negen topsectoren aangewezen waarin Nederland internationaal uitblinkt, zoals water, chemie en energie. Universiteiten, overheid en bedrijfsleven moeten beter samenwerken, en bedrijven moeten meevinvesteren in onderzoek. Stichting FOM draagt daar al een steentje aan bij. 'Een onderzoeker van AMOLF, een van onze onderzoeksinstituten, werkt bijvoorbeeld al vijf jaar bij Philips om onderzoek naar nanofotonica te doen', vertelt Van Saarloos. Oftewel: het gebruik van licht op een hele kleine schaal. In de toekomst ►

Wordt Nederland het Silicon Valley van Europa?

- kan nanofotonica nieuwe toepassingen op gebieden als communicatietechnologie, lasers en zonnecellen mogelijk maken. Van Saarloos: 'Nu begint Philips in te zien dat er allerlei ongekende mogelijkheden zijn, en willen ze de samenwerking uitbreiden.' Het duurt dus soms wel even voordat wetenschappers en bedrijven beseffen hoe ze elkaar kunnen helpen. Maar als het eenmaal zo ver is, dan heeft iedereen daar baat bij. En innoveren kan dan plots een stuk sneller gaan.

Silicon Valley.nl

NWO brengt op verschillende manieren wetenschappers en bedrijven bij elkaar. Zo doet technologiestichting STW vooral fundamenteel onderzoek. 'Maar als je daar als onderzoeker een plan indient, moet je ook al aangeven wie de mogelijke gebruikers zullen zijn van de resultaten van je onderzoek', zegt Van Saarloos. 'Die gebruikers moeten ook een bijdrage leveren aan het onderzoek. Bijvoorbeeld door eraan mee te betalen, of faciliteiten beschikbaar te stellen.' Ook de Stichting

FOM heeft een zogenoemd 'Industrial Partnership Programme' dat tot doel heeft dit soort samenwerkingsverbanden te bevorderen. En door al deze inspanningen weten bedrijven en wetenschappers in Nederland elkaar steeds beter te vinden.

Voor wetenschappers geldt bovendien dat ze steeds vaker na moeten denken over hoe ze hun kennis kunnen benutten. Valorisatie of kennisbenutting heet dat. Van Saarloos wil graag dat ons land een 'Research and Innovation Delta' wordt, net als Silicon Valley. Volgens hem zitten we daar niet eens zo ver vanaf. Nederland presteert goed in de wetenschap en heeft bijvoorbeeld al een grote naam als het om bètavakken gaat. Qua natuurkunde, chemie en materialenonderzoek lopen we voorop. En doordat we zo'n klein landje zijn, zit alle kennis dicht bij elkaar. Van Saarloos: 'Ik zeg altijd maar: Nederland is niet zo heel veel groter dan Silicon Valley.' ■

jerwin.de.graaf@quest.nl



Louis Pasteur legde in dit lab de basis voor de microbiologie.

! MEER INFORMATIE

tinyurl.com/topsectoren: site met informatie over het topsectorenbeleid.

www.fom.nl: homepage van de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM).

www.stw.nl: homepage van Technologiestichting STW.



Een PET-scanner is een goed voorbeeld van een praktische toepassing die uit fundamenteel onderzoek voortkwam.

Veni, Vidi, Vici

Wetenschappelijk talent met een vernieuwend onderzoeksplan kan geld van NWO bemachtigen. Voor pas gepromoveerde onderzoekers is er de Veni van maximaal 250.000 euro, voor meer ervaren wetenschappers de Vidi van 800.000 euro. De Vici van 1,5 miljoen euro is er voor senior wetenschappers.

Je kreeg achtereenvolgens een Veni, een Vidi en een Vici. Dat komt zelden voor. Hoe doe je dat?

‘Dan moet ik speculeren, want ik heb de aanvragen van de concurrentie niet gezien. Ik denk dat het voor mij een voordeel is dat onderzoek naar ADHD maatschappelijk relevant is en dat men zich er iets bij voor kan stellen. Daarnaast is het belangrijk dat het onderzoek internationaal gedragen wordt en dat het vernieuwend is. Verder helpt het waarschijnlijk dat met drie aanvragen in acht jaar inmiddels een mooie, continue onderzoekslijn is ontstaan.’

Waar gebruik je het geld voor?

‘Mijn onderzoek is erop gericht om de biologie van ADHD te begrijpen, zodat er betere behandeling te bedenken is. Ik bekijk onder andere de hersenontwikkeling bij kinderen met ADHD. Dat doen we voornamelijk met MRI-scans. Wat verandert er naarmate die kinderen ouder worden?’

‘Inmiddels heb ik met de Vici-beurs mijn eigen onderzoeksgroep verder uit kunnen bouwen met twee onderzoeksassistenten, twee promovendi en een postdoc. We blijven ons richten op de ‘imaging’ van ADHD, dus het in beeld brengen van de hersenen met MRI. Kinderen vinden het vaak spannend om in een MRI-scanner te gaan. Dat is ook intimiderend, zelfs voor volwassenen. Eén van de eerste dingen die ik daarom heb gedaan, is een meubelmaker een nep-MRI laten maken waar de deelnemers in kunnen oefenen voordat ze aan het onderzoek meedoen. In-

middels staan er van die oefenscanners in ziekenhuizen in het hele land.’

Hoe ben je ooit in dit vak terechtgekomen?

‘Tijdens mijn studie biopsychologie liep ik stage bij een onderzoek naar schizofrenie. Ik was toen al vooral geïnteresseerd in de hersenen, wat je daarvan op scans kunt zien en hoe je kunt meten en testen. Ik weet nog dat ik in een boek over biopsychologie die mooie platen van onze hersenen zag. Ik wilde toen al onderzoek doen bij mensen. En ik was geïnteresseerd in de ontwikkeling van kinderen. Het zijn allemaal dingen die zijn samengekomen in mijn onderzoek.’

Wat wil je nog graag onderzoeken?

‘Wat ik leuk vind aan ons onderzoek is dat er veel verschillende invalshoeken bij elkaar komen. Het gaat om genetica, om hersenen, cognitie en psychiatrie. Maar het lastige bij ons onderzoek is dat de resultaten altijd correlatief blijven. Je ziet dat er een samenhang is tussen gebeurtenis X en Y, maar komt dat omdat X tot Y leidt, of is er nog een Z die beide veroorzaakt? Met dit type onderzoek kun je dat vaak niet weten. Een manier om dat probleem aan te pakken is om samen te werken met dieronderzoekers. Proefdieren kun je beter manipuleren dan mensen en dus kun je makkelijker de effecten van bijvoorbeeld genetische verschillen onderzoeken. Maar die samenwerking vindt nog niet vaak plaats, want dieronderzoekers en mensonderzoekers spreken vaak niet dezelfde taal. Ik zou daar wel mee aan de slag willen gaan.’

SARAH DURSTON (38), hoogleraar ontwikkelingsstoornissen van de hersenen aan de afdeling psychiatrie bij het UMC Utrecht, kreeg een Vici in 2011.

Is pesterij via internet echt
een probleem?

Online pispaaal?

Sinds de verhalen over MySpace-zelfmoorden en banglijsten heerst er paniek. Het lijkt alsof er overal op internet pestkoppen op de loer liggen om jonge internetgebruikers het leven zuur te maken. Maar klopt dat beeld wel?

TEKST: MELANIE METZ

De dertienjarige Amerikaanse Megan Meier wisselde al een tijdje via de sociale netwerksite MySpace berichtjes uit met Josh van zestien. Ze had hem nog nooit ontmoet, maar ze was smoorverliefd. Dat leek wederzijds. Na een maand werden Josh' posts onaardiger. En Megan werd steeds droeviger. Het laatste bericht dat haar cyberliefje stuurde was: 'Jij bent het niet waard om te leven.' Later werd Megan gevonden: ze had zich opgehangen. 'Josh', zo bleek later, bestond niet. Hij was een verzinsel van een buurvrouw. Haar dochter en Megan hadden ruzie, en uit wraak had de vrouw een nep-account aangemaakt onder de naam Josh Evans. Ze plaatste er een foto van een knappe jongen bij. Op die manier kon ze Megan ongestoord treiteren. Uiteindelijk werd ze veroordeeld tot drie jaar gevangenisstraf.

De wereld was in 2006 geschokt over de Megan Meier-zaak. Ook in Nederland zat de schrik erin. Discussies laaiden op: hoe schadelijk is internet eigenlijk voor kwetsbare jongeren? Er volgden steeds meer nare berichten over 'bangalijsten' (waarop meisjes voor 'slet' worden uitgemaakt) en 'bezemfilmpjes' (filmpjes waarin foto's van Hyves worden geplukt, en versierd worden met scheldwoorden). Het lijkt daardoor of jongeren op internet alleen maar in de problemen komen.

Cijfers verrassen

De ophef na de zaak van Megan Meier vroeg om nuchter onderzoek. Simone van der Hof, hoogleraar recht- en informatiemaatschappij aan de Universiteit Leiden, startte dit onderzoek op. Zij kreeg daarbij hulp van Sindy Sumter, ontwikkelingspsycholoog van onderzoeksbureau Jeugd en Media van de Universiteit van Amsterdam, om de harde cijfers boven tafel te krijgen. Hoeveel jongeren worden er in Nederland via internet gepest? Interviews afnemen over zo'n gevoelig onderwerp zou lastig kunnen worden. Ze lieten

Zo'n 20 minuten nadat Megan haar laatste berichtje naar 'Josh' stuurde, werd ze dood gevonden.



daarom 400 jongeren tussen de twaalf en zeventien jaar vragenlijsten invullen. Uit hun kleine onderzoek bleek dat opvallend weinig kinderen last hadden van cyberpesterij. Van der Hof en Sumter vergeleken hun resultaten met die van een groter onderzoek, een studie van de Europese Commissie naar internetpesterij onder negen tot zestienjarige kinderen. Ook daaruit rolde een opmerkelijk laag percentage. Van de Nederlandse jeugd werd vier procent via internet gepest. 'Daar stonden we van te kijken', zegt Van der Hof. 'De media-paniek was zo groot na zaken als de Meier-case. Het beeld heerste dat het op internet een en al ellende was. Maar dat bleek toch iets genuanceerder te liggen.'

Pester is niet creatief

De onderzoekers deden nog een andere, min of meer geruststellende ontdekking. Sindy Sumter: 'De kinderen die online worden gepest, worden vaak ook offline getreiterd'. Oftewel: op school of op straat. Vervelend, maar het betekent ook dat de cyberpestkop meestal een bekende is van de gepeste. Een vervelende klasgenoot of buurjongen dus. Geen wildvreemde of doorgedraaide volwassene, zoals dat bij Megan Meier het geval was. Dat maakt veel gevallen van cyberpesten een stuk makkelijker om aan te pakken. Ouders en leerkrachten kunnen een pestkop uit de klas op zijn gedrag aanspreken. Dat zou bij een anonieme plaaggeest een stuk lastiger worden.

Maar wat doen de pestkoppen precies? Is het van achter een veilig computerscherm niet makkelijk om een stap verder te gaan, naar dreigen bijvoorbeeld? Of ►

Kindertelefoon 2.0?

Hoe help je kinderen als ze online gepest worden? Janneke van der Zwaan van de Technische Universiteit Delft experimenteert met een 'cyberbuddy', een virtueel figuur waarmee kinderen kunnen chatten als ze het moeilijk hebben. De figuur heet Robin, en hij houdt het midden tussen een teddybeer en een Teletubbie. Testpersonen tussen de 14 en 16 jaar mochten problemen (geen echte, maar

uit een script) voorleggen aan Robin. Vonden de tieners het niet raar om een Teletubbie om raad te vragen? 'Juist niet', zegt Van der Zwaan. 'Uit verschillende onderzoeken blijkt dat jongeren liever niet direct op een volwassene afstappen. Een virtuele agent heeft meer afstand. Dat voelt veiliger.' Tijdens het experiment zat er een psychologiestudent achter de knoppen om Robins antwoorden in te

tikken. Zou Robin, als hij eenmaal zelfstandig kan antwoorden, een soort nieuwe kindertelefoon kunnen worden? Diepe gesprekken kan Robin waarschijnlijk niet voeren. Maar jongeren zouden wel in eerste instantie hun ei bij hem kwijt kunnen. Hij kan dan advies geven om vervolgens met ouders, een leerkracht, of hulpdienst te praten. 'Dan is de eerste drempel in elk geval genomen', zegt Van der Zwaan.

Vaak worden kinderen die online getreiterd worden ook offline gepest

- om iemand te gaan stalken? 'In theorie is die stap inderdaad kleiner, omdat je je slachtoffer van achter de computer niet ziet', zegt Sumter. Maar in de praktijk blijken regelrechte doodsb bedreigingen vrijwel nooit voor te komen. Klachten over seksueel getinte informatie, zoals namen op bangalijsten, kwamen ze ook niet tegen. Hoe komt dat? Omdat internetpesterij eigenlijk nauwelijks verschilt van getreiter op het schoolplein: roddelen, in de trant van 'die wil verkering met die'. Ook uitsluiting, bijvoorbeeld iemand negeren in chatgesprekken, is een pesterij die veel genoemd wordt. Niet leuk, maar ook niet erg extreem, zegt Sumter. 'Cyberpestkoppen zijn weinig creatief.'

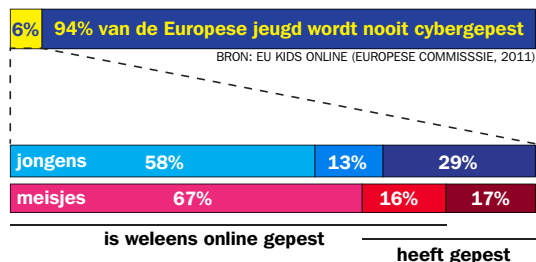
Pesterij maakt bang?

Extreem cyberpestgedrag blijkt zeldzaam. Maar kunnen de effecten van 'onschuldige' pesterijtjes niet toch hard aankomen bij een tiener? Wat de gevolgen van cyberpesten kunnen zijn, gaat ontwikkelingspsycholoog Sumter nu onderzoeken. Zij en haar collega's volgen een groep van 1200 jongeren van verschillende basisscholen en middelbare scholen, een paar jaar lang. Ze vraagt daarbij naar de erva-



Pestkoppen worden gepest

Uit onderzoek naar onlinepestgedrag onder 9- tot 16-jarigen van de Europese Commissie bleek dat ernstig cyberpestgedrag redelijk weinig voorkomt in Nederland: het staat op 4 procent. In heel Europa bleek 6 procent van de jeugd last te hebben van cyberpesterij. Er werd ook gevraagd of kinderen zelf pestten. Een aantal pestkoppen werd zelf ook (terug)gepest. Hieronder de statistieken.



ringen met cyberpesterij, maar ook naar psychische klachten zoals depressiviteit of angst. Definitief zijn de resultaten van het onderzoek nog niet. Maar Sumter ziet wel al een patroon: 'Het lijkt erop dat kinderen die worden gepest op internet, ook vaker last hebben van somberheid of angst.' Maar zijn ze depressiever en angstiger doordat ze getreiterd worden? Of worden zulke kinderen eerder een mikpunt van pesten, doordat ze al angstig of droevig waren? Dat moet nog blijken. 'Het is mogelijk dat op internet gepest worden het nare effect van 'gewone' pesterij versterkt', zegt Sumter. Of dat echt zo is, moet nog blijken. En dan nog is het onderzoek niet klaar. 'Over een paar jaar bekijken we precies dezelfde kinderen nog een keer, om te zien of dat nog verandert.'

Kleuter mag niet slaan

Vooralsnog lijkt het in Nederland mee te vallen met de cyberpesterij. Maar: vier

procent gepeste Nederlandse kids, dat zijn er natuurlijk nog altijd een enkele duizenden. Hoe bescherm je hen? 'Het is belangrijk niet alleen maar te focussen op het gepest via internet', zegt Sumter. Omdat het internetpesten vaak samen gaat met 'offline' pesten, moet je naar alle problemen van een kind kijken. Waarom wordt het gepest? 'Kinderen moeten eerst zelfvertrouwen krijgen, daar begint het mee.' En pestgedrag in het algemeen, dat moet goed worden aangepakt. Scholen hebben daarvoor al lesprogramma's en 'pestprotocols' waarin wordt uitgelegd hoe de leerlingen zich moeten gedragen. En als dan het cybertreiteren toch door gaat? Keihard straffen heeft weinig zin volgens internetrecht-expert Simone van der Hof. Jongeren zijn namelijk impulsief. In combinatie met technieken waarmee je in een seconde een vervelende of schadelijke foto online zet, gaat dat nu eenmaal snel mis. 'En dan staat er iets



Een vervelende foto van Facebook plukken en de wereld in slingeren, is zo gebeurd.

Online-ellende

In Nederland ging de laatste jaren het een en ander mis met jongeren en internet. Een paar beruchte incidenten.

Facebookmoord

Wat gebeurde er? Joyce 'Winsie' Hau (15) uit Arnhem schreef in januari 2012 iets onaardigs op Facebook over een vriendin. Die was daar zo kwaad over, dat ze een vriend (ook een tiener) inschakelde om wraak te nemen. Hij stak, op haar aanwijzingen, Winsie neer, die daarop overleed.

Gevolg? De jonge moordenaar kreeg een jaar jeugdetentie en tbs. Hoewel zijn daad weinig met het sociale medium te maken had, ging zaak als de 'Facebookmoord' de geschiedenis in.



Twitterzelfmoord

Wat gebeurde er? De 13-jarige Livia uit Pijnacker zou in mei 2012 zelfmoord hebben gepleegd omdat ze op een bangalijs (een lijst van gewillige meisjes) zou staan. Ze twitterde door, tot haar dood.

Gevolg? De term 'bangalijs' werd bekend door deze zaak, hoewel Livia's dood uiteindelijk niets met een dergelijke lijst te maken bleek te hebben.

YouTube-scheldpartij

Wat gebeurde er? Van 2 leerkrachten en 2 leerlingen van het Leidse Bonaventuracollege werden in 2010 ranzige filmpjes in elkaar gezet, met foto's van Hyves en Facebook. De grapjassen plakten er teksten op als 'Kijk die vieze bezem' (Bezem is straattaal voor 'sukkel' of 'hoer').

Gevolg? De politie pakte een dader. YouTube trof geen maatregelen tegen de 'bezemfilmpjes'. Er zwerven er nog tientallen rond.

online zonder dat ze zich realiseren wat ze aanrichten.' Hoe moet het dan wel? Leerkrachten en ouders zullen jongeren aan moeten leren dat je dus wel twee keer moet nadenken over wat je online zet. Dat opvoeders het verschil niet precies weten tussen Tumblr, MySpace, Hyves of Facebook, is geen excuus. Van der Hof: 'Ook al weet je niet alles van internet, je kunt een kind natuurlijk best vertellen dat je er geen mensen uitscheldt. Dat doe

je in het echte leven namelijk ook niet.' Jongeren van internet weghouden is in elk geval geen optie, volgens de onderzoekers. Daarvoor is het te belangrijk geworden voor hun sociale leven. 'Ze staan 24 uur per dag met elkaar in contact, via computers op school en thuis. Vanaf de eerste klas van de middelbare school hebben ze Blackberry's en andere smartphones', legt Sumter uit. En bij die ontwikkeling horen ook nieuwe sociale

regels, vult Van der Hof aan: 'Als kleuter leren kinderen dat ze niet mogen slaan en schoppen. Als tiener moeten ze gaan leren zich ook op internet fatsoenlijk te gedragen.'

melanie.metz@quest.nl

Slachtoffer nummer 1

Het eerste bekende slachtoffer van cyberpesterij was een 14-jarige *Star Wars*-fan. De Canadese Ghyslaine Raza filmde zichzelf terwijl hij Darth Maul imiteerde, met een golftriboot bij wijze van lichtwaard. Zijn klasgenoten kregen de videoband in handen, en plaatsten het filmpje van de wild rondspringende jongen online. Hoewel hij vooral veel complimenten oogstte, was Raza *not amused*. Zijn vader klaagde de klasgenoten aan, wat uiteindelijk zelfs tot een schadevergoeding leidde. Het filmpje ging het hele net over, en grapjassen monteerden er licht- en geluidseffecten in. Nog altijd zijn tal van versies op het web te vinden.

MEER INFORMATIE

www.ccam-ascor.nl: meer onderzoek naar jongeren en media.

tinyurl.com/cyberpesterij: Sindy Sumters artikel waaruit blijkt dat kinderen die online worden gepest, vaak ook 'offline' het bokje zijn.

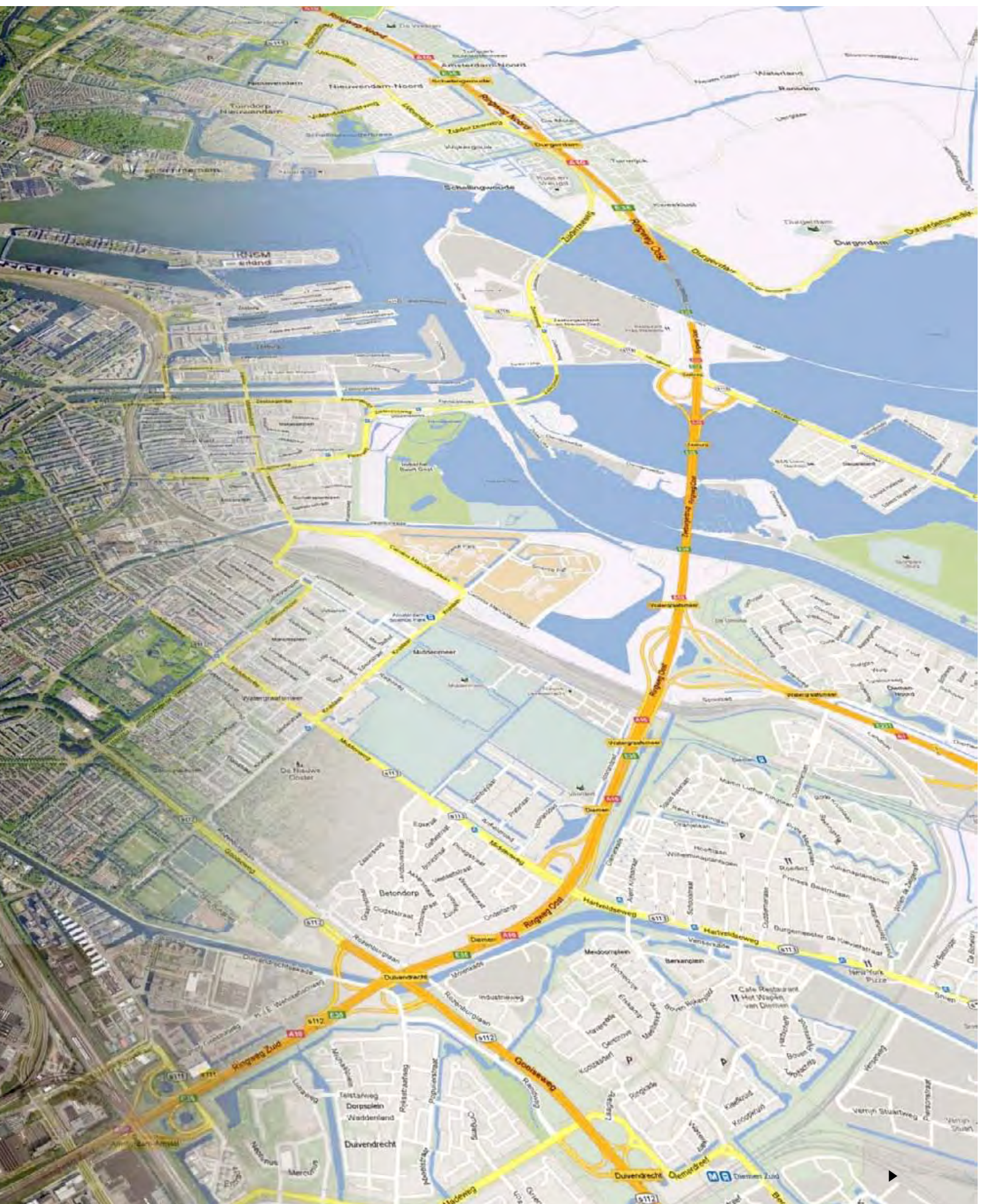
www.nwo.nl/mvi: webpagina van het programma Maatschappelijk Verantwoord Innoveren.

Zullen computers ooit
kunnen kaartlezen?

Kaart op maat

We gebruiken steeds vaker computer-kaarten. Om even te kijken waar dat hotel precies ligt in Google Maps, of om je route te plannen met de TomTom. Hoe worden die elektronische kaarten eigenlijk gemaakt?

TEKST: ANOUSHKA BUSCH



Wat kun je wanneer weglaten? Dat moet de computer leren

Oit moesten kaartenmakers zelf op pad als ze de wereld in kaart brachten. Tegenwoordig zijn zo'n beetje alle gegevens die een cartograaf zich kan wensen al voorhanden. We hebben luchtfoto's, satellietopnames, hoogtemetingen, et cetera. En die worden ook nog eens allemaal voortdurend geüpdatet. Al deze data worden in elektronische vorm verzameld in databases, zogenoemde 'geografische informatiesystemen'. En toch moeten elektronische kaarten nog steeds deels met de hand bewerkt worden. Hoogleraar computationele geometrie Bettina Speckmann van de Technische Universiteit Eindhoven onderzoekt methoden om het maken van kaarten te automatiseren.

Data zijn een rommeltje

Als je toegang hebt tot een geografisch informatiesysteem, is alle informatie die je nodig hebt om een kaart te maken in principe aanwezig. Toch is de stap naar een echte landkaart nog een heel traject. De geografische gegevens komen in allerlei vormen binnen: van ingescande landkaarten en luchtfoto's tot hoogtemetingen en postcodebestanden. Die moeten allemaal naar hetzelfde formaat omgezet worden om er een kaart van te kunnen maken. Vervolgens moeten de data opgeschoond worden. De gegevens zijn een rommeltje. Waarom? Ze komen uit verschillende bronnen en uit verschillende jaren. Metingen kunnen niet nauwkeurig zijn. Verschillende dataverzamelingen beschrijven soms hetzelfde gebied, zodat sommige gegevens dubbel voorkomen. Speckmann geeft een voorbeeld: 'Google Maps heeft over het algemeen erg goede data, maar niet van elke plek in de wereld. Voor de 'minder belangrijke' gebieden hebben ze hun gegevens nooit gecheckt. Toen we afgelopen april in Madeira

waren, bleken heel veel straten daar twee keer op de kaart te staan. Ze hadden twee dataverzamelingen samengevoegd en niemand had die gegevens nog opgeschoond.' Het is dan ook een enorme klus, dat opschonen. Voor Google Maps is een heel team aan het werk dat al jaren niets anders doet dan kaarten aanpassen.

Details worden onoverzichtelijk

Zijn je data eenmaal in orde, dan loop je tegen het volgende probleem op: niet alle gegevens zijn even relevant. Je wilt de overvloed aan informatie die je tot je in je handen hebt graag beperken, om de kaart hanteerbaar te houden. Speckmann: 'Als je alle details die je tot je beschikking hebt uit een geografisch informatiesysteem op een kaart zou willen weergeven, dan wordt die onleesbaar. Voor



Het gaat wel eens mis met digitale kaarten. Blind je TomTom geloven is geen goed idee.

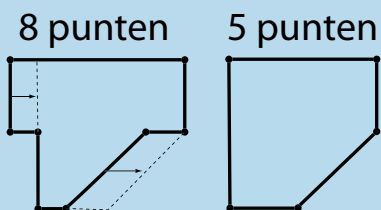
sommige landen hebben we tegenwoordig letterlijk alle geografische gegevens. In feite kunnen we je exact vertellen waar elke straatlantaarn staat.' Dat wil je niet allemaal op je kaart terugzien. Je zou door de bomen het bos niet meer zien. Te veel details maken een kaart onoverzichtelijk. Bovendien doet zo'n enorme hoeveelheid gegevens een grote aanslag op je computergeheugen en dataverwerkingscapaciteit.

Kaart moet simpeler

Welke gegevens je wel en niet op een kaart wilt weergeven, is voor een deel afhankelijk van het doel dat je ermee voor ogen hebt. Een wandelaar is geïnteresseerd in andere informatie dan een automobilist. Als er ergens een rivier stroomt, dan wil je dat vermoedelijk wel weten. Maar geldt dat ook voor de hoogteverschillen en stroomsnelheden? Meestal niet. Behalve als je een rampbestrijder bent en wilt weten waar het gif dat op een bepaald punt in een rivier gelekt is, terecht zal komen. Dan is die informatie ineens van essentieel belang. Ook de schaal van de kaart is belangrijk. Als je heel sterk inzoomt is het prima om heel veel details te hebben: alle kleine kronkelpaadjes en losse huizen mogen best zichtbaar zijn. Maar zoom je verder uit, dan maken al die details de kaart rommelig.

Schuiven en meten

De figuur links, laten we zeggen een ingezoomd gebouw op een kaart, wordt versimpeld tot de figuur rechts, hetzelfde gebouw als je uitzoomt. Er worden 2 lijnstukken een eindje naar rechts opgeschoven waardoor 3 hoekpunten verdwijnen. Maar omdat de lijnstukken even scheef blijven staan (lees: dezelfde hoek houden), blijft de globale indruk van het object hetzelfde. Bovendien blijft het totale oppervlak gelijk. Dat maakt de herkenbaarheid groter.



Ja, deze 'plattegrond' verandert, maar bij het uitzoomen zie je dat nauwelijks.



Pier wordt weg

Om een gebouw, weg of andere elementen van een kaart te versimpelen, is het soms handig om delen samen te voegen. Een gebouw kun je bijvoorbeeld samentrekken met het schuurtje ernaast. Maar dat moet je

wel goed doen. Want trek je een pier samen met de overkant van de haven, zoals in deze kaart van Apple Maps is gebeurd, dan lijkt het of er een pad naar de overkant loopt, terwijl je daar echt zal moeten omlopen.

Oftewel: de kaart moet eenvoudiger worden. Hij moet, zoals dat heet, 'gegeneraliseerd' worden. Op dit moment wordt dat nog deels met de hand gedaan door cartografen.

Om een kaart ook op kleine schaal nog goed leesbaar te maken, verricht een cartograaf behoorlijk wat werk. Als elementen te klein worden om goed zichtbaar te zijn, of als die de kaart vertroebelen, haalt hij ze weg of voegt hij ze samen. Losse huizen worden dan bijvoorbeeld een huizenblok. Een park met paden en gebouwen? Dat wordt een groen vlak. Onbelangrijke details van gebouwen en kleine kronkels in wegen en rivieren laat de cartograaf bij uitzoomen weg. Belangrijke onderdelen worden daarentegen juist weer wat uitgegroot, zodat de kenmerkende ronding van een gebouw bijvoorbeeld nog steeds goed herkenbaar is. Wegen worden als je uitzoomt altijd wat breder weergegeven dan ze in het echt zijn, om ze beter te kunnen volgen. En soms verplaatst de cartograaf elementen zelfs om ruimte te maken voor iets anders. Als je een weg groter maakt, betekent dat ook dat de huizen ernaast wat verplaatst moeten worden.

Kaart wordt berekend

Het onderzoek van Speckmann en haar collega's heeft tot doel om de generalisaties van cartografen te automatiseren. Althans,

met een deel daarvan: Speckmann houdt zich bezig met vereenvoudiging, samenvoeging en het zogeheten 'squaring', het netjes recht maken van lijnen. Hoe pakt ze dat aan? Neem het vereenvoudigen door het verwijderen van details, bijvoorbeeld door bij een oud gebouw kleine hoeken en nissen weg te laten. Concreet wil dat zeggen: het verminderen van het aantal knooppunten waarmee het object beschreven wordt. Want om een computer berekeningen te kunnen laten uitvoeren op kaarten, worden die kaarten opgeslagen in een vorm waar de computer wat mee kan: knooppunten en verbindingen tussen knooppunten. Hoe meer knooppunten, hoe complexer het object. Haal je knooppunten weg, dan hou je een simpelere vorm over. Maar doe je dat willekeurig, dan loop je kans dat het resultaat nog nauwelijks op het origineel lijkt. Je zult dus iets slims moeten verzinnen. Speckmanns oplossing: lijnstukken zo verschuiven dat knooppunten samenvallen.

Computer mist inzicht

Het vereenvoudigen van elementen op een kaart klinkt niet als een erg ingewikkeld probleem. Maar de berekeningen die hiervoor nodig zijn, zijn een heel stuk lastiger dan je zou denken. 'Computers hebben niet het minste ruimtelijk inzicht', verklaart ►

De computer leest geen kaart, hij ziet alleen getallen

- Speckmann. 'Ze kunnen dingen niet ruimtelijk aan elkaar relateren.' Mensen hebben daarentegen een enorm visueel voorstellingsvermogen. Als je een lijnstuk een tikje verandert, zien wij automatisch dat het object eenvoudiger wordt. Maar voor een computer zijn die veranderingen niet meer dan getallen die een andere waarde krijgen.

Voor Speckmann is het bedenken van computerprogramma's zelf maar een deel van het werk. Even belangrijk is het bewijzen dat de programma's daadwerkelijk doen wat ze moeten doen. Dat wil zeggen dat de berekeningen snel genoeg zijn en geen foute resultaten opleveren. Bij het samenvoegen van elementen wil je bijvoorbeeld niet dat een klein gebouw ineens belandt in een groter gebouw dat ernaast staat. Of dat bruggen ineens verdwijnen of juist worden toegevoegd (zie het kader 'Pier wordt weg'). En als je knooppunten gaat verwijderen, dan wil je voorkomen dat er Escher-achtige onmogelijke figuren ontstaan (zie het kader 'Onmogelijke figuren'). Bij een navigatiesysteem is het misschien niet zo erg dat er af en toe een weg niet helemaal op de juiste plek ligt. Maar als je kaarten gebruikt voor rampbestrijding, dan wil je absoluut niet dat er iets mis gaat door een verkeerde weergave van de informatie. Dus moet je kunnen bewijzen dat na de berekening alles nog steeds klopt.

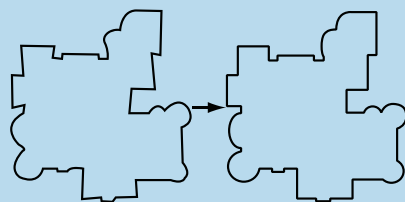
Waarom automatiseren?

Het automatiseren van generalisaties scheelt enorm veel werk. Maar er is nog een groot voordeel: het wordt mogelijk op maat gemaakte kaarten te genereren op het moment dat er behoefte aan is. Wil je een op schaal aangepaste kaart op je computer of mobieltje, dan hoeft je die dus niet meer apart te downloaden. De computer berekent op dat moment zelf hoe de kaart eruit moet komen te zien. Zeker voor mobiele telefoons, waar downloaden veel tijd kost en vaak maar een beperkte hoeveelheid data is toegestaan, is dat de perfecte oplossing. Het is nu nog niet beschikbaar voor op je telefoon, maar in de toekomst zul je Speckmanns onderzoek beslist terugzien. Een onderzoeksgroep in Bremen die een alternatief aan het ontwikkelen is voor Google Maps heeft in elk geval al interesse getoond. ■

redactie@quest.nl

Wat is recht?

Gebouwen hebben gewoonlijk rechte hoeken, dat is bekend. Maar op een kaart is dit soms niet het geval. Als de coördinaten in je database net niet helemaal kloppen, staan de muren ineens schots en scheef. Bettina Speckmanns computerprogramma is in staat om dit weer recht te trekken. Dit wordt 'squaring' genoemd. Het programma houdt rekening met het feit dat sommige onderdelen van een gebouw juist helemaal niet zo recht zijn. De rondingen van een oude kerk bijvoorbeeld.



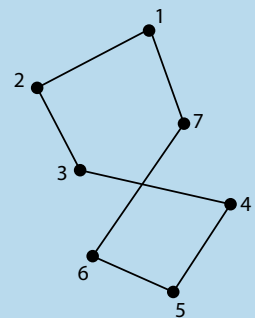
Als van deze 'kerk' alles rechtgetrokken werd, dan bleef er niet veel van over.



Onmogelijke figuren

Als je een tekening maakt door knooppunten met elkaar te verbinden, is het mogelijk om per ongeluk een 'onmogelijke figuur' te maken. Op het eerste gezicht lijkt er niks mis te zijn met onderstaande weergave. Maar als je deze afbeelding wilt gaan bewerken of gebruiken voor analyses of berekeningen, kom je in problemen. Want het gebouw kruist zichzelf. Stel bijvoorbeeld dat je de binnenkant van deze figuur met een kleurtje wilt opvullen. Dan moet je de computer vertellen wat de binnenkant is. Maar welke kant van een lijnstuk is in dit geval binnen en welke buiten? Dat is in dit geval niet met een formule te bepalen. Want begin je bij punt 6 aan de wandeling rond je gebouw, dan beland

je halverwege het lijnstuk ineens aan de binnenkant. Zo'n niet kloppende weergave kan wel tot vervelende situaties leiden. Bijvoorbeeld als de brandweer op basis van zo'n kaart een computer laat analyseren waar vluchtroutes van een gebouw zich bevinden.



Een computer ziet hier niet direct wat de binnenkant is.

! MEER INFORMATIE

tinyurl.com/GeoVisueel: hoe visualiseer je geografische informatie? 'A new method for subdivision simplification with applications to urban-area generalization', Bettina Speckmann e.a., in *Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, ACM (2011)*: vakbladartikel over het simplificeren van elektronische kaarten.

Vals geheugen

Wetenschappelijk talent met een vernieuwend onderzoeksplan kan geld van NWO bemachtigen. Voor pas gepromoveerde onderzoekers is er de Veni van maximaal 250.000 euro, voor meer ervaren wetenschappers de Vidi van 800.000 euro. De Vici van 1,5 miljoen euro is er voor senior wetenschappers.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

'Ik had met een Rubicon-subsidie van NWO in 2006 al een jaar in Harvard gewerkt. Mijn Veni-aanvraag was daar een vervolg op. Het was een duidelijke onderzoekslijn gericht op hervonden herinneringen van kindermisbruik. Het had dus ook duidelijke maatschappelijke relevantie. Natuurlijk is daar de laatste jaren meer belangstelling voor gekomen. Maar ik kreeg mijn subsidie in 2007, voordat Nederland opgeschrikt werd door Robert M. en het seksueel misbruik in de kerk.'

Waar gebruik je het geld voor?

'Ik heb gekeken naar de herinneringen bij volwassenen van misbruik in hun kindertijd. De vraag was of zij die ervaring konden vergeten, maar op latere leeftijd weer konden herinneren. Dat blijkt inderdaad het geval. Men zegt dan vaak dat de herinnering verdrongen is, maar vaak is die onder een ander 'label' opgeslagen. Een kind benoemt een vervelende ervaring nog niet als misbruik, pas later kan een volwassene zich realiseren dat het dat wel was.'

'Die herinnering kan op twee manieren hervonden worden. De eerste is een spontane herinnering door een situatie. Bijvoorbeeld als iemand in de krant leest over misbruik, of als iemand zelf kinderen krijgt en weer terugdenkt aan de eigen kindertijd. Of nog eerder, bij de eerste les biologie over seksualiteit. De tweede manier is als iemand door een therapeut wordt behandeld met een suggestieve techniek, zoals hypnose of het interpreteren van een droom. Het gebeurt regelmatig dat een therapeut vermoedt dat een depressie voortkomt

uit seksueel misbruik in de kindertijd. Sommige psychotherapeuten gaan dan op zoek. Ze zeggen bijvoorbeeld: 'Denk nog eens terug aan toen uw vader u betastte.' Uit mijn onderzoek blijkt dat dit een zeer onbetrouwbare techniek is. Die herinneringen kunnen vals zijn.'

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

'Ik was als student psychologie altijd in het geheugen geïnteresseerd. Mijn oma had Alzheimer en zij was eigenlijk nog maar een schim van wie ze ooit was. Het fascineerde me hoe bepalend herinneringen zijn voor wie je bent. Ik kon een promotieplek krijgen die zich op verdrongen herinneringen richtte. Dan kom je al heel snel bij kindermisbruik uit.'

Wat wil je graag nog onderzoeken?

'De eerste jaren was mijn onderzoek voornamelijk theoretisch, maar nu houd ik me steeds meer bezig met de behandeling van slachtoffers van misbruik. We zijn een nieuwe therapie aan het ontwikkelen waar *virtual reality* bij wordt ingezet om herinneringen te verwerken. Vaak denkt men dat het goed is om angsten weg te stoppen. Op korte termijn werkt dat, maar later leidt het tot meer angst. Daarom bootsen we de herinnering na.'

'Ik doe ook onderzoek naar depressie en angststoornissen. Mensen met een depressie hebben de neiging om veel aandacht te schenken aan het negatieve in hun omgeving, en dat is verbonden met herinneringen. Ik ben nu bezig met een behandeling waarbij patiënten hun werkgeheugen, hun aandacht, verleggen naar het positieve.'

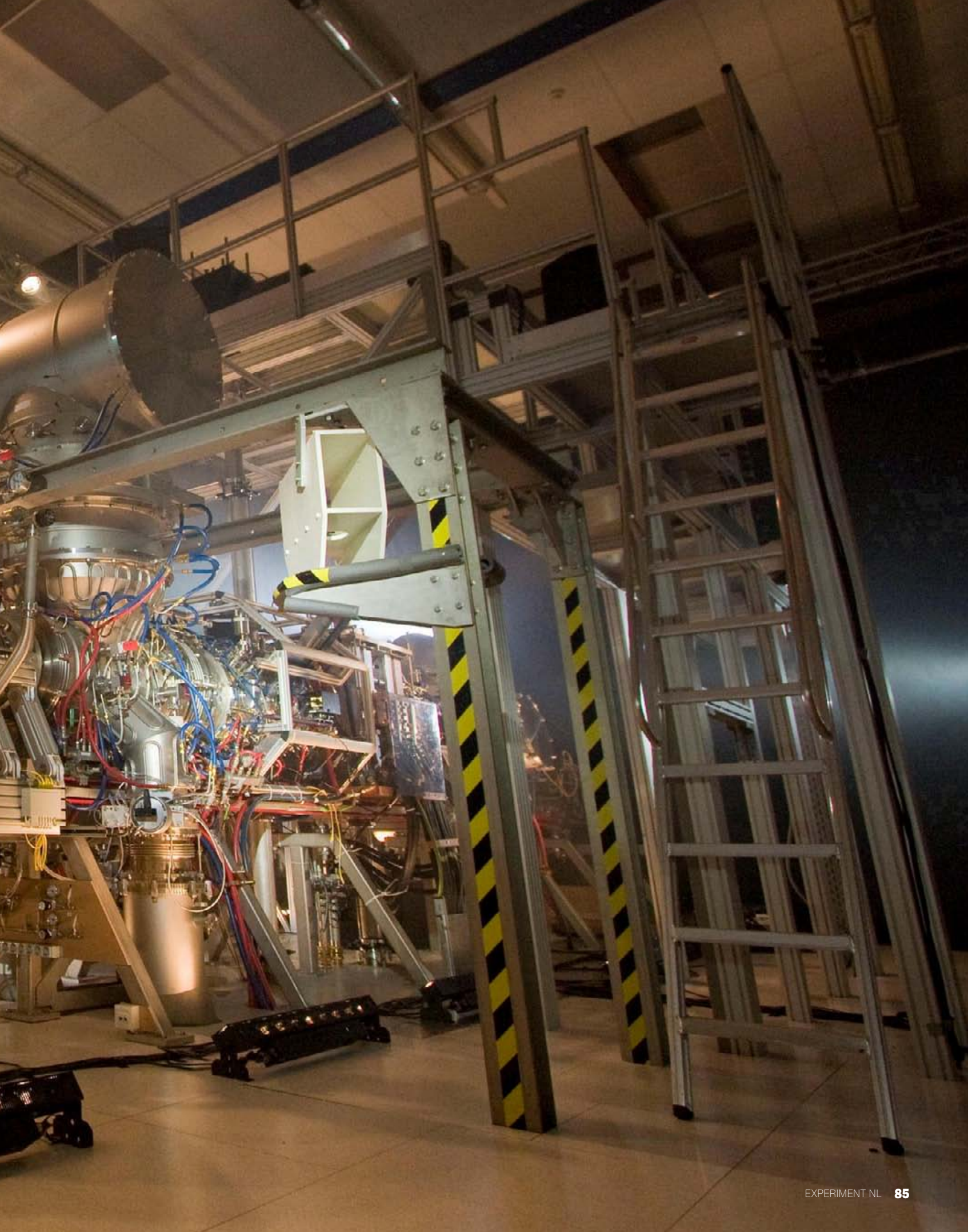
ELKE GERAERTS (30),
psycholoog aan de Erasmus
Universiteit Rotterdam, kreeg
een Veni in 2007.

Kernfusie gaat meer energie opleveren dan het kost

Hete uitlaat

In Frankrijk is men begonnen met de bouw van een kernfusiereactor. Er zijn nog wel wat moeilijkheden, want hoe maak je de uitlaatpijp bestand tegen een temperatuur van ruim 10.000 graden? Nederland zoekt naar oplossingen.

De Magnum-PSI is een uniek apparaat. Het kan als enige installatie ter wereld nu al gloeiendhete omstandigheden creëren waar stoffen mee te maken zullen krijgen in de toekomstige ITER-reactor.



'We werken aan de grenzen van het kunnen'

Dit is hem dan', zegt Pedro Zeijlmans van Emmichoven van DIFFER, het instituut voor funderend energieonderzoek dat in Nieuwegein gevestigd is. Trots wijst hij op 'zijn' Magnum-PSI. We staan voor een glimmende kolos van roestvrijstalen pijpen, koelapparaten, zoemende pompen, groene en rode kabels, gele gasbuizen, stukken regenpijp, kijkvensters en magneetspoelen. Terwijl we om het vijftien meter lange, vier meter hoge en zes meter brede apparaat heenlopen, boort een machinebouwer gaten in een regalkast. 'Paul, kun je misschien even stoppen, alsjeblieft?'

Fundament is al klaar

Officieel staat Magnum-PSI voor 'magnetized plasma generator and numerical modeling for plasma surface interactions'. Maar de naam is ook een knipoog naar *Magnum P.I.*, de Amerikaanse televisieserie uit de jaren tachtig waarin privé-detective Thomas Magnum, getooid in een Hawaïihemd en zwaaiend met een revolver, de ene na de andere zaak oplost. Want zaken oplossen door te schieten, dat is wat Magnum-PSI moet gaan doen. Alleen mikt het Magnum-PSI-kanon niet op mensen, maar op plakjes koolstof en wolfram. En de zaak die moet worden opgelost, is hoe de wand van de uitlaat van de nog te bouwen experimentele kernfusiereactor ITER eruit moet gaan zien. De nu geplande reactorwand wordt halverwege de levensduur van ITER vervangen. Magnum-PSI wil helpen om die tweede wand ideaal te maken, zodat die bestand is tegen een langdurige blootstelling aan zeer extreme omstandigheden. 'We werken echt aan de grenzen van het kunnen', aldus Zeijlmans van

Emmichoven. 'We zijn de enigen op de wereld die nu reeds de omstandigheden kunnen opwekken die in ITER zullen heersen.' En dat is niet onbelangrijk: kernfusie heeft namelijk de potentie om op den duur de uitgeputte fossiele brandstoffen te vervangen.

Fusie levert energie

Eerst maar de basis. ITER vloeit voort uit een initiatief dat Michail Gorbatsjov en Ronald Reagan, de toenmalige leiders van de Sovjet-Unie en de VS, halverwege de jaren tachtig namen. De twee grootmachten sloegen de handen ineen om op de lange termijn een oplossing te zoeken voor het energieprobleem. Want ook toen al was duidelijk dat het aardgas en de aardolie ooit zullen opraken. Er zijn wel alternatieven, zoals windmolenparken op zee en zonnepanelen op daken, maar parken en panelen nemen veel ruimte in. En die is niet ruim voorhanden in steden en industriegebieden. Ook kerncentrales leveren bruikbare alternatieve energie, maar zaden ons op met afval dat nog lange tijd radioactief is. We moeten dus op zoek naar iets anders dat aan onze groeiende energiebehoefte kan voldoen. Kernfusie bijvoorbeeld.

Hoewel de termen veel op elkaar lijken, is kernfusie iets compleet anders dan kernenergie. Bij kernenergie splits je een groot atoom, bijvoorbeeld uranium, in twee kleinere atomen. Daar komt energie bij vrij. Bij kernfusie doe je in feite het omgekeerde: je smelt twee kleine atomen juist samen. Daarbij komt nog veel meer energie vrij, en er ontstaat minder afval dat ook minder radioactief is.

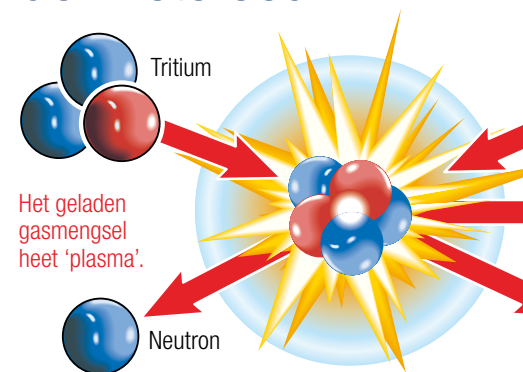
De samen te smelten atomen zijn tritium en deuterium. Beide zijn een variant van waterstof, het kleinste atoom op aarde. Tritium kan met behulp van de fusiereactor zelf gemaakt worden, en deute-

rium zit in zeewater. Maar helaas fuseren tritium en deuterium niet zomaar. Eerst moet je de juiste omstandigheden creëren. De eerste stap is dat tritium en deuterium in gasvorm de fusiereactor in worden geschoten, waar het mengsel door een grote elektromagneet onder stroom wordt gezet. Daardoor verliezen de atomen hun elektronen en ontstaat er een geladen gasmengsel, dat 'plasma' wordt genoemd. Vervolgens vuren onderzoekers er radio- en microgolven op af. De temperatuur van het plasma stijgt dan naar 100 tot 200 miljoen graden Celsius. Dat zorgt ervoor dat de twee stoffen uiteindelijk smelten.

Donut wordt heet

Dat wil zeggen: mits de reactor nog steeds bestaat. Want er is niets op aarde dat tegen zulke hoge temperaturen kan. Het aller-

Kernenergie voor de 21ste eeuw



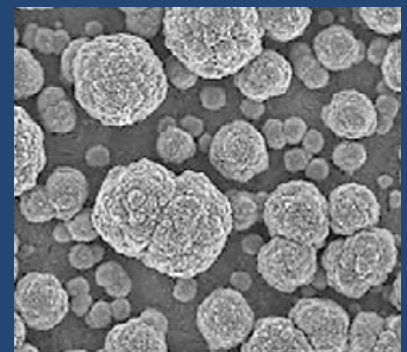
Pas bij een temperatuur van 100 miljoen graden Celsius kunnen tritium en deuterium samensmelten.

Bloemkoolstof

Op papier lijkt koolstof een goed materiaal om in de wand van de uitlaat van een kernfusiereactor te verwerken. Het kan namelijk niet smelten, een groot voordeel ten opzichte van metalen. Maar koolstof kan wel beschadigen of vervormen. Om dat te onderzoeken bombardeerde promovendus Kirill Bystrov plaatjes koolstof met een straal heet plasma. Vervolgens legde hij de plaatjes onder de microscoop en ontdekte tot zijn verrassing dat het oppervlak

bezaaid was met minuscule koolstof bloemkooltjes. Hoe langer de beschieting, hoe groter de bloemkooltjes. Bystrov werkte samen met het Forschungszentrum Jülich in Duitsland en de Universiteit van Basel in Zwitserland. De bloemkooltjes betekenen slecht nieuws voor ITER, want de kooltjes kunnen loslaten van de wand en de reactor vervuilen. Bystrov: 'Je zou dikke wanden kunnen maken, maar er komt stof in de machine en dat krijg je met geen mogelijk-

heid weg.' Daarom verzet ITER de bakens nu naar een wand van wolfram. Tegelijkertijd vormt de ontdekking een onverwacht aangrijpingspunt voor een andere groep wetenschappers, de nanotechnologen. Want met het bombardement van plasma van Bystrov en zijn collega's kun je mogelijk niet alleen nanobloemkooltjes maken, maar ook nanobuisjes en nanoraden. En dat duizenden keren sneller dan met de huidige technieken.



De ontdekking van minuscule bloemkooltjes haalde in 2011 de omslag van het *Journal of Nuclear Materials*.



De funderingen van de toekomstige fusiereactor ITER zijn zo ontworpen dat ze bestand zijn tegen aardbevingen.

Op weg naar ITER

'Iter' is het Latijnse woord voor 'weg'. De fusiewereld wil met ITER de technische haalbaarheid van fusie als energiebron aantonen. Enkele indrukwekkende cijfers.

80.000 kilometer draad is nodig om de magneetspoelen te maken. De spoelen zijn niet gemaakt van koperdraad zoals bij normale spoelen, maar van supergeleidend niobium-tin.

5000 bouwvakkers zullen in 2014 tijdens het hoogtepunt van de bouw dagelijks over de bouwplaats krioelen.

13 miljard euro zijn de geschatte bouwkosten.

Een precieze berekening is lastig te maken omdat de deelnemende landen veel materiaal in natura leveren.

73 meter hoog wordt het

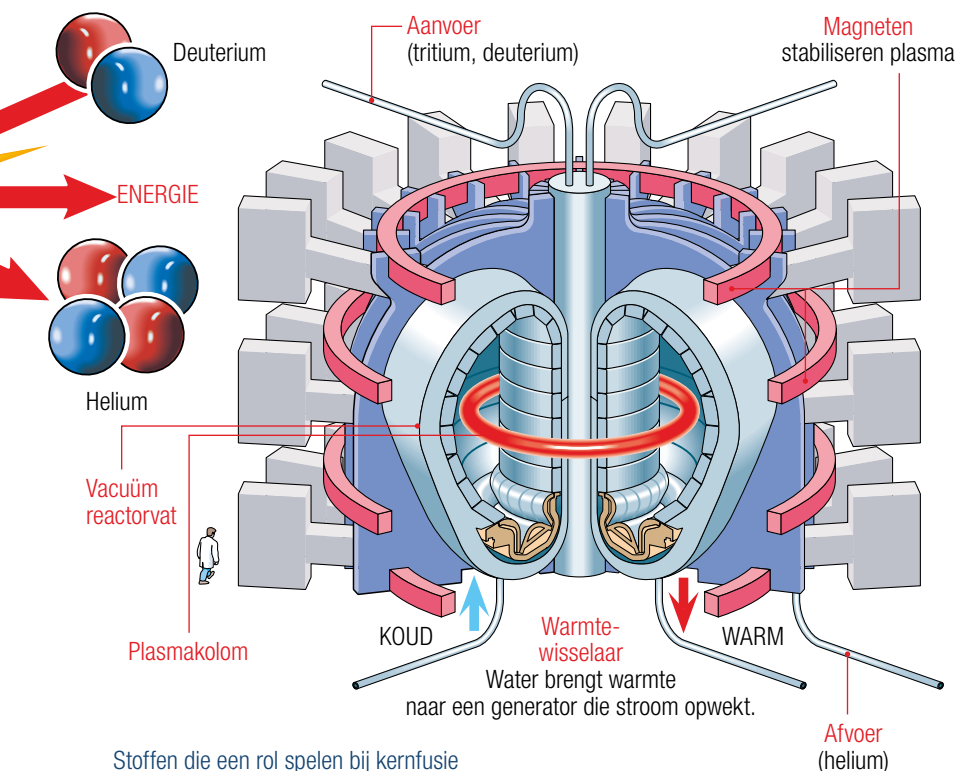
gebouw waar de fusiereactor in komt. Dat is ongeveer zo hoog als een flat van 25 verdiepingen.

150 miljoen graden wordt het in het binnenste van de fusiereactor. Dat is 10 keer heter dan de kern van de zon.

6 bar is de druk in de reactor. Dat is 2 à 3 keer zo hoog als in een autoband en enorm veel lager dan de druk in de zon.

100 kilometer is de ITER Itinerary, de speciale weg voor zwaar transport die van de haven bij Marseille naar de bouwplaats loopt.

Een tritiumkern en een deuteriumkern versmelten tot een zwaardere heliumkern. Daarbij wordt een neutron uit de plasmakolom geslingerd, waardoor er warmte (en dus energie) vrijkomt.



Stoffen die een rol spelen bij kernfusie



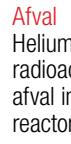
Deuterium
Waterstof-isotoop dat aan water is onttrokken.



Tritium
Waterstof-isotoop gemaakt met lithium.



Lithium
Metaal wordt gebruikt voor de productie van tritium.



Afval
Helium en kortlevend radioactief afval in de reactorwand.

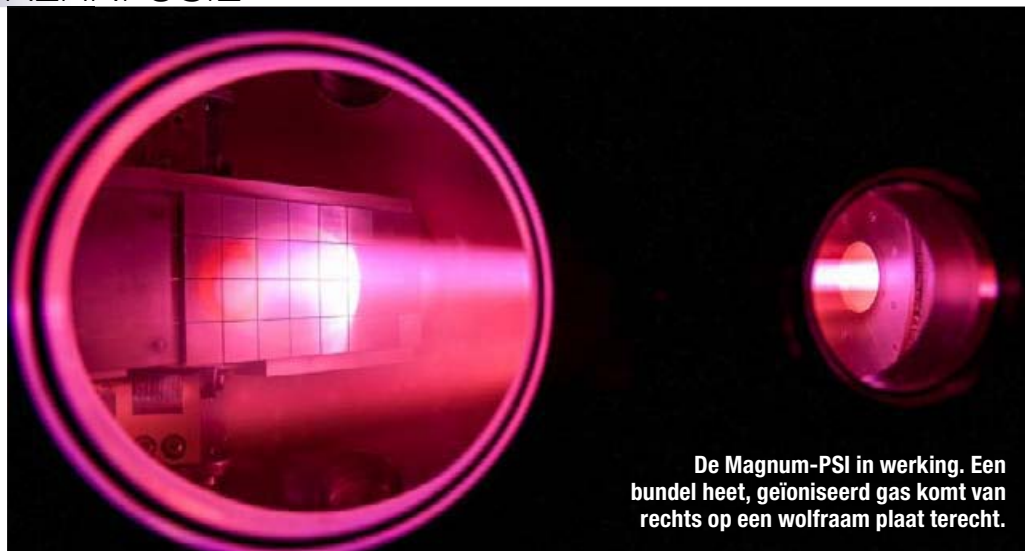


hardste materiaal smelt al vanaf 3500 graden. Maar Russische wetenschappers bedachten daar eind jaren vijftig wat op. Zij ontwierpen een donutvormige reactor met heel sterke magneten eromheen. Het magneetveld houdt het gloeiende plasma gevangen en zorgt dat het niet tegen de wand komt. Ze begonnen met een kleine donut, met vrij lage plasmatemperaturen en bescheiden magneten. Andere landen gingen meedoen, en zo werden er steeds grotere donuts met sterkere magneten en oplopende temperaturen ontwikkeld.

In ITER moet alle verzamelde kennis samenkomen. De donut van deze reactor krijgt een doorsnede van dertig meter, wordt omgeven met tonnen zware, supergeleidende magneten en gaat, volgens de berekeningen, een temperatuur van 200 miljoen graden bedwingen. Het kostte gesteggel over de locatie van de reactor (Frankrijk of Japan), en over wie hoeveel van de geraamde kosten (dertien miljard euro) zou betalen. Dat is nu besloten. De locatie is het Zuid-Franse Cadarache. Het geld is er inmiddels ook. Europa betaalt de helft. India, Japan, Zuid-Korea, China, Rusland en de Verenigde Staten financieren elk een twaalfde deel. Slechts tien procent van het budget bestaat uit cash geld, de rest wordt in natura geleverd en bestaan uit materialen en diensten.

Uitlaat smelt

De Magnum-PSI maakt daar deel van uit, vertelt Zeijlmans van Emmichoven. 'Wij laten hier plasma van meer dan 10.000 graden botsen met stukjes wandmateriaal.' Want hoewel het verzengende ►



De Magnum-PSI in werking. Een bundel heet, geïoniseerd gas komt van rechts op een wolfram plaat terecht.

De 'uitlaat' moet het hete helium naar buiten werken

- plasma van 150 miljoen graden de reactorwand niet zal raken, wordt die wel heet van het afval dat bij de fusie ontstaat: neutronen en heliumatomen. Onvermijdelijk knallen de neutronen tegen de wand en warmen die op. Maar waar de Nederlanders zich vooral op richten, is het materiaal van de zogeheten 'divertor', de 'uitlaat' van de reactor. Die moet de hete heliumkernen naar buiten werken, omdat het helium anders de fusiereactie verstoort. De uitlaat kan gekoeld worden, maar de koeling voorkomt niet dat de uitlaat slijt. Daarom wordt gezocht naar manieren om de slijtage zo veel mogelijk tegen te gaan of in elk geval binnen de perken te houden. De Magnum-PSI schiet heet plasma op stukjes koolstof en wolfram, twee kandidaten om in de reactor- en uitlaatwand verwerkt te worden. 'We bestuderen de wand, proberen de ingewikkelde processen te begrijpen die daar plaatsvinden en testen allerlei materialen die beter bestand zijn tegen de extreme omstandigheden', aldus Zeijlmans van Emmichoven.

Bedrijfsleven doet mee

DIFFER is niet de enige die baat heeft bij ITER. 'Het bedrijfsleven profiteert er ook van. Een Nederlands bedrijf testte voor ITER bijvoorbeeld een manier om vijf centimeter dik staal sterker te maken en om te vormen met behulp van explosies. Ik weet niet of dat staal gebruikt gaat worden bij ITER, maar het bedrijf heeft hierdoor nu wel orders van de vliegtuigindustrie.' Omdat meewerken aan de reactor veel nieuwe mogelijkheden genereert, heeft de Nederlandse wetenschap en de industrie zich verenigd in ITER-NL. De Technische Universiteit Eindhoven, TNO, de Nuclear Research & consultancy

Group (NRG) en de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) werken samen met het Nederlandse bedrijfsleven. De Nederlanders ontwerpen en bouwen meetapparatuur en controlesystemen. Zeijlmans van Emmichoven: 'En in Nederland ontwikkelen we robotarmen en andere apparaten die zonder dat er mensenhanden aan te pas komen, de uitlaatdelen kunnen vervangen.'

Over een paar jaar moet ITER klaar zijn, en in 2020 gaat de reactor energie leveren. Uiteindelijk moet de reactor tien keer meer vermogen leveren dan erin gestopt wordt. Het is vooral een testproject om aan te tonen dat je met fusie op grote schaal schone energie kunt maken.

Daarna moet DEMO verrijzen. Dat is een nog grotere reactor die continu net zo veel elektriciteit moet gaan leveren als een conventionele centrale. Als het meezit, zal dat rond het jaar 2050 het geval zijn. Tegen die tijd is het aardgas schaars, zijn de olievoorraden uitgeput en hebben we alleen nog maar meer energie nodig. Zeijlmans van Emmichoven: 'Dat lijkt ver weg, maar als we dan over fusie willen beschikken, zullen we er nu energie en tijd in moeten steken.'

redactie@quest.nl

MEER INFORMATIE

www.differ.nl: Nederlands instituut voor funderend energieonderzoek.

www.fusie-energie.nl: publiekssite van onderzoeksinstituut DIFFER.

tinyurl.com/fusion2100: Duitstalig 'college' over kernfusie voor studenten in het jaar 2100.

tinyurl.com/Magnetisedplasma: plasma in de Magnum-PSI.

Fietsen of fuseren

200.000 Nederlanders gebruiken zo'n 1000 MW aan energie, dat door één kolencentrale kan worden opgewekt. Welke alternatieven zijn er om 200.000 Nederlanders van energie te voorzien?



Kolencentrale

3 miljard kilo kolen per jaar (uitstoot van 10 miljard kilo CO₂ per jaar)



Oliecentrale

2 miljard liter olie per jaar (uitstoot van 8 miljard kilo CO₂ per jaar)



Gascentrale

3 miljard kubieke meter aardgas per jaar (uitstoot van 6 miljard kilo CO₂ per jaar)



Kerncentrale (splijting)

100 miljoen kilo uraniumerts per jaar (produceert jaarlijks 1000 kilo radioactief afval en 200 kilo kankerverwekkend en zeer giftig plutonium)



Kerncentrale (fusie)

100 kilo deuterium en 150 kilo tritium per jaar



Windmolens (op zee)

1300 windmolens op 600 vierkante kilometer (dat is ongeveer 25 bij 25 kilometer, de helft van de provincie Utrecht)



Zonnepanelen

(uitgaande van de huidige panelen, die 15 procent van het zonlicht in stroom omzetten) 60 vierkante kilometer bedekt met panelen (dat is 8 bij 7,5 kilometer, een gebied ter grootte van Maastricht)



Biobrandstof

(koolzaad, planten, bomen, één procent efficiënt) 3000 vierkante kilometer land (dat is 55 bij 55 kilometer, vergelijkbaar met het oppervlak van de provincie Zuid-Holland)



Mensen op hometrainers

10 miljoen (als je het 24 uur per dag zou volhouden) 30 miljoen (als je in ploegen-dienst fietst)

BRON: ENERGY SURVIVAL GUIDE, JO HERMANS, 2011

Strafschop-onderzoek

Een Rubicon-subsidie geeft jonge wetenschappers de mogelijkheid onderzoekservaring op te doen aan een excellent buitenlands onderzoeksinstituut in de eerste tijd na hun promotie.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

‘Ik had het geluk dat het onderzoek dat ik in Nieuw-Zeeland heb gedaan goed aansloot bij wat ze bij bewegingswetenschappen in Amsterdam onderzoeken. Ik bekijk de interactie tussen speler en keeper tijdens het nemen van een strafschop. Eerder werd dat altijd onderzocht via simulatie, dus een keeper kreeg een video te zien waarbij gemeten werd waarnaar hij kijkt. Maar ik heb in Nieuw-Zeeland al wat gewerkt met nieuwe technologie waar je oogbewegingen mee *in situ* kunt meten, dus niet meer via het scherm, maar op het voetbalveld zelf. Het is interessant en leuk om penalty's te bekijken, maar het gaat om de theoretische vraag erachter: ‘Hoe kunnen we lichaamstaal gebruiken om te anticiperen op elkaars acties?’

Waar gebruik je het geld voor?

‘De afgelopen maanden hebben we heel veel getest. Dat kost meer tijd dan met simulatie, maar het levert interessantere data op. Ik ben die nu nog aan het analyseren, maar ik kan wel zeggen dat er uit deze *in situ*-metingen iets anders lijkt te komen dan eerder uit videotests. Er zijn keepers die voorspellen waar de bal heengaat, die dus al reageren voordat de speler schiet. Anderen kijken juist wat de speler doet en reageren dan pas. Dat heeft ook met de beweeglijkheid van de keeper te maken. Het standbeen van de speler wijst in tachtig procent van de gevallen naar de hoek waarnaar hij schiet, maar het is voor een trage keeper niet voordelig om daarop te wachten. Misschien kan die al iets aflezen uit andere bewegingen. Dat zijn we nog aan het onderzoeken.’

‘In Nederland zijn er wel coaches die

benieuwd zijn naar de resultaten, maar ze staan niet allemaal direct in de rij hoor. We zijn die relaties nog aan het opbouwen. Ook in Nieuw-Zeeland was dat zo, al heeft dat er ook mee te maken dat voetbal daar niet de belangrijkste sport is. Er was ook interesse vanuit andere sporten, zoals rugby.’

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

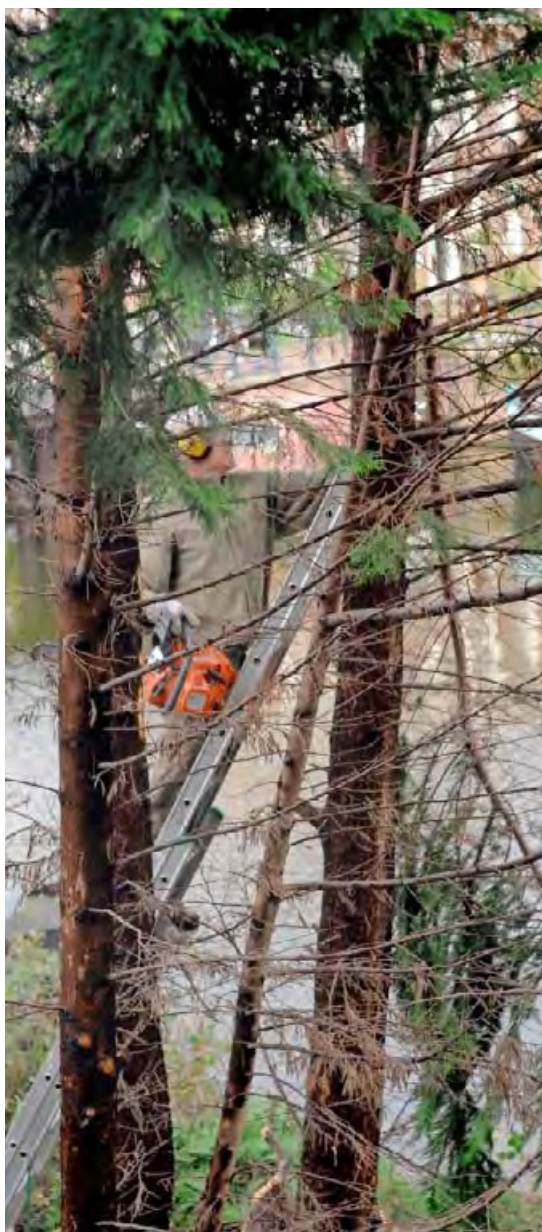
‘Ik was naast onderzoeker ook coach van een jeugdvoetbalteam toen ik in het Verenigd Koninkrijk studeerde. Ik denk dat ik bij het lezen van onderzoeken op mijn vakgebied altijd onbewust de vraag stelde wat de resultaten voor voetballers betekenden. Toen ik naar Nieuw-Zeeland kon om onderzoek te gaan doen, heeft die coachingservaring me richting dit onderzoek geleid, maar ik vind juist de theoretische kant van het onderzoek steeds interessanter worden.’

Wat wil je nog graag onderzoeken?

‘Ik kijk steeds meer naar andere interacties dan penalty's, om te achterhalen hoe mensen hun acties op elkaar afstemmen. Ken je het dat je iemand tegemoet loopt op straat en dat je verkeerd inschat waar die ander heengaat? En dat je dan even moet inhouden om niet te botsen? Blijkbaar lezen we elkaars lichaamstaal verkeerd. Een goochelaar probeert hetzelfde te doen, maar dan expres, en ook bij de penalty proberen schutter en keeper elkaar te misleiden door foute lichaamstaal uit te vergroten. Dat onderzoek wil ik breder trekken. Ik blijf het interessant vinden om een theoretische vraag te beantwoorden via situaties die meerdere mensen aanspreken, zoals met penalty's en navigeren in een drukke straat.’



MATT DICKS (30), bewegingswetenschapper Vrije Universiteit Amsterdam, kreeg een Rubicon in 2011. Hij kwam van Nieuw-Zeeland naar Nederland.



Wij drinken graag een bakkie troost met een schoon geweten, dus van duurzaam geteelde koffiebonen. Dat is goed voor het milieu en voor de koffieboer zelf. Toch? Niet per se, zegt duurzaamheidsonderzoeker Verena Bitzer, werkzaam aan Wageningen Universiteit. Vooral kleine boeren hebben niet veel baat bij de samenwerkingverbanden voor een duurzame koffiehandel, zo bleek uit haar promotieonderzoek uit 2011. Waarom niet? De boeren moeten aan dure

certificeringsnormen voor duurzame koffie voldoen. Die worden niet door de samenwerkende partners betaald, maar aan de boer zelf overgelaten. Wel wordt er soms technische hulp geboden voor het verbeteren van productie-methoden. Maar het is de vraag of een boer hier beter van wordt. De bedrijven die duurzame koffie op de markt brengen hebben vooral zakelijke doelen, die er niet op zijn gericht om de positie van de boer in de mondiale koffie keten te versterken.

Barbiepoppen en boterhamzakjes gemaakt van takken en plantenstengels: binnenkort zijn ze er misschien. Wetenschappers van de Universiteit Utrecht hebben een katalysator (een stof die een reactie op gang brengt) gevonden, die het makkelijk maakt om plastic te maken uit snoeiafval. Dat is mooi, normaal gesproken maken we plastic van aardolie en die wordt steeds schaarser. Nu bestond de techniek om plastic uit hout te maken al wel, alleen was die ingewikkeld en duur. Met de nieuwe katalysator gaat het sneller. Hoe? Eerst worden de houtachtige plantenresten met lucht verhit tot biogas. Daarna kan de katalysator dit gas direct omzetten in de bouwstenen van verschillende plasticsoorten, zoals propeen. Het 'groene' plastic kan daardoor op dezelfde manier geproduceerd worden als gewoon plastic. Zo wordt het voor fabrikanten een heel stuk aantrekkelijker om milieuvriendelijk plastic te gaan maken.



UV-opname van de zon met een protuberans, gemaakt in 2010 door het Solar Dynamics Observatory van NASA.



Vrouwen in Tanzania halen de velletjes tussen de koffiebonen weg.



Zonnebogen in computermodel

Ze verheffen zich majestueus van de zon als een paddestoel uit de grond. Het zijn protuberansen, reusachtige bogen van geladen deeltjes. Ze leveren altijd mooie plaatjes op, maar hun bewegingen zijn zo complex, dat protuberansen tot voor kort alleen in erg vereenvoudigde computermodellen pasten. Jan-Willem Blokland van FOM-instituut voor funderend energieonderzoek DIFFER slaagde er samen met Rony Keppens van de Universiteit Leuven in een model te maken dat wel met alle details rekening houdt. Voorbeeld? Deze bogen zweven in de magnetische en elektrische velden van de zon, en bestaan uit lagen met verschillende temperaturen. De verschillen zorgen voor bewegingen die op hun beurt die velden beïnvloeden. En dat verandert weer de boogbewegingen, et cetera. Het model van Blokland en Keppens kan ermee overweg, waardoor duidelijker wordt wat er precies op de zon gebeurt.



Tel je eigen spermacellen

Biomedisch technoloog Loes Segerink van het MESA+ Instituut van de Universiteit Twente ontwikkelde een *lab-on-a-chip*, een betrouwbare thuishet voor mannelijke vruchtbaarheid.

Hoe werkt de zaaddetector?

'De chip is zo groot als een postzegel en bevat een kanaaltje waar vloeistof doorheen stromen kan. Op een soort bruggetje boven het kanaal zitten elektroden die registreren wanneer er een zaadcel passeert. Die meting wordt vervolgens omgerekend naar het aantal spermatozoïden in het totale ejaculaat.'

Je telt dan ook dood zaad?

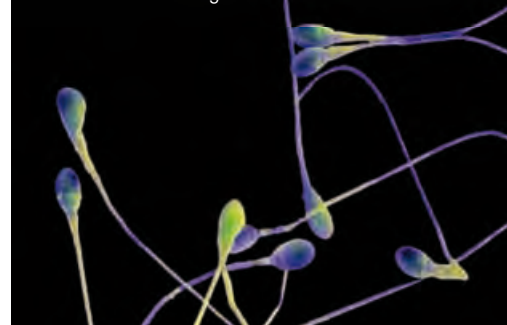
'Aan cellen die niet bewegen, heb je inderdaad niks. Daarom is er een nieuw ontwerp gemaakt waarin de chip de zwemmende cellen apart telt van de niet-zwemmende zaadcellen.'

Voor welk probleem is dit eigenlijk een oplossing?

'De zaadkwaliteit fluctueert nogal. De ene dag is het spul beter dan de andere. Om toevallige positieve of negatieve uitschieters uit het resultaat te filteren, bepaal je het liefst een keer of tien de kwaliteit van het sperma. En dat je het thuis op de bank kunt doen in plaats van in een achterafkamertje met een smoezelig boekje, is natuurlijk ook fijn.'

Waar is dit lab-on-a-chip te koop?

'Nog nergens. Maar we werken hard aan een consumentenversie van de chip. Ik schat dat het nog wel 10 jaar duurt voordat mannen er zelf mee aan de slag kunnen.'



Gesloopte parasiet helpt immuunsysteem

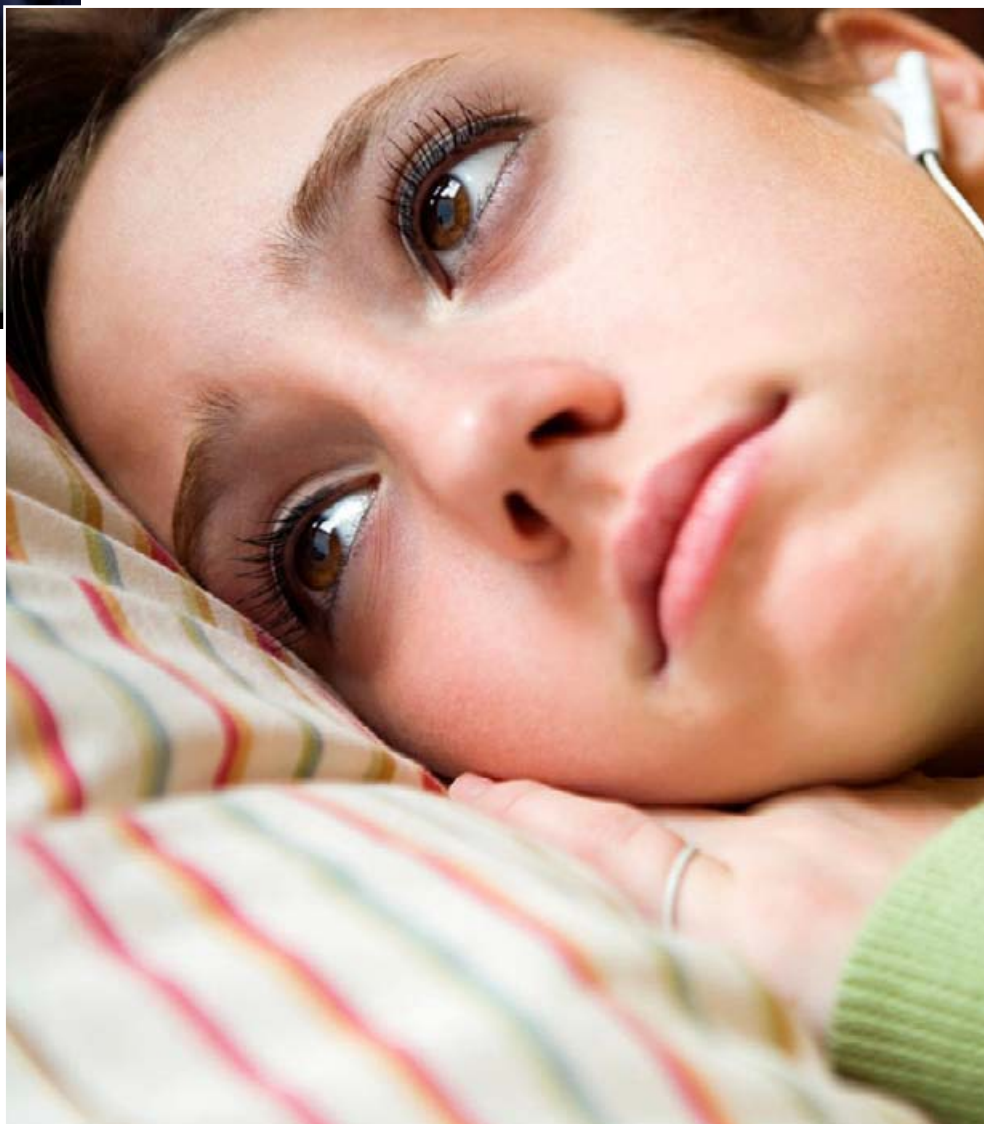
Een malariavaccin dat bestaat uit verzwakte malariaparasieten. Daaraan werkt Chris Janse van het Leids Universitair Medisch Centrum. Dat verzwakken doet Janse door een aantal genen bij de parasiet weg te halen. Gevolg: na vaccinatie is hij niet langer in staat ziekteverschijnselen te veroorzaken. Want om ons ziek te maken, moet de parasiet via de bloedbaan en de lever onze rode bloedcellen bereiken. En Janses gemodificeerde parasieten bereiken hooguit onze lever. Niet ver genoeg

dus om kwaad te doen, wel ver genoeg om gedetecteerd te worden door het lichaam en een immuunreactie op te roepen. Eén probleem: er zijn veel verzwakte parasieten nodig om een goede afweerreactie op te wekken. 'Daarom zijn we nu op zoek naar manieren om de parasiet meer immunogeen te maken. Dat betekent dat de parasiet beter door het lichaam wordt opgespoord en eerder wordt gedood.' Het vaccin is al met succes op knaagdieren getest, maar nog niet op mensen.



Tamme tomaat verliest afweer

Het afweersysteem van de kweektomaat is beroerd. Onderzoeker Kirsten Leiss van de Universiteit Leiden en 2 van haar promovendi vroegen zich af waarom. Daarom deden ze voor het eerst 'metabolisch' onderzoek naar insectenresistentie. De wetenschappers vergeleken de stofwisselingsproducten in kweektomaten met die in wilde tomaten, en ontdekten dat kweektomaten geen acylsuikers hebben. Bij wilde tomatenplanten scheiden haartjes op de bladeren deze plakkerige stofjes uit. Hun aartsvijand, de trips, komt hierdoor vast te zitten. Ooit hadden kweektomaten die kleverige verdedigingslinie ook, omdat ze van wilde tomaten afstammen. Maar bij het veredelen van de plant ging het afweersysteem verloren. Van Technologiestichting STW kreeg Leiss subsidie om een metabolische resistentietest te ontwikkelen. Plantenveredelaars kunnen daarmee voorstellen hoe goed een nieuw plantenras tegen ziekteverwekkers en vraatzuchtige insecten bestand is.



CSI van het heelal

De NWO-Spinozapremie is de hoogste onderscheiding in de Nederlandse wetenschap. De winnaars ontvangen 2,5 miljoen euro, te besteden aan onderzoek naar keuze. Xander Tielens, hoogleraar sterrenkunde aan de Universiteit Leiden, is één van de vier winnaars van 2012.

TEKST: ANTJE VELD

Wat wilde je vroeger worden?

'Ik ben een *moon child*. Ik ben opgegroeid toen Kennedy zei: 'We gaan naar de maan.' Ik wist dan ook al snel dat ik iets met sterrenkunde wilde gaan doen. Als ik niet op school zat, voetbalde ik in het park. Maar in die tijd had je nog geen Johan Cruyff aan wie we ons konden spiegelen. Dus dat voetballen was voor de lol.'

En wat doe je nu precies voor werk?

'Ik bestudeer het moleculaire universum. Moleculen zijn overal in de atmosfeer te vinden. En er bestaan verschillende soorten moleculen. Die spelen allemaal een belangrijke rol in de evolutie van melkwegstelsels en in de vorming van sterren. Ze kunnen zelfs een rol hebben gespeeld in de prebiotische evolutie van het leven. Ik bestudeer in hoeverre dat mogelijk is.'

Dat klinkt ingewikkeld. Wat bedoel je precies?

'Als je bedenkt dat er honderd miljard sterren in de Melkweg zijn en honderd miljard melkwegstelsels in het heelal, dan zijn dat dus honderd miljard maal honderd miljard sterren. We denken dat elke ster zijn eigen planetenstelsel heeft. En van al die planeten zouden wij dan de enige met leven bevolken? Dat zou wel heel bijzonder zijn. Het gaat dus om de vraag of er leven kan zijn op andere planeten. En hoe ontstaat dat dan? Ik doe de astronomische kant van dat vraagstuk. Dus: als we naar het heelal kijken, wat voor moleculen zien we dan in gebieden waar sterren en planeten voorkomen? En kun je daar ook leven mee vormen?'

Hoe zien we moleculen?

'Moleculen zie je spectroscopisch. Dat betekent dat moleculen alleen maar licht van een bepaalde kleur absorberen. Aan de hand van de kleuren die je wel ziet, kun je bepalen naar welke soort moleculen je kijkt. Het is een soort vingerafdruk. Ik doe zeg maar de CSI van het heelal. Het lastige hieraan is dat je naar grote hoogte moet om die moleculen te kunnen zien. Dat doen we voornamelijk met satellieten. Die geef je per dag een bepaalde opdracht. Bijvoorbeeld: 'Kijk naar die plek in de ruimte, bij dat licht.' Aan het einde van de dag stuurt de satelliet alle gegevens naar een computer op aarde. En de volgende dag kun je weer een nieuwe opdracht geven. Dat gebeurt allemaal op afstand en er hangt daarom ook een prijskaartje aan. Zo'n satelliet kost zo'n één miljard dollar om te ontwikkelen.'

En wat heb je ontdekt?

'We wisten al dat er veel kleine moleculen bestaan. Die zijn verzameld in moleculaire wolken waar ze door stofdeeltjes worden beschermd tegen schadelijke straling van bijvoorbeeld sterren. Maar die kleine moleculen vind je alleen daar, in die wolken. Ik

heb nu ontdekt dat er ook grotere moleculen bestaan. Ter vergelijking: een klein molecuul bestaat uit een paar atomen. De grote moleculen die wij bestuderen hebben zo'n vijftig koolstofatomen. Dit maakt ze een stuk bestendiger, waardoor ze beter kunnen 'overleven' in de ruimte. Daarom vinden we ze ook op andere plekken dan die kleine moleculen.'

Waar komen die grote moleculen vandaan?

'Als sterren oud worden, doven ze uit als een nachtkaaars. Zo'n ster gooit dan het merendeel van zijn materiaal via roetvorming terug de ruimte in. Dat kan daar vanwege die bestendigheid die ik net omschreef, wel een miljard jaar rondzweven. Uiteindelijk vormen deze overlevende grote moleculen ergens anders weer sterren en planeten.'

Hoe dan?

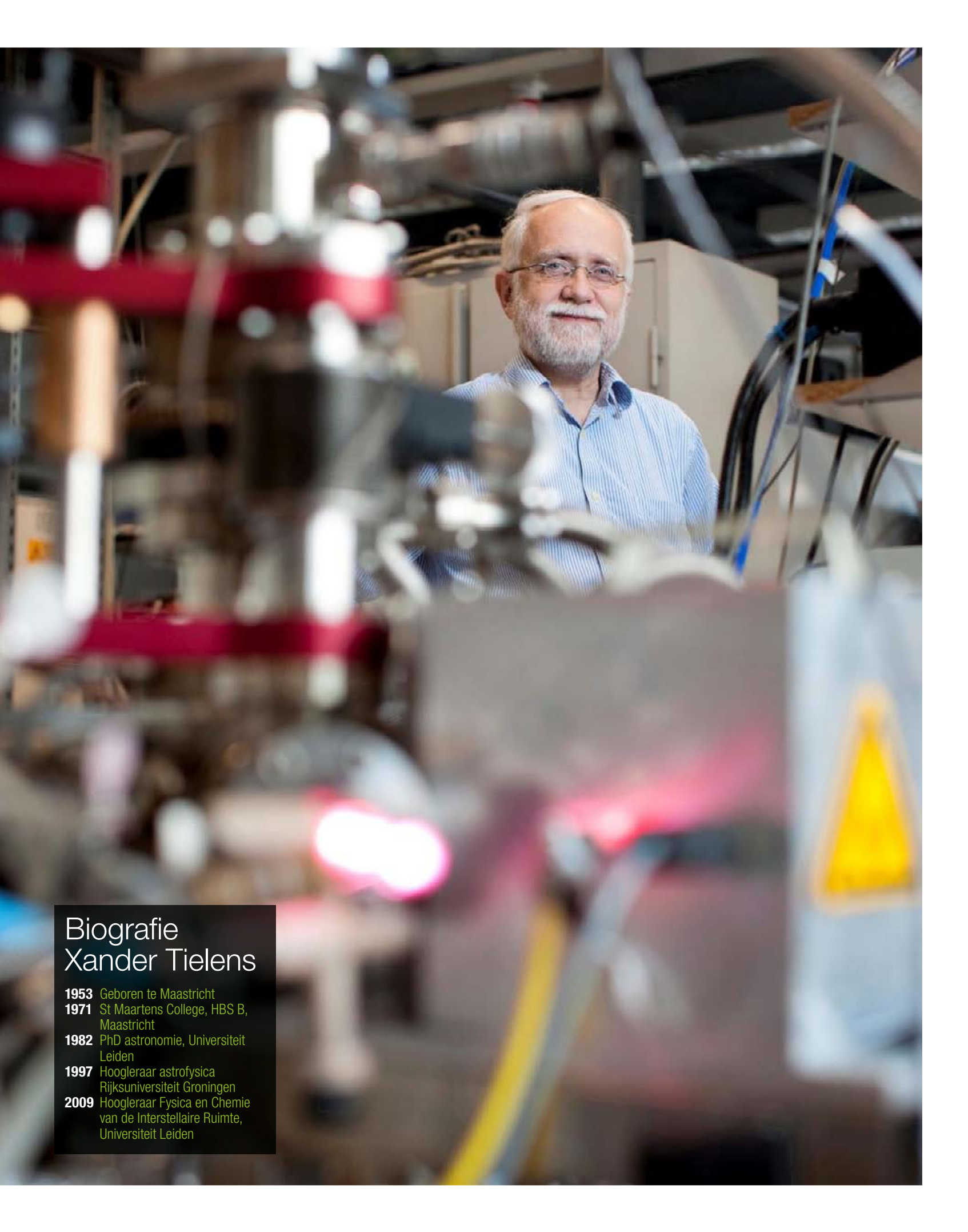
'Dat weten we nog niet precies. Maar we hebben nu in elk geval aangetoond dat ze bestaan. Hier in Leiden hebben we net een laboratoriumonderzoek gestart om uit te zoeken hoe makkelijk het is om die moleculen kapot te maken. We kunnen dezelfde soort moleculen hier produceren. Het zijn eigenlijk gewoon roetdeeltjes. Deze vangen we in het laboratorium in een magnetisch veld om ze bij elkaar te houden. Vervolgens zetten we er met een laser uv-straling op om te onderzoeken wanneer ze stuk gaan.'

Was je verrast over de Spinozapremie?

'Ja, dit bedenk je niet van tevoren. Toen ik werd gebeld, zat ik in de trein in een stiltecoupé. Dus ik nam eerst niet op. Gelukkig belden ze later terug. Ze zeiden: 'Gefeliciteerd, u bent winnaar van de Spinozaprijs en krijgt 2,5 miljoen euro.' Ik zei 'dankjewel', maar wist eigenlijk niet wat het betekende. Pas toen ik het tegen mijn dochters vertelde en zij het op internet hadden opgezocht, begreep ik hoe belangrijk het was.'

Wat ga je met het geld doen?

'Het werk dat ik doe, is heel erg interdisciplinair. Ik werk samen met de beste internationale fysici, chemici en astronomen. Mijn bijdrage aan de zoektocht naar de mogelijkheid voor leven op andere planeten is tot nu toe altijd gestopt bij het moment dat we de resultaten van het onderzoek overdragen aan biologen en biochemici. Zo van: 'Hier, doe er iets leuks mee.' Alleen beginnen die toch meestal nog met allemaal kleine moleculen, om langzaam iets groots op te bouwen. Ik zou dat graag omdraaien. We beginnen met iets groots, bijvoorbeeld de grote moleculen die we hebben ontdekt, en breken dat in kleine stukjes waar we dan weer totaal nieuw leven mee kunnen opbouwen. Daarvoor zou ik dus graag willen samenwerken met goede biochemici.'



Biografie Xander Tielens

- 1953** Geboren te Maastricht
- 1971** St Maartens College, HBS B, Maastricht
- 1982** PhD astronomie, Universiteit Leiden
- 1997** Hoogleraar astrofysica Rijksuniversiteit Groningen
- 2009** Hoogleraar Fysica en Chemie van de Interstellaire Ruimte, Universiteit Leiden

**Een vrachtwagen wordt pas zuinig
als de chauffeur meewerkt**

Overtuig



kunde

Technologie helpt om auto's steeds zuiniger en veiliger te maken. Maar als bestuurders de zuinige snufjes niet willen gebruiken, heb je er nog niks aan. Hoe motiveer je mensen om nieuwe technieken te gebruiken?

TEKST: GUIDO HOGENBIRK

Op het terrein van DAF Trucks in Eindhoven staat een hypermoderne vrachtwagen. Deze truck werd gebouwd volgens de 'Advanced Transport Efficiency Philosophy' (ATE) van DAF. Voor de leek lijkt het een doodnormale vrachtwagen, maar een scala aan technische aanpassingen zorgt ervoor dat het voertuig zeer efficiënt met brandstof om kan gaan. Zo schakelt de motor na vijf minuten stilstand pruttelen automatisch uit. Ook heeft de truck een automatische versnellingsbak die zo zuinig mogelijk schakelt. En de in vrachtwagens vaak aanwezige snelheidsbegrenzer is teruggevoerd van 89 naar 85 kilometer per uur. Dit soort aanpassingen maken hem milieuvriendelijker en zorgen voor vijf tot tien procent minder verbruikskosten dan die van veel andere trucks.

Als vervoersbedrijf zorg je dus dat al je chauffeurs als de wiedeweerga in zo'n model gaan rijden? Zo simpel is het niet. Want om die besparing te halen, is meer nodig dan alleen een zuinig wagenpark. De technieken moeten wel comfortabel en hanteerbaar zijn voor chauffeurs. Ze moeten het prettig vinden om ze te gaan gebruiken. Hoe zorg je daarvoor? Om



DAF-chauffeurs zien na elke rit een samenvatting op hun dashboard. Hoe ver reden ze met welke snelheid? Zo worden ze zich bewust van hun rijgedrag.

daar achter te komen werkt DAF intensief mee aan een grootschalig onderzoek aan de Eindhovense Technische Universiteit. Wetenschappers van de afdelingen psychologie, filosofie en werktuigbouwkunde bundelen daar hun krachten voor onderzoek naar *persuasive technology*. ►

Verborgene verleider

Een robot op je dashboard die vrolijke dingen zegt als je zuinig rijdt, hartstikke gezellig. En volgens de Eindhovense onderzoekers werkt het vermoedelijk nog ook. Maar mensen overtuigen kan ook wat minder in het oog springend. In 1957 zorgde de Amerikaanse reclamemaker James Vicary voor opschudding. Het was hem gelukt om mensen door verborgen reclame een flesje Coca-Cola te laten kopen. Tijdens bioscoopfilms werd kort een flesje getoond. Zo kort, dat de filmbezoekers het onmogelijk bewust konden waarnemen. Maar de verkoop van het zwarte drankje steeg in de pauze aanzienlijk. De term 'subliminal advertising' was geboren. Maar ook angst. Want als het lukte mensen onbewust meer zin in cola te laten krijgen, zouden ze wellicht ook politiek beïnvloedbaar kunnen zijn door het tonen van verborgen reclame. Gelukkig, Vicary bleek de hele boel te hebben verzonnen om meer klanten te krijgen voor zijn reclamebureau. Toch geloven veel wetenschappers dat subliminal advertising wel degelijk effect heeft. Maar in vele onderzoeken die volgden, werd dat nooit overtuigend aangetoond.

- Ofwel, hoe verleid je mensen om technologie te gebruiken die hen zelf of de maatschappij ten goede komt?

Geef stuur uit handen

Om zuiniger en veiliger te rijden is het soms beter een deel van de besturing aan de auto over te laten. Een voorbeeld is een energiebesparend remsysteem dat in sommige nieuwe vrachtwagens zit. De energie die normaal verloren gaat tijdens het remmen, wordt met een dynamo in een accu opgeslagen en vervolgens later gebruikt. Onderzoeksleider Anthonie Meijers, hoogleraar filosofie en ethiek in techniek: 'Je zou tegen een chauffeur kunnen zeggen: 'Rem zodanig dat je dat systeem optimaal benut'. Want dat kan een flinke brandstofbesparing opleveren.' Bij vrachtwagens betekent dat: de remweg zo lang mogelijk maken. Want dan rem je zo veel mogelijk af op de motor, in plaats van het rempedaal in te duwen. Meijers: 'Maar perfect remmen is nog knap lastig. Daarom is dat automatische remsysteem heel handig. Maar een chauffeur moet de controle dan uit handen durven geven. Dat is niet vanzelfsprekend. Je voorligger komt akelig dichtbij, en dan moet je wel weten dat je ook echt op tijd stil staat.'

Win vertrouwen!

Hoe wint een technisch snuffje het vertrouwen van een bestuurder? Daarvoor zul je eerst moeten weten waarop dat vertrouwen gebaseerd is. Volgens universitair hoofddocent psychologie en technologie Jaap Ham zijn er twee factoren die van invloed zijn. 'Vertrouwen berust vaak op ervaring. Gisteren werkte het systeem prima, dus dan zal dat vandaag ook wel zo zijn.' Maar vertrouwen heeft ook een sociale kant. Doordat iemand die jij hoog hebt zitten, zegt dat een systeem te vertrouwen is, doe jij dat ook. Dat kan een vriend of deskundige zijn, maar bijvoorbeeld ook een merk. Ham:



Hoe gedragen mensen zich als een robot feedback geeft? Om dat te onderzoeken wordt een 'iCat' gebruikt. Deze robot vertoont 13 verschillende gezichtsuitdrukkingen door het bewegen van zijn hoofd, mond, wenkbrauwen en oogleden.

'Het is een Audi, dus hier durf ik wel in te stappen, dat idee.' Om vertrouwen te winnen, zul je in moeten spelen op die gevoelens.

Schouderklop helpt

Maar er zijn meer manieren om mensen te beïnvloeden. Ham: 'Mensen worden graag beloond als ze iets goeds doen. Hoe? Daar doen we nu onderzoek naar.' Bij een van de onderzoeken werd proefpersonen gevraagd de huisthermostaat te programmeren aan de hand van verschillende scenario's. Bijvoorbeeld: oma komt logeren. En oma is een koukleum, zij wil graag dat het 25 graden is in de logeerkamer. 'Vervolgens gaven we gebruikers tijdens het programmeren feedback over hoeveel energie ze zouden gebruiken met de door hun gekozen instellingen', vertelt Ham. Bij sommige gebruikers deden we dat met een lamp. Bij een zuinige instelling, bijvoorbeeld door oma's wensen te negeren, werd de lamp groen. Werde er veel energie verbruikt, dan gaf de lamp rood licht. Andere gebruikers gaven we feedback door een getal te laten zien: het aantal kubieke meters gas dat ze zouden verbruiken.' Uit het onderzoek bleek dat

de mensen die feedback kregen met de lamp, de thermostaat zuiniger instelden. Dashboards in auto's standaard voorzien van een zuinigheidslampje dus? Ham: 'Ja, het helpt om feedback te geven tijdens de handeling. Maar er zijn manieren die beter werken dan een lampje dat verkleurt.' Zo bleek uit ander onderzoek dat mensen het gevoeligst zijn voor feedback die in zekere zin een sociaal karakter heeft. Wanneer de proefpersonen positief commentaar kregen uit de mond van een robotje, waren ze veel meer geneigd om het zo goed mogelijk te doen. Ham: 'Waarschijnlijk komt dit doordat mensen het gevoel hebben dat ze in de gaten gehouden worden. Ook al is dat door een keidode robot.'

Feedback is speels

Een robotje op je dashboard dat je continu priijst om je goede rijgedrag. Bij sommige bestuurders zou dat keidode ding keinsnel uit het raam vliegen. Ham: 'Om die reden proberen we meer over 'persuasive profiling' te weten te komen. Kunnen we groepen mensen categoriseren? Want niet iedereen is gevoelig voor dezelfde dingen.' Verschillende auto-



Op afstand de temperatuur thuis instellen. Leidt dat tot zuiniger gedrag?



merken zijn al volop aan het experimenteren met het geven van positieve feedback wanneer je zuinig rijdt. Zo kunnen de bestuurders van de elektrische Opel Ampera continu een berg statistieken bekijken over hun energieverbruik. Wie echter in een hybride Hyundai rijdt, krijgt een meer speelse variant van feedback. Rij zuinig en er groeien bloemetjes en planten in het dashboardscherm. Maar voor wie werkt het systeem van Opel het beste en voor wie het systeem van Hyundai? De wetenschappers weten het nog niet. Ham: 'Maar we zoeken manieren die het gedrag van mensen zo effectief mogelijk beïnvloeden. En reken maar, iedereen is beïnvloedbaar.'

'Reken maar dat iedereen beïnvloedbaar is'

Waar ligt de grens?

Het is logisch dat kenners van technologie (werktuigbouwkundigen) en kenners van menselijk gedrag (psychologen) in dit project nauw samen moeten werken. Maar wat is de rol van de afdeling filosofie? Andreas Spahn, universitair docent filosofie en ethiek, legt uit: 'Wanneer is beïnvloeding nog ethisch aanvaardbaar? Er zijn vast manieren die zeer effectief zijn, maar die de algemeen geldende normen en waarden overschrijden. Aan ons de taak om te onderzoeken waar de grenzen liggen.' Bijvoorbeeld: op een stuk weg wil de overheid graag dat mensen dertig rijden. Wat zijn de verschillende mogelijkheden om dat te bereiken? Met educatie: een bord langs de weg met de maximumsnelheid. Ethisch zeer aanvaardbaar, maar weinig effectief. Een tegenwoordig vaak gebruikte methode is een bord waarop je snelheid vermeld staat, gevolgd door een smiley-figuurtje als je niet te hard rijdt. Psycholoog Ham: 'Beloning werkt, en mensen hebben het gevoel dat ze in de gaten gehouden worden. Maar misschien is het nog beter om hardrijders op een groot scherm in de berm te projecteren.' Filosoof Spahn: 'Daar ga je denk ik een ethische grens over. Doet een hardrijder zichzelf kwaad of anderen? Dat is belangrijk. Om bijvoorbeeld te voorkomen dat iemand met alcohol op achter het stuur kruipt, is veel meer toegestaan dan wanneer iemand zijn autogordel niet omdoet.'

Beter beïnvloeden

Als alle onderzoeken en discussies zijn afgerond, zal het team een lijst met toepassingsgerichte adviezen publiceren. Partijen zoals de overheid kunnen die bijvoorbeeld gebruiken om campagnes verkeersveiligheid effectiever te maken.



Hoe zuiniger je rijdt, hoe sneller de plantjes groeien op het dashboardscherm van de hybride Hyundai Sonata.

Maar het team beperkt zich niet tot het gedrag van vrachtwagenchauffeurs en automobilisten. Meijers: 'De belangrijkste opbrengst van het project zijn principes die in vele vormen direct in de praktijk toepasbaar zijn. Hoe zorg je bijvoorbeeld dat zieke mensen netjes hun medicijnen innemen als dat nodig is? Of dat mensen zich bewuster worden van energievervalsing in huis? Tijdens dit project willen we daarover fundamentele kennis vergaren.' Een beter milieu begint dus pas bij jezelf nadat je door de Technische Universiteit Eindhoven beïnvloed bent. ■

guido.hogenbirk@quest.nl

MEER INFORMATIE

www.nwo.nl/mvi: meer over onderzoek naar ethische vragen rondom technische innovaties.
tinyurl.com/cjobwta: wat zit er allemaal aan technologie in een DAF Ate?



Ik heb een terugval

Stel, je koopt een nieuwe auto die 50 procent zuiniger rijdt dan je vorige. Dan heb je ook de helft minder benzinekosten, toch? Helaas, mensen zijn geneigd om minder zuinig te rijden met een zuiniger auto. Bijvoorbeeld door nu ook de auto te pakken voor kleine afstanden die ze eerst met de fiets deden. Dit 'rebound-effect' zorgt ervoor dat energiebesparende technologie nooit de maximale besparing oplevert. Zo ontdekte het Engelse Energy Research Centre dat gezinnen met spaarlampen de lampen veel vaker aan hebben dan mensen met energieverblindende peertjes. Waarom mensen dit doen is nog niet goed onderzocht. Het kan compensatiegedrag zijn. Door iets 'goeds' te doen, mogen we dat ergens anders compenseren. Voorbeeld: een gezin bespaart veel op de energierekening door zuiniger met energie om te gaan. Door die besparing hebben ze genoeg geld om met vakantie naar een ver oord te vliegen. Eén zo'n verre vlucht kan hun hele jaarlijkse milieuvriendelijkheid teniet doen.

Hoe schopt kunstlicht de natuur in de war?

Groen licht

Welk effect heeft kunstlicht op planten en dieren? Om dat te achterhalen plaatsten onderzoekers lantaarnpalen in natuurgebieden. Ze kleuren de flora en fauna tussen zonsondergang en zonsopgang.

TEKST: RIK KUIPER / FOTO'S: MARCEL VAN DEN BERGH

Vogelvriendelijk booreiland

Trekvogels oriënteren zich tijdens hun tochten over zee op de zon en de maan. Maar soms gaat dat lastig, bijvoorbeeld als het bewolkt is. Dan laten ze zich nog wel eens misleiden door het licht van boor- en productie-eilanden. Jaarlijks overkomt dat enkele miljoenen van de circa 50 miljoen trekvogels die over de Noordzee trekken. Tijdens slecht weer blijven soms duizenden vogels rondjes vliegen om zo'n kunstmatig

eiland, zodat de kans op botsingen toeneemt. De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM), eigenaar van boor- en productie-eilanden, onderzocht daarom op het strand van Ameland of de kleur van het licht uitmaakt. Dat bleek het geval. Bij groen licht wijken overvliegende vogels minder van hun koers af dan bij rood of wit licht. De NAM besloot daarop om een van de productie-eilanden vogelvriendelijker te maken.

De lichten op platform L15, zo'n 20 kilometer ten noordwesten van Vlieland, gingen in 2007 op groen. Later volgde nog een platform. Inmiddels is de proef afgeblazen, zegt George Wintermans van de NAM. 'Onlangs werd na 15 jaar internationaal overleg besloten dat elk helikopterdek groen verlicht moest zijn. Het dek op onze groene platforms was daardoor niet goed meer te onderscheiden. Toen de

piloten weigerden op de groene eilanden te vliegen, heeft de NAM het licht in oude staat hersteld. De veiligheid van mensen gaat voor.' En de vogels dan? 'We kijken nu of we het licht op eilanden, en dan vooral de onbemande eilanden, 's nachts tot een minimum kunnen beperken. Dat is lastig want veel platforms hebben geen lichtschakelaar. Die geeft namelijk vonken af. Met zoveel gas in de buurt is dat niet zo handig.'

De lantaarnpalen zijn in de winter geplaatst, toen de bodem bevroren was. 'Daardoor hebben de vrachtwagens weinig schade aan de natuur aangebracht', aldus onderzoeker Kamiel Spoelstra.

De schemering staat op het punt van intreden wanneer Kamiel Spoelstra zijn auto over een hobbelig zandpad manoeuvreert. Hij ontwijkt kuilen en plassen, passeert een afgelegen boerderij en hij wijst op twee edelherten die schielijk tussen de bomen verdwijnen. Even later parkeert hij in de berm, stapt uit en trekt zijn laarzen aan. Hier, op een geheime locatie midden op de Veluwe, heeft de bioloog vorig jaar vier kaarsrechte rijtjes van vijf lantaarnpalen laten neerzetten. Iets na half negen springen de lampen aan. Een groen schijnsel valt op gras, stronken en struiken. Het is een surrealistisch beeld, die straatverlichting zonder straat.

Eén rijtje is donker

De lantaarnpalen maken deel uit van 'Licht Op Natuur', een wetenschappelijk onderzoeksprogramma van technologie-stichting STW. Het is een uniek project, zegt Spoelstra, niet zonder trots. Nergens ter wereld doen onderzoekers zo'n groot experiment naar het effect van kunstlicht op de natuur. Hier steken ze niet gedurende een nachtje of twee een lampje aan om te kijken of de vogels in de war raken. Nee, de wetenschappers van het Nederlands Instituut voor Ecologie en Wageningen Universiteit beheren identieke rijtjes lantaarnpalen in liefst acht natuurgebieden in Nederland. Het zijn plekken die stuk voor stuk aan drie eisen voldoen: er leven veel verschillende planten en dieren, er is niet of nauwelijks ander kunstlicht aanwezig en er is elektriciteit in de buurt. 'Eerst wilden we alle energie met zonnecellen opwekken, maar dat bleek niet haalbaar.'

Op elke locatie hebben Spoelstra en zijn collega Roy van Grunsven toestemming gekregen om een rijtje groen, een rijtje wit en een rijtje rood licht loodrecht op de bosrand te zetten. Telkens staan twee palen in het bos, één op de bosrand en twee in het veld, steeds 25 meter uit elkaar. Voor de wetenschappelijke volledigheid staat overal ook een rijtje lantaarnpalen die geen licht verspreiden. Spoelstra: 'Stel dat uilen er graag bovenop gaan zitten, om

Drie jaar lang wordt elk gras-sprietje in de gaten gehouden

- van daaruit naar muizen te speuren. Dan zullen er rond de palen minder muizen zijn. Dat ligt dan niet aan het licht, maar aan de paal. Daar moeten we rekening mee houden.'

Drie jaar lang zullen biologen op alle acht locaties in de gaten houden hoe de flora en fauna reageren op het licht. En dat is een flink karwei. Zo hebben plant-onderzoekers van de stichting Floron van tevoren een paar vierkante meter rondom de lantaarnpalen in kaart gebracht. Ze noteerden zoveel bosbessenstruiken, zoveel sprieten van dit gras, zoveel sprieten van dat gras. Aan het eind van de rit zullen ze dat opnieuw doen, om te zien wat er veranderd is onder invloed van het licht. Zo kunnen ze vergelijken: groeien de roodverlichte grassen beter dan de groenverlichte? En is dat op de andere onderzoekslocaties ook het geval?

Camera telt muizen

Voor de dieren hebben Spoelstra en zijn collega's andere voorzieningen getroffen. De bioloog wijst op een dennenboom midden tussen de groene lantaarns. Op de stam, een paar meter boven de grond, hangen drie platte houten kasten waar vleermuizen in kunnen wonen. Af en toe gaat iemand van de Zoogdierverseniging kijken of ze bewoond zijn, zegt de onderzoeker. Tussen de kasten hangt ook een luisterkist. Dat apparaat registreert de ultrasone geluiden van passerende vleermuizen. Zo kunnen de wetenschappers tellen hoeveel vleermuizen er rondvliegen. In veel gevallen kunnen ze ook achterhalen om welke soorten het gaat, omdat elke soort een ander geluid verspreidt. De Zoogdierverseniging houdt ook andere zoogdieren in de verlichte gebieden in de



'Toen het licht voor het eerst aan ging, heb ik de hele nacht foto's genomen', zegt Kamiel Spoelstra.



gaten. Zo plaatst een vrijwilliger enkele keren per jaar een cameraval bij elk rijtje lantaarnpalen. Dat is een fotocamera die is gericht op een stoeptegels die voor de gelegenheid in het bos is neergelegd. Een paar dagen lang registreert een bewegingsdetector wanneer een muis, een das of een marter op de tegel staat, waarna de camera een foto neemt. Het geeft een indicatie van het aantal kleine zoogdieren in het gebied. Verder worden tien keer per jaar vlindervallen neergezet door de Vlinderstichting, plaatst een keveronderzoeker af en toe bekeervallen en houden vogelonderzoekers de vogelkasten in de gaten. De locaties worden druk bezocht, zegt Spoelstra. 'Gemiddeld komt overal circa twee keer per week iemand langs.'

Wat doet kleur?

Dat licht een effect heeft op de natuur, staat buiten kijf. Neem de haan die direct na zonsopgang begint te kraaien, de bij die navigeert op de zon, de egel die uit het korter worden van de dagen concludeert dat hij in winterslaap moet gaan. Kunstlicht kan zulk natuurlijk gedrag in de war schoppen, al is het niet altijd even duidelijk hoe dat gaat. In veel gevallen is ook niet bekend of de kleur licht van invloed is. Leggen vogels meer eieren bij rood licht? Verdwijnen er meer nacht-

vlinders bij wit licht? Gaan muizen zich anders gedragen bij groen licht?

We stappen verder langs de bosrand, door het hoge gras dat volgens Spoelstra wemelt van de teken. We passeren de tweede rij lantaarnpalen, die wit licht verspreiden, en lopen door naar het rijtje met rood licht. Daar cirkelen een paar vleermuizen rond. Spoelstra vermoedt dat het geen toeval is dat ze juist hier vliegen, en nauwelijks in de buurt van het groene of witte licht. 'Vleermuizen houden van donker', zegt hij. 'En omdat ze het rode licht minder goed kunnen waarnemen, vliegen ze liever hier dan bij de andere lantaarnpalen.'

Toch is het de vraag of dit effect straks ook uit de meetgegevens blijkt, zegt de onderzoeker. Want de manier waarop kunstlicht de natuur in de war schopt, is vrij onvoorspelbaar. Als één onderdeel van de voedselketen verstoord wordt, moet een nieuw evenwicht ontstaan. Kan een bepaald plantje niet goed tegen rood licht, dan moet het vliegje dat die plant graag eet op termijn ook verkassen. En de vogel die van die vliegjes houdt, zal zijn maaltijd ook elders gaan zoeken. 'Misschien gaan deze vleermuizen straks toch verderop kijken', zegt Spoelstra. 'De nachtvinders die ze graag eten komen namelijk op het groene licht af. Misschien



Kleurige kubussen

Op een veldje in Wageningen staan 80 kleurige lichtkubussen keurig in het gelid. Het lijkt kunst, maar het is wetenschap. Het experiment, dat loopt tot 2014, maakt deel uit van het project Licht op Natuur. De kubussen zijn van gaas en worden met witte, groene of rode lampen verlicht. In een enkele kubus brandt geen licht. In elke kubus leven rupsen en daaruit voortkomende nachtvinders. Ze voeren

zich met grassen en kruiden die in de kubussen groeien. Ecoloog Koert van Geffen van Wageningen Universiteit wil achterhalen welke invloed kunstlicht heeft op het eet- en paargedrag van de dieren. Een keer per jaar telt hij hoeveel nachtvinders er in elke kooi zitten. Ook maait en weegt hij de gewassen in de kooien, om te beoordelen of die beter groeien bij een afname van het aantal rupsen en vlinders.



moeten we straks concluderen dat ze in de buurt van het rode licht gaan wonen, terwijl ze vooral gaan jagen bij de groene lantaarnpalen.'

Licht gaat uit

Na drie lichte jaren zullen de lantaarnpalen eind 2014 uit de natuurgebieden verdwijnen. Spoelstra hoopt dan genoeg data te hebben om te kunnen concluderen wat rood, groen en wit licht met de natuur doet. Naast fundamentele kennis moet het enorme experiment ook kennis opleveren die in de praktijk kan worden toegepast. Zo hopen de onderzoekers de schadelijke invloeden van nachtelijk kunstlicht te kunnen beperken.

'Stel dat een fietspad door het bos moet worden verlicht, omdat het er anders onveilig is voor fietsers', zegt Spoelstra. 'Dan analyseren we eerst welke soorten er in de buurt van het fietspad leven. Blijkt een zeldzame of belangrijke soort niet goed tegen groen licht te kunnen, dan plaatsen we er lantaarnpalen met rode lampen.' Maar voorlopig is het nog niet zover. Eerst moeten al die betrokkenen op al die locaties hun metingen afronden.

Tegen elf uur pakt Spoelstra zijn sleutels. Hij controleert zijn laarzen op teken en veegt zijn broek schoon. Terwijl de vleermuizen op zoek gaan naar nachtvinders, keert hij zijn auto. En even verlichten de koplampen het hobbelige zandpad. ■

rik.kuiper@quest.nl

MEER INFORMATIE

www.lichtopnatuur.org: website van het project 'Licht Op Natuur'.

www.nioo.knaw.nl: website van het Nederlands Instituut voor Ecologie, waar Kamiel Spoelstra werkt.

De locaties voor het onderzoek zijn beschikbaar gesteld door het Drentse Landschap, het ministerie van Defensie, Natuurmonumenten en Staatsbos-beheer. De lampen zijn door Philips geleverd.

Experiment NL, november 2012

Redactie NWO

Marcel Senten, Huub Eggen, Domien Huijbregts, Willemien Jager-van Tintelen

Projectleiding NWO

Kim van den Wijngaard

Met medewerking van (NWO):

Nienke Bloksma, Femke Boekhorst, Margot Custers, Lieke van Emmerik, Peter Hilderling, Tessa Knaake, Erny Lammers, Manoe Mesters, Isabel Poyck, René Prop, Annelies Speksnijder, Lieneke Spel, Frans Stravers, Nico Voskamp, Gieljan de Vries, Sabine Zinsmeister, Rowan Zuidema

Hoofdredacteur Quest

Thomas Hendriks

Artdirector

Ron Ottens

Vormgeving

Sandra de Bont, Fleur van Rijn

Eindredactie

Mariken Boersma, Philip Fontani, Marc Koenen, Claire Peels

Beeldredactie

Niels Broekema (chef), Gaby Baas, Marijn van der Meer

Redactie

Guido Hogenbirk, Rik Kuiper, Melanie Metz, Berry Overvelde, Ely Posthumus

Quest Historie & Quest Psychologie

Monique Kitzen (chef), Evelien van Eck, Anna van der Gaag, Jerwin de Graaf, Floor van den Hout, Paul Serail, Florine Wiers

Redactie-assistentie

Jennifer Wijsen

Redactieadres

Redactie Quest,
Gebouw Stede,
Dalsteindreef 82-92,
1112 XC Diemen
tel: 020 - 79 43 500
(niet voor vragen over abonnementen)
e-mail: redactie@quest.nl
internet: www.quest.nl

Aan dit nummer werkten mee:

Jeroen Bosch, Hidde Boersma, Asha ten Broeke, Anouschka Busch, Esther de Pauw Gerlings, Joke van Soest, Leendert van der Valk, Antje Veld, Amanda Verdonk

Marketing & Sales

Corine d'Haans (commercial director), Raymond van Kasterop (sales director), Ilka Schreurs (brand manager), Lara Huppenreuter (jr brand manager), Ljubica Nikolic, Ad Verhoef, Ab van Vlaardingen (sales managers), Marc van der Ploeg (online sales manager)
Telefoon Sales: +31-(0)20-79 43 564
Sales voor België: Kathy Rosseel,
tel. 09-235 0212, rosseel.kathy@guj.de

Quest Brand Extensions

Carlijn Offergelt (manager brand extensions), Kirsten van der Woning (productmanager)

Productiemanagement

Martin Maasland, Anouk van Kuilenburg

Drukkerij

Habo DaCosta, Vianen

Experiment NL is een extra editie van het maandblad Quest, uitgegeven door:



G+J Uitgevers C.V.,
Gebouw Stede,
Dalsteindreef 82-92, 1112 XC Diemen
Eric Blok (CEO/uitgever)

Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of welke andere wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

BEELDCREDITS

Cover

Herman Stöver, Steven Kazlowski/NPL/Hollandse Hoogte, Rex Features/Hollandse Hoogte, Peter Dazeley/Getty Images, Sam Rentmeester, Shutterstock.
Achterkant: NASA, Hank Morgan, Getty Images, Bram Lamers, SPL/ANP, Mark van den Brink, Niels Broekema/Quest.

Wetenschapsquiz (2)

Nils Schoonhoven, VPRO, Shutterstock.

Inhoud (4-5)

Adrie Mouthaan, Niels Broekema/Quest, Bram Lamers, Scott Nelson/Hollandse Hoogte, Shutterstock, NASA.

Klimaat (8-13)

Steven Kazlowski/NPL/Hollandse Hoogte (8-9), De Beagle/VPRO, Marijn van der Meer/Quest (10-11), EPOCA, Marijn van der Meer/Quest (12-13).

Zwarte gaten (14-18)

JPL-Caltech/NASA/ESA (14-15), Hans Hordijk/Hollandse Hoogte, NASA (16-17), Marc Scharmann/MPE/ESO (18).

Talent Ron Fouchier (19)

Adrie Mouthaan.

Kort (20-23)

Louie Psihoyos/Corbis, Hobycat/Hollandse Hoogte, Andrew Quilty/Hollandse Hoogte, Bart van Overbeeke, Jim van Belzen (20-21), Nature Picture Library/Hollandse Hoogte, Luuk van der Lee/Hollandse Hoogte, Michiel Wijnbergh/Hollandse Hoogte, Feringa, Michiel Wijnbergh/Hollandse Hoogte (22-23).

Jamaica (24-27)

Ratiba Hamzaoui/ANP, Scott Nelson/Hollandse Hoogte (24-25), Alan Zale/NYT/Hollandse Hoogte, Rivke Jaffe, Rivke Jaffe, Scott Nelson/Hollandse Hoogte (26-27).

Spinozalaureaat Mike Jetten (28-29)

Ivar Pel.

Ferdinand Bol (30-35)

Centraal Museum Utrecht, Jonathan Gratton (30-31), Carola van Wijk/Rijksmuseum Amsterdam, Jonathan Gratton (32-33), Carola van Wijk/Rijksmuseum Amsterdam (34-35).

SolMates (36-38)

Shutterstock, SolMates (37-37), Marcel van den Bergh/Hollandse Hoogte (38).

Talent David Abbink (39)

Adrie Mouthaan.

Darmen (40-43)

Hubrecht Instituut, Science Photo Library/ANP (40-41) Hubrecht Instituut (42-43).

Spinozalaureaat Ieke Moerdijk (44-45)

Ivar Pel.

Emoties (46-50)

Shutterstock (46-47), Anup Shah/Corbis, Jung Yeon-Je/ANP (48-49), Robin Utrecht/ANP, Karen Bleier/ANP (50).

Talent Beatrice de Graaf (51)

Adrie Mouthaan.

Hoogwaardige faciliteiten (52-57)

Mark van den Brink (52-53), Valerie Kuypers/

ANP, Adam Bradley/British Antarctic Survey, NIOZ (54-55), Astro-H/SRON, Niels Broekema/Quest (56-57).

Majoranadeeltje (58-60)

Sam Rentmeester (59-59), kouwenhovenlab.tudelft.nl

Talent Riekelt Houtkooper (61)

Adrie Mouthaan.

Rechters (62-65)

Shutterstock (62-63), Martijn Beekman/Hollandse Hoogte (64-65).

Spinozalaureaat Annemarie Mol (66-67)

Ivar Pel.

Kenniscyclus (68-72)

Rex Features/Hollandse Hoogte (68-69), Viollet/Hollandse Hoogte, Carlos Aguilera, (70-71), The Gallery Collection/Corbis, Hank Morgan/Getty Images (72).

Talent Sarah Durston (73)

Adrie Mouthaan.

Cyberpesten (74-77)

Peter Dazeley/Getty Images, AP/Reporters (74-75), Sabine Joosten/Hollandse Hoogte, Marijn van der Meer/Quest, Aloys Oosterwijk/ANP (76-77).

Kaarten maken (78-82)

Aerodata International Surveys, Google Earth (78-79), Marcel van den Bergh/Hollandse Hoogte, Marijn van der Meer/Quest(80-81), Google maps, Marijn van der Meer/Quest (82).

Talent Elke Geraerts (83)

Adrie Mouthaan.

Kernfusie (84-88)

Bram Lamers (84-85), ITER, Graphic News, ITER (86-87), Bram Lamers, Shutterstock (88).

Talent Matt Dicks (89)

Adrie Mouthaan.

Kort (90-91)

Paul van Riel/Hollandse Hoogte, Jochem Wijnands/Hollandse Hoogte, NASA, Steve Gschmeissner/SPL/ANP.

Kort (92-93)

Vidiphot/ANP, Image Source/Corbis, SPL/ANP, Shutterstock, Merlin Daleman/Hollandse Hoogte.

Spinozalaureaat Xander Tielens (94-95)

Ivar Pel.

Vrachtwagen en chauffeur (96-99)

Niels Broekema/Quest (96-97), Bart van Overbeeke/TU Delft, Bruce Benedict, Essent, Ger Loeffen/HH (98-99).

Licht op natuur (100-103)

Marcel van den Bergh (100-101), Marcel van den Bergh, Herman Stöver (102-103).

Talent André Mischke (105)

Adrie Mouthaan.

Uitsmijter (106)

Bluegreen Pictures/Hollandse Hoogte, American Images/Getty Images, Marcel van den Bergh, Marie Cecile Thijs/Hollandse Hoogte, WikiMedia.

Kleine big bang

Wetenschappelijk talent met een vernieuwend onderzoeksplan kan geld van NWO bemachtigen. Voor pas gepromoveerde onderzoekers is er de Veni van maximaal 250.000 euro, voor meer ervaren wetenschappers de Vidi van 800.000 euro. De Vici van 1,5 miljoen euro is er voor senior wetenschappers.

Waarom ben jij nu juist uitgekozen?

‘Ik doe onderzoek bij de deeltjesversneller van CERN in Zwitserland. Ik ben daar al vanaf het begin van mijn carrière bij betrokken. Het is uniek dat we onderzoek met deeltjes bij zulke hoge energie kunnen doen. We kunnen daar tijdelijk zware quarks maken. Dat zijn deeltjes die nu niet op aarde voorkomen, maar waarvan verondersteld wordt dat ze er wel waren in een periode van een paar milliseconden na de oerknal. We hebben modellen over de oerknal, maar die modellen moeten we testen, dus doe ik onderzoek naar de eigenschappen van zware quarks.’

Waar gebruik je het geld voor?

‘Nu de deeltjesversneller drie jaar draait, weten we meer over de quarksoep na de oerknal. Uit ons onderzoek blijkt dat het hele dichte materie moet zijn geweest in de vorm van een vloeistof zonder wrijving. We zouden dat een perfecte vloeistof kunnen noemen. Dat zijn belangrijke gegevens voor kosmologen, zij kunnen hun model van de oerknal daarop aanpassen, zodat we meer begrijpen over het heelal.’

‘Dit is natuurlijk fundamenteel onderzoek waarvan de toepassing niet zomaar duidelijk is. Maar tegelijk worden er bij CERN ook nieuwe technologieën ontwikkeld. We hebben namelijk zo’n enorme hoeveelheid data die doorzocht moet worden, dat er nieuwe technieken en betere computers voor nodig zijn. De versneller zelf heeft een omtrek van 27 kilometer en draait bij -271 graden Celsius. Het is de grootste koelkast op aarde. Ook dat levert voor het bedrijfsleven interessante technologie op.’

Hoe ben je in dit vak terechtgekomen?

‘Ik begon in 1997 tijdens mijn master bij de voorloper van de huidige deeltjesversneller van CERN. Sindsdien heb ik me altijd met de nieuwste versneller beziggehouden. Het is heel spannend om daarbij te zijn. Ik weet nog dat we toen, als we de data hadden, vaak meer dan een half jaar moesten wachten voor we de resultaten konden zien. Nu is de technologie zo ver dat we het binnen enkele uren hebben. De computers zijn veel sneller geworden en dat komt voor een groot deel door wat wij doen. Het is spannend dat we voor een deel de kwaliteit en mogelijkheden van apparatuur bepalen, omdat natuurkundigen steeds weer apparaten verlangen die nog niet bestaan. Het komt natuurlijk ook voor dat technologen zeggen: ‘Dat wat jullie willen, kan niet.’ Dan moeten we naar een andere oplossing zoeken.’

Wat wil je nog graag onderzoeken?

‘We kunnen nu de omstandigheden van de quarksoep nabootsen. We maken een *little bang*, waarvoor net als in de echte oersoep een temperatuur nodig is die 100.000 keer hoger is dan de kern van de zon. Het fascinerende is dat er in het universum sterren zijn, zogenaemde neutronensterren, die vermoedelijk een kern hebben waarin die quarksoep zelf aanwezig is. Het zou mogelijk moeten zijn om daar metingen op te doen. Ik heb geen idee hoe, maar ik zou daar graag iets leuks op willen verzinnen. Het klinkt een beetje als *Star Wars*, maar twintig jaar geleden konden we ook nog niet verzinnen dat zo’n krachtige deeltjesversneller er nu werkelijk zou zijn.’

ANDRÉ MISCHKE (40),
natuurkundige aan de
Universiteit Utrecht, kreeg
een Vidi in 2008.

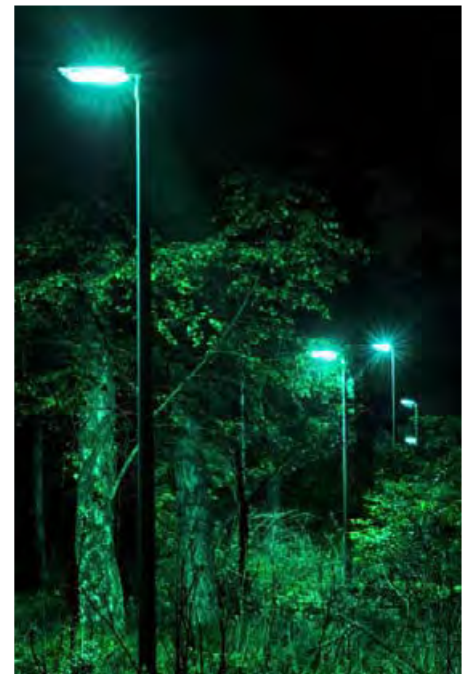
Als het ijs smelt, hoeft niet overal de zeespiegel te stijgen.

De staat van het klimaat, pagina 8



Op geheime locaties staan gekleurde lantarenpalen.

Groen licht, pagina 100



Computers hebben geen ruimtelijk inzicht.

Kaart op maat, pagina 78

Kinderen lijken op internet niet gemener dan in het echt.

Online pispaal?, pagina 74



Radiogolven hebben geen enkel nut,

aldus Heinrich Hertz in de 19de eeuw.

Van lab tot markt, pagina 68



Burgers vinden alcohol een geldig excuus, rechters niet.

Iedereen in toga, pagina 62

Maak je collectie compleet!

**EXPERIMENT NL
ALS BOEK
(2008-2011)
VOOR MAAR
€7,50!**



2008

222 pagina's

Met onder meer het gedrag van vroege mensachtigen, magnetische koeling en stamcellen die hartcellen 'trainen'.



2009

224 pagina's

Met onder meer nanofotonica, buitenaardse kennis over het heelal, en maakt vernieuwing van onderwijs ons dommer?



2010

222 pagina's

Met onder meer gezond maken wat lekker is, energie uit slachtafval en hoe internet tieners helpt.



2011

220 pagina's

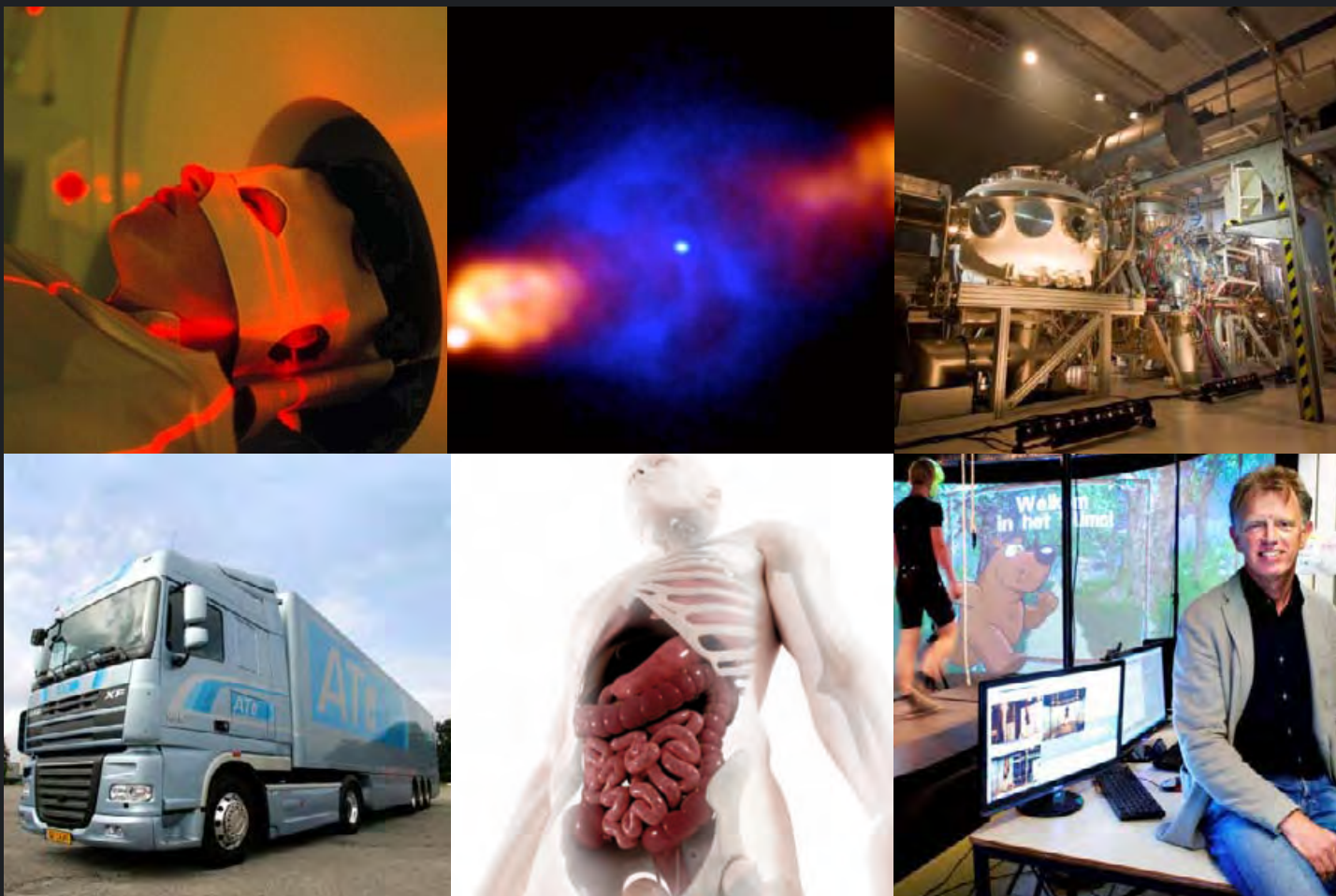
Met onder meer superstorm op exoplaneet, stresstest zonder dieren en Brussel versus het oude Rome.

Dit is de eerste keer dat *Experiment NL* als tijdschrift verschijnt. Sinds 2008 zijn vier boeken verschenen onder dezelfde titel. Ook daarbij werkten NWO en Quest nauw samen. Misschien ken je ze al? Misschien ontbreken er nog exemplaren om je collectie te voltooien? Of ben je door dit tijdschrift geïnteresseerd geraakt in meer verhalen over wetenschap in Nederland?

Hoe dan ook, dit is je kans om een of meer boeken met een prachtige korting aan te schaffen!

1 boek: €7,50, 4 boeken: €25 (prijzen exclusief verzendkosten)

Bestellen doe je gemakkelijk op questwinkel.nl



WETENSCHAP IN NEDERLAND

Experiment NL is het resultaat van een samenwerking tussen de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en Quest.

