



Tafelwetenschappers

2012

De Avond van Wetenschap & Maatschappij

complexiteit



McKinsey&Company



Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap



Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie



Tafelwetenschappers • 2012

De Avond van Wetenschap & Maatschappij

Foto omslag:
© Can Stock Photo

Maandag 29 oktober 2012
Ridderzaal, Den Haag

De Avond van Wetenschap & Maatschappij 2012

De Avond van Wetenschap & Maatschappij is in het leven geroepen met als doelstelling het maatschappelijk belang van wetenschap te onderstrepen door te laten zien waar en op welke manieren wetenschappelijk onderzoek toepassingen vindt in het leven van alledag.

Iedereen heeft dagelijks wel in een of andere vorm te maken met bepaalde facetten van wetenschap maar niet iedereen is zich hiervan bewust. Voor de meeste mensen staat wetenschap mijlenver af van hun alledaagse werkelijkheid. De laatste jaren is daar gelukkig wel enige verandering in gekomen. Initiatieven als Oktober Kennismaand, Kennisfestivals zoals Kennis op Zondag, de site wetenschap24.nl en de enthousiasmerende optredens van oud KNAW-president Robbert Dijkgraaf in 'De Wereld Draait Door' hebben belangrijk bijgedragen aan de zichtbaarheid van de rol van wetenschap in het dagelijks leven en daarmee aan de popularisering van wetenschap.

Met de jaarlijkse Avond van Wetenschap & Maatschappij proberen wij op een heel eigen manier te laten zien hoe technologische en wetenschappelijke toepassingen ons dagelijks leven beïnvloeden en hoe wetenschap en maatschappij steeds sterker met elkaar vervlochten raken.

Tegen deze achtergrond nodigt de Stichting De Avond van Wetenschap & Maatschappij sinds 2000 ieder jaar 250 prominenten uit de kringen van wetenschap, bedrijfsleven, politiek, cultuur, media en sport uit voor een feestelijk diner in de Ridderzaal.

Elke Avond van Wetenschap & Maatschappij heeft een ander thema, en tijdens het diner presenteren Nederlandse topwetenschappers vanuit hun specifieke vakgebieden prikkelende stellingen over dat overkoepelende thema. Het thema op de dertiende Avond is Complexiteit.

Na korte inleidingen – aan iedere tafel treden tijdens het diner twee 'tafelwetenschappers' op – gaan de tafelgenoten vervolgens met elkaar in gesprek over de stellingen. De dialogen die op deze manier ontstaan tussen topwetenschappers en prominenten uit andere sectoren van de maatschappij bieden over en weer inspiratie, brengen overeenkomsten en verschillen in het werken op topniveau aan het licht, en verdiepen het inzicht dat wetenschappelijke innovaties structureel bijdragen aan een beter functionerende maatschappij.

Minister Maxime Verhagen spreekt – namens de ministeries van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap en Economische Zaken, Landbouw en Innovatie – een boodschap uit.

Keynote spreker op De Avond is prof.dr. Robbert Dijkgraaf. De titel van zijn voordracht is 'Eenvoud en eenheid'. Robbert Dijkgraaf is sinds 1 juli directeur van het Institute for Advanced Study in Princeton, V.S. Daarnaast is hij universiteitshoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam. Voor zijn wetenschappelijk werk kreeg hij in 2003 de NWO Spinozapremie. Tot juni 2012 was hij president van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

Programma**De Avond van Wetenschap & Maatschappij**

Maandag 29 oktober 2012

Ridderzaal, Den Haag

Complexiteit

18.00 – 18.40	ontvangst in Rolzaal
18.40 – 19.00	gasten gaan aan tafel
19.00 – 19.05	welkomstwoord door ir. Wiebe Draijer (voorzitter Stichting De Avond van Wetenschap & Maatschappij)
19.05 – 19.30	voorgerecht
19.30 – 19.35	boodschap door drs. Maxime Verhagen (Minister van EL&I)
19.45 – 20.30	tafeldiscussie 1 tussengerecht
20.30 – 21.00	lezing door prof.dr. Robbert Dijkgraaf 'Eenvoud en eenheid'
21.00 – 21.15	cultureel intermezzo Andy Ninvalle, Robin Koerts en Suet Wan Tsang; tafelwetenschappers wisselen van tafel
21.15 – 22.00	tafeldiscussie 2 hoofdgerecht
22.00 – 22.20	prijsuitreiking Huibregtsprijs 2012
22.20 – 22.25	afsluiting
22.30 – 23.00	dessertbuffet en koffie in de Rolzaal

Bestuur Stichting De Avond Van Wetenschap & Maatschappij

Drs. D.A. Benschop, Penningmeester

President-Directeur Shell Nederland

Mr. M.E. Bierman

Ondervoorzitter Koninklijke Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen

Dr.ir. M.A.M. Boersma

President Raad van Commissarissen ProRail

Prof.dr. D.I. Boomsma

Hoogleraar Vrije Universiteit Amsterdam

Mr. M. Buchel

Algemeen directeur Science Center NEMO

Prof.dr. J.C. Clevers

President KNAW

Ir. W. Draijer, *Voorzitter*

Voorzitter SER

Dr. J.H.M. Dröge

National Manager Unilever Nederland

Dr. C.M. Hooymans

Raad van Bestuur TNO

Drs. P.M. Noordervliet

Schrijver

Drs. M.W.P.H. van Oranje-Nassau, van Vollenhoven

Managing partner The Source Ideas

Ir. P.W.F. Rutten

Partner McKinsey & Company

Drs. J.H. Scholten

Directeur VSNU

Drs. A.H.W. van der Want

Directeur a.i. SKH

Mr. B.E.M. Wientjes

Voorzitter Vereniging VNO-NCW

Ere-voorzitter: Ir. F.W. Huibregtsen,

Voorzitter De Publieke Zaak

Comité van Aanbeveling

J.A.H.S. Biesheuvel

MKB Nederland

J.J.I. Daalmeijer

Raad voor Cultuur

Prof.dr. P.J.D. Drenth

ALL European Academies

Prof.dr. R.H. Dijkgraaf

Institute for Advanced Study

Prof.dr. J.J. Engelen

Nederlandse Organisatie voor

Wetenschappelijk Onderzoek

Prof.dr.ir. L.O. Fresco

Universiteit van Amsterdam

Mr. G.J. de Graaf

Eerste Kamer der Staten-Generaal

Drs. A.M. Jongerius

Drs. L.M.L.H.A. Hermans

Voorzitter VVD-fractie in de Eerste

Kamer der Staten-Generaal

Prof.dr. G. 't Hooft

Universiteit Utrecht

Drs. F. van Houten

Philips

Prof.dr. K.H.W. Knot

Nederlandsche Bank

Dr. S.J. Noorda

VSNU

Prof.dr. F.P. van Oostrom

Universiteit Utrecht

Dr. A.H.G. Rinnooy Kan

Koninklijke Hollandsche Maatschappij
van Wetenschappen

Ir.drs. J. van der Veer

Platform Bèta-Techniek

Prof.dr. M.J.G. Veltman

Universiteit van Amsterdam

Drs. B. Vriesekoop

journalist

Dr. G.J. Wijers

Akzo Nobel

Dr. H.H.F. Wijffels

Universiteit Utrecht

Ir. R. Willems

STT

Prof.dr.ir.drs. Hester Bijl, 14
Prof.dr. Frances Brazier, 16
Prof.dr. Eveline Crone, 18
Prof.dr. Heino Falcke, 20
Dr. Jeroen Geurts, 22
Prof.dr. Beatrice de Graaf, 24
Prof.dr. Peter Hagoort, 26
Prof.dr. Cars Hommes, 28
Prof.dr. Pieter Hooimeijer, 30
Prof.dr. Marli Huijjer, 32
Prof.dr. Paul Kirschner, 34
Prof.dr.ir. Leo Kouwenhoven, 36
Prof.dr.ir. Maaïke Kroon, 38
Prof.mr.dr. Rianne Letschert, 40
Dr. Mirjam Leunissen, 42
Prof.dr. Renate Loll, 44
Prof.dr. Aske Plaat, 46
Prof.dr.ir. Jan Rotmans, 48
Prof.dr. Alexander Sack, 50
Prof.dr. Rutger van Santen, 52
Prof.dr. Marten Scheffer, 54
Dr. Appy Sluijs, 56
Prof.dr.ir. Maarten van Steen, 58
Dr. Matthijs van Veelen, 60
Prof.dr. Peter-Paul Verbeek, 62

Prof.dr.ir.dr.s. Hester Bijl Gevleugelde wiskunde

Vliegen zijn ware acrobaten in de lucht. Ze kunnen de moeilijkste manoeuvres uitvoeren. Daar kunnen wij voor de bouw van kleine, flappende vliegtuigjes nog een hoop van leren.

In de onderzoeksgroep van Hester Bijl wordt onderzoek gedaan naar de prestaties van allerlei soorten vliegen (o.a. fruitvliegjes) door de luchtstroming rond flappende vleugels te simuleren. Door de stromingsvergelijkingen met wiskundige technieken te benaderen en op te lossen, kunnen de vliegprestaties worden bepaald. Omdat dat heel dure sommen op grote parallelle computers zijn, is het belangrijk zo nauwkeurig en efficiënt mogelijk te rekenen. Met de opgedane inzichten kun-

nen we bijdragen aan het ontwerp van de Delfly Micro – een heel klein flappend vliegtuigje dat nu ontwikkeld wordt bij de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische



Prof.dr.ir.dr.s. Hester Bijl is hoogleraar numerieke aerodynamica aan de Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek van de Technische Universiteit Delft. Daarnaast is ze afdelingsvoorzitter van de afdeling Aerodynamica, Wind Energy, Flight performance and Propulsion en lid van het MT van haar faculteit. Als voorzitter van het Delft Energy Initiative geeft ze mederichting aan het energie-onderzoek, onderwijs en innovaties aan de TU Delft. Ze is ook lid van de Raad van Toezicht van ECN.

Universiteit Delft. De Delfly Micro is de kleine opvolger van Delfly. Delfly heeft een spanwijdte van 20 cm, terwijl de Micro-versie 5 cm spanwijdte zal hebben. Doordat zijn vleugels zo klein zijn, luistert het aerodynamisch ontwerp extra nauw. ●

STELLINGEN

- 1. Het grootste volume wiskunde-onderzoek vindt plaats buiten de wiskundefaculteiten. Dit betekent niet dat de wiskundefaculteiten overbodig zijn.**
- 2. Door de sterke nadruk op kennisvalorisatie van de overheid worden universiteit, instituut en bedrijf elkaars concurrent in plaats van elkaars partner.**

Prof.dr. Frances Brazier

Over het ontwerp van participatory systems



Onze samenleving is in transitie. Technologische ontwikkelingen veranderen de wijze waarop individuen communiceren, zich organiseren, zich presenteren. Nieuwe sociale structuren ontstaan met nieuwe vormen van organisatie, nieuwe vormen van interactie en communicatie, nieuwe vormen van gedistribueerde *governance*. Fundamentele sociale structuren in lokale, regionale, nationale en mondiale organisaties veranderen, zoals het rechtssysteem, de transportsector, de financiële markten, het onderwijs en de gezondheidszorg. Nieuwe normen en waarden ontstaan.

Neem de energiemarkt: de samenleving is zich steeds meer bewust

van het belang van duurzaamheid. Mede door nieuwe vormen van communicatie en coördinatie is het voor consumenten mogelijk geworden om ook als producent aan de energiemarkt mee te doen, als *prosumer*. Prosumers nemen verantwoordelijkheid voor de wereld waarin zij leven vanuit een lokale context. Zij ervaren direct de effecten van hun handelen. Zij bundelen belangen en organiseren zich als speler op de markt – een nieuwe markt.

Participatie van mensen is het uitgangspunt voor systemen waarin technologie nieuwe sociale structuren en coördinatie mogelijk maakt. Centraal hierbij staat het concept van ‘polycentriciteit’, waarin handelen, reflectie op het



© foto Frank van Driel

handelen en ook de *governance* lokaal worden georganiseerd.

Engagement en *empowerment*, vertrouwen en verantwoordelijkheid zijn naast beveiliging, privacy en schaalbaarheid de belangrijkste vereisten voor het ontwerp van deze nieuwe generatie van sociaal-technische netwerksystemen.

Frances Brazier is hoogleraar Engineering Systems Foundations aan de TU Delft, vice-voorzitter van het Landelijk Netwerk van Vrouwelijke Hoogleraren en een van de oprichters van NLnet, de eerste internetprovider in Nederland.

Systemen waarin gedistribueerde *governance*, maar ook emergente *governance*, participatie van de individu garandeert. Het ontwerp hiervan vereist inzicht in sociale en technische mogelijkheden, maar ook inzicht in de beleving van de individu. Recente resultaten van artistiek onderzoek bieden aanknopingspunten. ●

STELLING

Participatie is te ontwerpen.

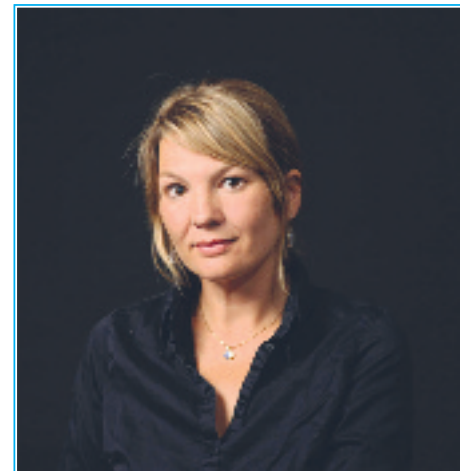
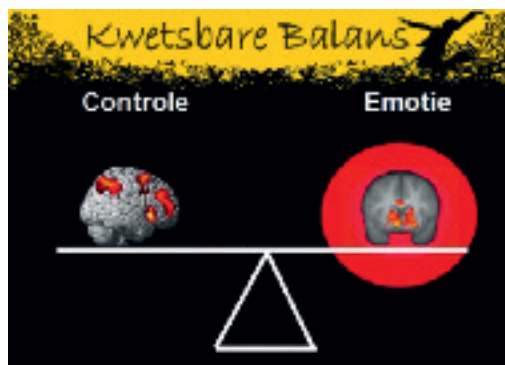
Prof.dr. Eveline Crone Hersenontwikkeling in de adolescentie: een vrijbriefje voor opstandig gedrag?

De adolescentie is een fascinerende periode van uitdagingen en kwetsbaarheden. Enerzijds kunnen adolescenten hun gedrag steeds beter sturen richting specifieke doelen, verbeteren zij in het gebruiken van leerstrategieën en blinken zij uit in het vinden van creatieve oplossingen. Anderzijds nemen adolescenten meer risico's, zijn gevoeliger voor sociale druk en sociale afwijzing. Deze paradoxale ontwikkeling is onderzocht vanuit het perspectief van de dynamische ontwikkeling van de hersenen in puberteit en adolescentie.

Met behulp van fMRI, een techniek waarmee hersenactiviteit in kaart wordt



gebracht tijdens het uitvoeren van gedragstaken, hebben we ontdekt dat de hersenen die belangrijk zijn voor cognitieve controle enerzijds, en emotionele ontwikkeling anderzijds, met een verschillend tempo ontwikkelen.



Eveline Crone is als hoogleraar verbonden aan de Universiteit Leiden en de Universiteit van Amsterdam. Sinds 2005 is zij het hoofd van het Brain & Development Laboratorium in Leiden, waar 15 onderzoekers zich bezighouden met de vraag hoe kinderen en adolescenten keuzes maken en hoe dit in relatie staat tot hersenontwikkeling.

De emotionele hersengebieden lopen vaak voorop op de controlerende hersengebieden. Dit leidt tot een aantal uitdagende vragen zoals de vraag of jongeren verantwoordelijk kunnen worden gehouden voor hun eigen gedrag en of we hun hersenen de schuld kunnen geven van hun gedrag. Ook leidt dit tot de vraag hoe we moeten omgaan met de verschillen tussen jongeren in gevoelighe-

den voor impulsiviteit, criminaliteit en middelengebruik. Hoewel de adolescentie lang een slecht begrepen periode is geweest, werpen deze recente bevindingen een nieuw licht op deze levensfase. Niet alleen de kwetsbaarheden, maar ook de unieke mogelijkheden van de adolescentie worden belicht, bijvoorbeeld vanuit het oogpunt van interventie.

STELLING

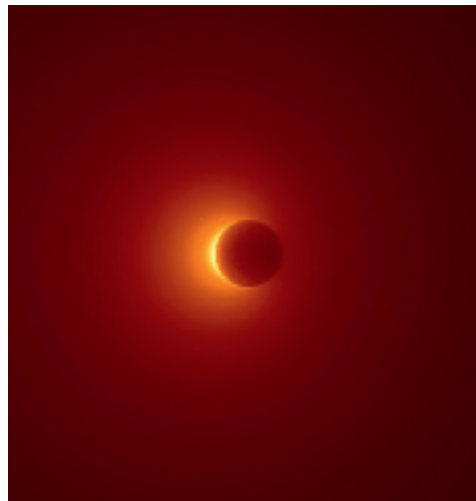
Jongeren zijn niet verantwoordelijk voor hun daden.

Prof.dr. Heino Falcke

Zwarte gaten en de grenzen van het heelal

Fenomenen in de kosmos worden zowel met behulp van theorieën als ook met radiotelescopen bestudeerd. Onderzoek aan zwarte gaten heeft een methode opgeleverd waarmee je de schaduw van een zwart gat zou kunnen zien. Een grote groep wetenschappers is nu bezig de eerste afbeelding hiervan te maken. Deze schaduw is het kenmerk van de waarnemingshorizon – *point of no return* rond een zwart gat. Nieuwe theorieën over de straling van zwarte gaten maken het ook mogelijk grote en kleine zwarte gaten met elkaar te vergelijken.

De laatste jaren is de nieuwe radiotelescoop LOFAR voorbereid. Deze telescoop verbindt radio-antennes met elkaar, die over heel Europa verspreid zijn, maar een gemeenschappelijk centrum in Nederland hebben. Met deze



grootste telescoop ter wereld hoopt men de eerste zwarte gaten in het vroege heelal te ontdekken en ultrakorte radioflitsen van kosmische straling te onderzoeken. Kosmische straling wordt gemaakt door elementaire deeltjes, die in het heelal bijna tot lichtsnelheid versneld worden en uiteindelijk met onze dampkring botsen. Uiteraard zal LOFAR ook



gebruikt worden om de ontwikkeling van het heelal te bepalen, planeten buiten ons zonnestelsel te detecteren en zelfs naar buitenaards leven te zoeken. •

Heino Falcke is hoogleraar astro-deeltjesfysica en radioastronomie aan de Radboud Universiteit in Nijmegen en ook verbonden aan de nationale instituten voor radiosterrenkunde, ASTRON, en voor hoge energie fysica, NIKHEF.

In 2011 kreeg hij de NWO Spinozapremie.

Naast zijn carrière als wetenschapper is Heino Falcke ook actief als lekenpredikant in de protestantse kerk in Duitsland en geeft hij lezingen over de verhouding tussen geloof en wetenschap.

STELLINGEN

- 1. Hoe complexer de situatie, hoe groter je moet denken – durf te denken als een astronoom!**
- 2. Het heelal bevat meer planeten dan het strand korreltjes zand – de kans dat er geen ander intelligent leven in het heelal bestaat is bijna nul.**
- 3. Het leven is ontstaan tijdens de oerknal met behulp van een kleine verzameling natuurwetten – de kans dat zoiets toevallig gebeurt is ook bijna nul, dus is er òf een oneindige hoeveelheid universa, òf een bewuste schepper.**

Dr. Jeroen Geurts

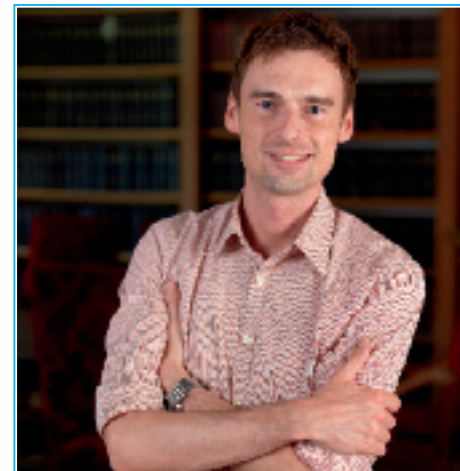
Hersenonderzoek en de vertaling van wetenschap naar de maatschappij

Jeroen Geurts studeerde neurobiologie aan de Universiteit van Amsterdam en deed tijdens zijn opleiding onderzoek naar de zenuwaandoening amyotrofische lateraal sclerose (ALS). Hij verdiepte zich verder in de klinische neurowetenschappen. Na zijn studie promoveerde hij cum laude aan de Vrije Universiteit op onderzoek naar grijze stof beschadigingen bij de ziekte multiple sclerose (MS). Hij werkt nog steeds aan MS, maar ook aan neurodegeneratieve aandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer.

Geurts maakt voor zijn onderzoek gebruik van de combinatie van moderne beeldvorming (MRI) met weefselonderzoek na overlijden van de patiënt. Door de combinatie van MRI en weefselonderzoek is het mogelijk om beschadigingen

in de grijze stof van MS patiënten beter te bestuderen en in beeld te brengen, waardoor er nu gekeken kan worden naar het effect van deze afwijkingen op het functioneren van de patiënt, met name op het gebied van cognitieve achteruitgang en geheugenklachten. Als hoofd van de sectie Klinische Neurowetenschappen van de afdeling Anatomie & Neurowetenschappen van het VU medisch centrum leidt Geurts een groep onderzoekers die allen werken aan dit vraagstuk. Ook werkt hij nauw samen met de Nederlandse Hersenbank.

Naast zijn wetenschappelijke werk houdt Geurts zich bezig met het vertalen van wetenschap naar een breder publiek. In 2007 verscheen *Over de Kop: fascinerende vragen over het brein*, een



© foto Frank van Driel

Dr. Jeroen Johan Guillaume Geurts (1978) is hersenonderzoeker aan het VU medisch centrum te Amsterdam.

boek over hersenen en hersenonderzoek, dat hij samen met zijn collega's Wim van de Grind, Dick Swaab en Victor Spoormaker schreef. In augustus 2009 verscheen zijn tweede boek *Kopstukken: gesprekken met bekende wetenschappers over hersenen en bewustzijn*. Hij schrijft regelmatig artikelen, opiniestukken en columns in dagbladen en magazines. Hij geeft lezingen over het brein door het land en is terugkerende gast bij Radio 1 en 3FM waar hij commentaar geeft op de actualiteit van het hersenonderzoek. Hij is tevens directeur van

Stichting Brein in Beeld (BiB; www.breininbeeld.org). BiB beschikt over een netwerk van wetenschappers die zich bezighouden met het vertalen van wetenschap naar een breder maatschappelijk kader en met het aanscherpen van de publieke opinie. Dit gebeurt o.a. via organisatie van lezingen en debatavonden en via het schrijven van columns en krantenberichten over specifieke neurofilosofische thema's als bewustzijn, religie en vrije wil. In 2010 werd Geurts verkozen tot lid van De Jonge Akademie van de KNAW.

STELLING

Valoriseren is kabaal maken!

Prof.dr. Beatrice de Graaf

De historisering van veiligheid

Onze samenleving is stabiel – we hebben nauwelijks met terroristisch geweld te maken. Het aantal aanslagen en slachtoffers in de westerse wereld piekte rond 1999-2001, maar is nu weer afgenomen. Volgens Harvard-hoogleraar Steven Pinker (2011) vertoont de geschiedenis wereldwijd een neergaande lijn van geweld en onveiligheid. Het risico om door menselijk geweld om te komen is lager dan ooit. Toch lijken we banger voor een verdachte koffer dan dertig jaar geleden, toen er daadwerkelijk sprake was van terroristische aanslagen. Bij Pinkers stelling kunnen kanttekeningen worden geplaatst. Hij kijkt vanuit een astraal perspectief van meerdere eeuwen naar geweld en onveiligheid. Hij richt zich (alleen) op fysiek geweld, een door de tijd verschuivende notie. Kun je onveiligheid en gevaar meten in afnemende percentages slachtoffers? De menselijke pijngrens is in de afgelopen decennia bovendien sterk verlaagd. En telt psychische pijn niet als angst of onveiligheid?

Toch heeft Pinker een punt: er is een kloof tussen de objectieve teruggang van geweld en dreiging en de beleving hiervan. Veiligheid is geen uitvloeisel van fysieke of politieke omstandigheden en gebeurtenissen alléén. Aan die gebeurtenissen of omstandigheden wordt betekenis toegekend. Ze krijgen een plaats in politieke, bestuurlijke en bureaucratische besluitvormingsprocessen en procedures. Dat lijkt vanzelfsprekend, maar meestal wordt veiligheids geschiedenis niet op die manier geschreven. Geschiedenissen van conflict en veiligheid nemen vaak de veranderingen en sleutelmomenten in de ontwikkeling van veiligheidsbeleid als uitgangspunt, zonder lang stil te staan bij hoe complex die ontwikkeling was.

Wat verklaart nu het verschil tussen feitelijke aantallen slachtoffers, aanslagen of 'objectief' gevaar en de individuele of publiek-politieke beleving hiervan? Historisch onderzoek kan het proces van 'securitisering' in kaart brengen: wanneer, waar-



Beatrice de Graaf (1976) is hoogleraar Conflict en veiligheid in historisch perspectief aan de Universiteit Leiden.

voor en met welke gevolgen waren bevolkingen, regeringen of andere partijen zoal bang. Welke dreigingen kwamen de afgelopen tweehonderd jaar – de periode van de opbouw van de moderne natiestaat met zijn bijbehorende veiligheidsinstrumentarium – zoal voorbij? Welke gevolgen heeft de uitbreiding van veiligheidsdenken in ruimte, tijd en beleving voor de samenleving?

De 'historisering van veiligheid' is de poging om zowel het proces als de uitkomsten van veiligheidsbeleid in brede zin in de historische context te plaatsen, en te ontle-

den hoe dit beleid en de bijbehorende ideeën zich ontwikkelden. Veiligheid is zowel een objectieve als subjectieve categorie – bommen en granaten die ontploffen, maar ook de betekenis die daaraan wordt toegekend. Veiligheidsbeleid is daarom geen black box waarbij alleen de uitkomst telt, maar afhankelijk van verschillende factoren, historische contingenties en bestuurlijke, politieke en persoonlijke keuzes die ertoe leidden dat overeenkomstige incidenten en dreigingen in verschillende periodes en landen een volstrekt verschillend veiligheidsbeleid tot gevolg hadden. •

STELLING

Veiligheid meet je niet af aan aanslagen.

Prof.dr. Peter Hagoort

De onverspelbare uitdagingen van de toekomst

De uitdagingen en problemen waarmee onze complexe samenleving in de toekomst te maken krijgt zijn moeilijk of veelal in het geheel niet voorspelbaar op basis van onze kennis en inzichten van vandaag. Wie had de aanval op de Verenigde Staten door Al Qaida zien aankomen? Wie heeft de huidige wereldwijde economische crisis voorzien? De globale samenleving is zo complex geworden dat het anticiperen op de toekomst steeds lastiger wordt.

Hetzelfde geldt in de wetenschap. De kennis van morgen is inherent onvoorspelbaar op basis van de kennis van vandaag. We kunnen nu niet voorzien wat we in de toekomst zullen weten. Er is geen algoritme voor ontdekkingen in de wetenschap. Dat noemen we daarom dan ook de magie van wetenschap. Er is geen receptenboek voor het bereiken van nieuwe, fundamentele doorbraken. Het enige zinnige dat daarover gezegd kan worden is dat als we jonge, briljante mensen de

gelegenheid geven zoveel mogelijk in relatieve vrijheid hun gang te gaan in de wetenschap, de kans op fundamentele nieuwe inzichten het grootst is. NWO heeft dat goed begrepen toen het zijn Veni/Vidi/Vici programma ontwikkelde.

De politiek en het overheidsbeleid in ons land (in tegenstelling tot bijvoorbeeld Duitsland) zijn daarentegen steeds meer gebaseerd op de onjuiste aanname dat de kennis van vandaag voldoende sturing mogelijk maakt in het complexe landschap van wetenschap en maatschappij. Het Topsectorenbeleid is daarvan een goed voorbeeld. Door het kennislandschap te laten verschrompelen naar een beperkt aantal domeinen waar economisch gewin op korte termijn haalbaar lijkt, loopt ons land het risico ons wetenschappelijk immuunsysteem niet langer in staat te stellen de onvoorspelbare problemen en uitdagingen van de toekomst te lijf te gaan. Wie had voorzien dat het wegbe-



© foto Frank van Driel

Peter Hagoort doet onderzoek naar de neurobiologische fundamentele van het menselijk taalvermogen. Hij is hoogleraar cognitieve neurowetenschappen aan de Radboud Universiteit, directeur van het Max Planck Instituut voor Psycholinguïstiek en directeur van het Centre for Cognitive Neuroimaging van het Donders Institute.

zuigen van onze opleidingen en kennis van het Arabisch misschien toch niet zo'n goed idee was op het moment dat de Twin Towers ineenstortten? Wie had voorzien dat de cursus kalligrafie die Steve Jobs uit pure interesse volgde van beslissende invloed zou zijn op de ontwikkeling en vormgeving van de PC? Zeker Steve Jobs niet op dat moment. Wie had voorzien dat de ontdekking van grafeen door Nobelprijswinnaar Andre Geim op basis van pure interesse in fundamentele fysica zo'n wereld van toepassin-

gen mogelijk zou maken? Veel andere voorbeelden kunnen worden gegeven.

Wetenschapsbeleid dat rekening houdt met de onvoorspelbaarheid van de complexe samenleving houdt daarom uit eigenbelang een rijk gevarieerd ecosysteem van kennis en wetenschap in stand om antwoorden te hebben op de problemen en uitdagingen die zich voordoen voorbij de tijdshorizon van een doorsnee kabinet in Nederland. ●

STELLING

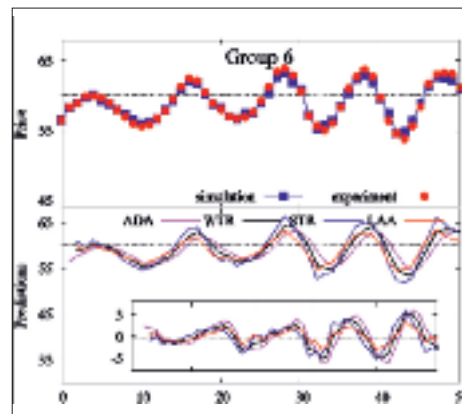
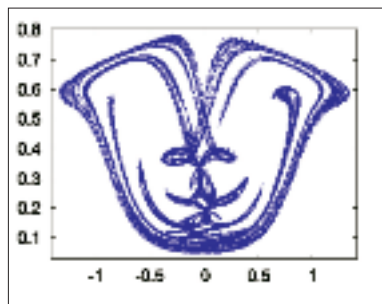
Een rijk ecosysteem van fundamentele wetenschap/kennis is het beste recept om de uitdagingen van onze complexe samenleving tegemoet te treden.

Prof.dr. Cars Hommes De economie als complex adaptief systeem

“I can predict the motion of heavenly bodies, but not the madness of crowds”, zo luidt een bekende uitspraak van Isaac Newton. En Newton sprak uit ervaring. Hij speculeerde in aandelen van de South Sea Company en verloor in 1720 een vermogen door een crash die hij niet voorzien had. Newton’s uitspraak geeft een cruciaal verschil aan tussen de sociaal-economische en de natuurwetenschappen: indivi-

duele verwachtingen van de toekomst zijn mede bepalend voor het gedrag van de markt.

In de standaard economische theorie wordt ervan uitgegaan dat alle beleggers rationeel zijn en, mocht dat toch niet het geval zijn, dat de markt als geheel in elk geval toch efficiënt en rationeel is. Maar de huidige financieel-economische crisis heeft ons weer eens geleerd dat de markt



Een ‘vreemde aantrekker’ met fractale structuur en chaotische marktdynamiek (l.) en een laboratorium experiment met ‘irrationele’ koersschommelingen (r.).



Wiskundig econoom Cars Hommes is verbonden aan de UvA, waar hij de rol van niet-lineariteit in de economie onderzoekt

zich vaak helemaal niet-rationeel gedraagt. Beleidsmakers komen steeds meer tot het inzicht dat de standaard rationele theorie in de praktijk niet werkt. De beleidsmiddelen zagen de crisis niet aankomen. Het deed de oud president van de ECB Jean-Claude Trichet verzuchten: “When the crisis came we felt abandoned by conventional tools”.

Met de theorie van complexe systemen kan de economie veel beter beschreven worden: de economie als complex adaptief systeem met interacties tussen miljoenen

begrensd rationele consumenten, bedrijven en investeerders. Maar hoe modelleren je de toekomstverwachtingen van begrensd rationele individuen? Hoe passen individuen hun gedrag aan als de markt verandert? Is de ‘irrationa- liteit’ van de markt te voorspel- len? Waar moeten beleidsmakers zich op richten? Recente ontwik- kelingen in complexe systemen, *behavioral economics*, *behavioral finance* en experimentele econo- mie geven inzicht in de ‘irrationa- liteit’ van de markt en mogelijk- heden om crises te voorspellen en beheersen. •

STELLING

De irrationaliteit van de markt is voorspelbaar.

Prof.dr. Pieter Hooimeijer Pieken en dalen

Nadat Francis Fukuyama het einde van de geschiedenis aankondigde, deed John Friedman hetzelfde voor de geografie. De redenering is plausibel. Door de ICT revolutie is iedereen met iedereen verbonden, los van de plek waar men zich bevindt. Fysieke afstand doet er niet meer toe. De werkelijkheid is echter anders. Overal in de wereld zien we een toenemende trek naar en concentratie in steden, waarbij sommige steden veel harder groeien dan anderen.

Er zijn drie soorten agglomeratievoordelen die dit verklaren. Het eerste betreft de schaalvoordelen die zijn verbonden aan hogere dichtheden en die leiden tot een veel efficiëntere benutting van grond, infrastructuur, en voorzieningen en tot een draagvlak voor gespecialiseerde diensten. Naarmate steden groter worden daalt ook het energieverbruik per hoofd van de bevolking.

Het tweede zijn de urbanisatievoordelen. Door de grote diversiteit aan (economische) functies in steden ontstaan gemakkelijk nieuwe combinaties die de basis zijn van veel innovaties en daarmee van economische veerkracht en banengroei. Rurale gebieden, maar ook steden als Detroit die afhankelijk zijn van één type bedrijvigheid (auto-industrie), missen dit soort veerkracht en kunnen zich moeilijker aanpassen aan veranderende omstandigheden. Het derde voordeel betreft de (multimodale) connectiviteit. Steden zijn niet alleen knooppunten van snelwegen, maar ook van andere vormen van transport. Snel groeiende wereldsteden kenmerken zich door hun vele verbindingen door de lucht met andere steden (van hetzelfde kaliber). Daarmee ontstaat een netwerk van steden die onderling veel interacties kennen (de pieken) met gebieden daartussen (de dalen) die niet of nauwelijks deel-



© foto Frank van Driel

Pieter Hooimeijer is hoogleraar sociale geografie en demografie aan de Universiteit Utrecht en lid van de Raad voor leefomgeving en infrastructuur.

nemen aan dit netwerk, of hooguit met de meest nabijgelegen stad. Deze drie voordelen versterken elkaar omdat massa en groei en bestemming aantrekkelijker maken voor de vervoersmaatschappijen en de toegenomen connectiviteit de groei stimuleert. Steden vormen zo zelforganiserende adaptieve complexe systemen die zich uitstrekken ver over landgrenzen en een eigen dynamiek kennen. Als we kijken naar de intensiteit van het verkeer op de elektronische snelweg vertoont dit dezelfde pieken en dalen als de fysieke interactie, en versterkt

deze eerder dan dat deze erdoor verandert. “The world is not flat, it’s peaked.”

Dit inzicht levert lastige maatschappelijke vraagstukken op. Is de krimp van de perifere delen van ons land te keren, als die agglomeratievoordelen zo sterk zijn? Wat gebeurt er met de economie van de metropoolregio Amsterdam als AirFrance/KLM besluit Schiphol in te ruilen voor Charles de Gaulle als Europese hub? In hoeverre kunnen we de ruimtelijke ontwikkeling nog sturen? •

STELLING

The world is not flat, it’s peaked.

Prof.dr. Marli Huijer Tijdsdiscipline in een flexibele samenleving

Gezamenlijke ritmes van werken, slapen, rust en vrije tijd geven structuur aan het leven van alledag. Ze zorgen voor vertrouwen en cohesie, niet alleen in organisaties, maar ook onder vrienden en in sociale netwerken. Het wekelijkse werkoverleg, de zondagse fietstour of dagelijkse gezamenlijke maaltijd biedt de zekerheid dat tijd en ruimte bij herhaling met elkaar worden gedeeld.

Die stabiele, gezamenlijke ritmes zijn in onze tijd onder druk komen staan. Tot de jaren zestig van de vorige eeuw werden sociale gewoontes gedomineerd door een strakke tijdsdiscipline. Rust, Reinheid en Regelmaat werden noodzakelijk geacht voor een goede opvoeding en goede gezondheid. Vandaar dat er op vaste tijden werd gewerkt, geslapen, schoongemaakt en geleerd. Flexibilisering van werkuren en de opkomst van de 24/7-netwerk-

samenleving hebben vaste leefritmes minder vanzelfsprekend gemaakt. Traditionele ritmes, die het verloop van de dag, week en het jaar vooraf vastleggen, hebben plaatsgemaakt voor een tijdsordening waarin alles op elk moment kan worden gedaan. Het individu beslist daarin zelf wanneer hij wat wil doen. Per dag, en soms per uur, wordt bekeken, en in overleg met anderen uitonderhandeld, hoe de dag verloopt. Het verdwijnen van gezamenlijke ritmes verhoogt de onzekerheid en complexiteit van het bestaan. De horizon waarop we onze verwachtingen projecteren krimpt, aldus de Duitse socioloog Hartmut Rosa. De zekerheid van periodiek terugkerende sociale ontmoetingen of verplichtingen maakt plaats voor een op de korte termijn gerichte flexibiliteit, die het individu in staat stelt om last minute alle plannen om te gooien. Zo ontstaat een vicieuze cirkel, waarin de verwachtingshorizon



© foto Frank van Driel

Marli Huijer, filosoof en arts, is bijzonder hoogleraar Filosofie van Cultuur, Politiek en Religie aan de Erasmus Universiteit Rotterdam en lector Filosofie aan De Haagse Hogeschool.

verder krimpt en de bestaanszekerheid verder afneemt. Het verdwijnen van gezamenlijke ritmes leidt ook tot veronachtzaming van biologische ritmes van lichaam en geest. Sociale ritmes zijn in een duizenden jaren omspannend proces in samenhang met biologische ritmes ontstaan. Leven volgens ritmes van dag en nacht, en seizoensritmes, bevordert het lichamelijke en mentale welzijn, zo laat de chronobiologie overtuigend zien. Het loslaten van die ritmiek ten gunste van een sociale tijd waarin

alles op elk moment gedaan kan worden, pakt negatief uit voor de gezondheid. Naarmate de keerzijden van het verlies aan gezamenlijke ritmes zichtbaarder worden, zien we ook initiatieven ontstaan om zichzelf of anderen op nieuwe manieren in tijd en ruimte te binden. Zo wordt de vrijheid van het nieuwe werken of nieuwe leren steeds vaker gecombineerd met nieuwe, gedeelde vormen van tijdsdiscipline. Hoe die nieuwe ritmiek eruit zal zien, is thema voor verder onderzoek. ●

STELLING

Het vernieuwen van sociale ritmes wordt urgenter naarmate de samenleving complexer wordt.

Prof.dr. Paul Kirschner Broodje-aap-verhalen over leren en onderwijs

Mark Twain – Amerikaanse schrijver en humorist – zei ooit: “In religie en politiek komen meningen en overtuigingen van mensen vooral uit de tweede hand en ze worden daarna zonder inspectie overgenomen”. Helaas lijkt dit ook het geval als het over leren gaat en dan vooral over het innoveren van het onderwijs voor ‘beter’ leren. Onderwijskundigen, onderwijstechnologen en onderwijspsychologen, ministers en politici, onderwijsbestuurders op alle niveaus, onderwijsadviseurs en uitgevers... zij staan in de rij om te laten zien hoe innoverend en vooruitstrevend zij zijn. Zij roepen van alles over wat er moet gebeuren in het onderwijs en (ver)kopen en implementeren naar hartenlust. Daarbij baseren ze zich niet op wetenschappelijk

onderzoek maar op geloof, persoonlijke meningen en ervaringen en/of een aantal hardnekkige broodje-aap-verhalen. Het gevolg is meestal slecht onderwijs, geldverspilling, innovatiemoeheid en ontevredenheid alom (bij docenten, ouders/verzorgers, leerlingen/studenten, en diezelfde bestuurders en politici).

Meestal begint het met een waarneming. Bijvoorbeeld dat kinderen schijnbaar tegelijkertijd een aantal activiteiten uitvoeren. Wij concluderen daaruit dat kinderen ‘dus’ kunnen multitasken – zonder ons af te vragen of de cognitieve architectuur dit eigenlijk wel toestaat. Wij onderzoeken niet of de verschillende activiteiten even snel of nauwkeurig geschieden. Mensen die beter zou-



© foto Paul Tolenaar

Paul A. Kirschner is hoogleraar Onderwijspsychologie, in het bijzonder Leren en Cognitie aan de Open Universiteit. Hij bestudeert hoe onderwijs en leren doelmatiger, doeltreffender en plezieriger gemaakt kunnen worden.

den moeten weten, roepen gewoon dat er een nieuwe generatie kinderen is ontstaan. Al snel herhaalt de pers dit in artikelen, op tv en op het web. Als het vaak genoeg geroepen wordt, gaan anderen geloven dat het waar is en staat de volgende onderwijs-‘innovatie’ voor de deur. De realiteit is veel complexer dan een broodje-aap-verhaal. Wij moeten deze complexiteit onder ogen durven zien en nadenken (d.w.z. onderzoeken) vóór wij – op basis van observatie en simplificatie alleen – beginnen met innoveren. Drie veelgehoorde broodje-aap-

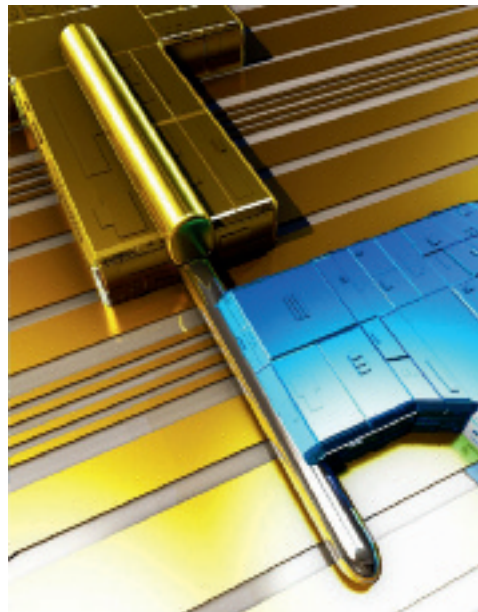
verhalen: (1) mensen, en in het bijzonder adolescenten en kinderen, kunnen multitasken, (2) kinderen en adolescenten zijn *digital natives* / homo’s zappiëns die intelligent met ICT kunnen omgaan, en (3) kennisverwerving is niet meer nodig want kennis is “even houdbaar als verse vis” en bovendien “staat het allemaal op internet”. En ‘dus’ moet het onderwijs zich hieraan aanpassen. Deze verhalen verspreiden zich als een lopend vuur door de maatschappij maar zijn helaas niet op wetenschap gebaseerd. Wat zegt de wetenschap? ●

STELLING

Het inrichten en innoveren van het onderwijs is eerder gebaseerd op (onderwijs)mythes dan op (onderwijs)wetenschap.

Prof.dr.ir. Leo Kouwenhoven Majorana deeltjes gevangen op een chip

Een nieuw deeltje. Niet gevonden in het heelal of bij een versneller maar in een elektronische chip. Eigenlijk is het Delftse Majorana deeltje niet ‘gevonden’ maar ontworpen en gerealiseerd met nanotechnologie. Deze Majorana deeltjes zitten opgesloten in dunne halfgeleider draden. Het is de bedoeling de Majorana deeltjes te gebruiken om informatie op te slaan en om dit te gebruiken in een toekomstige kwantumcomputer. ●



Nanodevice met Majorana deeltjes. Zelfs de persoon Ettore Majorana is te vinden op het einde van de nanodraad.



Leo Kouwenhoven en de Majorana meetopstelling.

Natuurkundige Leo Kouwenhoven is universiteitshoogleraar bij de TU Delft en doet onderzoek naar mogelijke toepassingen van kwantummechanica.

STELLINGEN

1. Zonder fundamentele wetenschap nu, geen innovaties later.
2. Wetenschapsbeleid moet zich meer richten op het selecteren en stimuleren van goede mensen en minder op onderwerpen.

Prof.dr.ir. Maaike Kroon Efficiënt scheiden

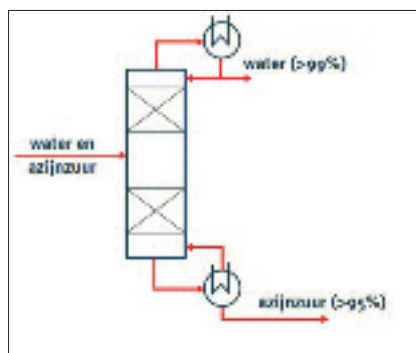
Scheidingstechnologie is een essentieel onderdeel van de scheikunde. Het woord 'scheikunde' zegt het immers al: de kunde van het scheiden. Toch denken veel mensen bij scheikunde vooral aan chemische reacties.

Ten onterechte, want per reactiestap zijn er gemiddeld wel drie verschillende scheidingsstappen nodig om een zuiver product in handen te krijgen. Scheidingsprocessen vergen maar liefst 50-80% van de investeringen en operationele kosten van een chemische fabriek. Als je in staat bent een scheiding efficiënter uit te voeren, dan leidt dat direct tot een significante verlaging van kosten en milieubelasting en een stijging van de winst.

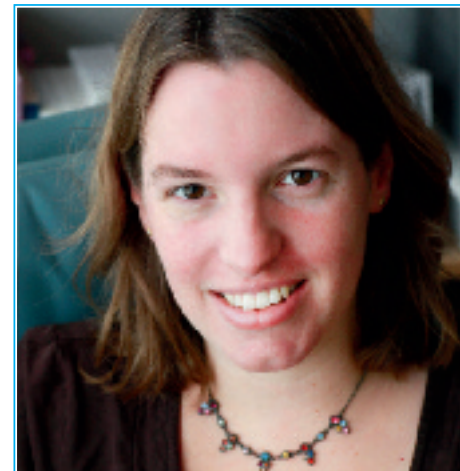
Traditionele scheidingsmethoden maken vaak gebruik van het toe-

voegen of onttrekken van energie aan een mengsel om een scheiding te bewerkstelligen. Het meest bekende en industrieel toegepaste voorbeeld is destillatie. Hiermee kun je bijvoorbeeld een mengsel van water en azijn scheiden (Figuur).

Traditionele scheidingsmethoden werken goed voor de scheiding van mengsels waarin de verschillende componenten in vergelijk-



Traditionele scheiding van water en azijn



Prof.dr.ir. Maaike Kroon, hoogleraar scheidingstechnologie aan de Technische Universiteit Eindhoven, onderzoekt nieuwe methoden om complexe mengsels efficiënt te scheiden.

bare hoeveelheden aanwezig zijn. Echter, wanneer een van de componenten in grote meerderheid (bijvoorbeeld voor meer dan 98%) aanwezig is, dan zijn deze scheidingsmethoden minder geschikt. Het wordt bijvoorbeeld steeds lastiger om de laatste restjes water uit de azijn te halen met behulp van destillatie. Uit energetisch oogpunt is het vooral aantrekkelijk om de componenten die slechts in beperkte hoeveelheid aanwezig zijn, zeer selectief uit een mengsel te verwijderen. Dat kan door hulpstoffen te gebrui-

ken, die de ongewenste bijproducten veel sterker aantrekken dan het hoofdproduct. Het laatste restje water kan bijvoorbeeld efficiënt van de azijn worden verwijderd door adsorptie met behulp van een zeoliet als hulpstof. Het ontwikkelen van nieuwe selectieve hulpstoffen voor affiniteitscheidingen is onderwerp van onderzoek. Het gebruik van selectieve hulpstoffen kan het energieverbruik van de chemische industrie drastisch verlagen en daarmee ook uit economisch oogpunt zeer aantrekkelijk zijn. •

STELLING

Complexiteit is een keuze – de simpelste oplossing is vaak de elegantste.

Prof.mr.dr. Rianne Letschert Individuele rechten versus collectief slachtofferschap

Onze (mondiale) samenleving staat voor diverse grote uitdagingen; slachtofferschap is er daar zeker één van. Het onderzoek naar de ontwikkeling van victimologische benaderingen op internationale misdaden, is bij uitstek een interdisciplinair onderzoek waarin zowel psychologische, juridische, socio-economische en antropologische perspectieven worden betrokken in de analyse en de beantwoording van de vraag op welke manier herstelmaatregelen en herstelprogramma's het meest adequaat tegemoet kunnen komen aan zowel de behoeften van slachtoffers van internationale misdaden als de betreffende samenlevingen die met de wederopbouw geconfronteerd worden. Dat deze materie een grote mate van complexiteit bevat toont het volgende voorbeeld aan.

Op 9 december 1947 vielen Nederlandse militairen het Indonesi-

sche dorpje Rawagede (tegenwoordig Balongsari) binnen. Een groot deel van de mannelijke bevolking van het dorpje werd geëxecuteerd (volgens de Indonesiërs werden er 431 mannen vermoord door de Nederlanders. De Nederlandse autoriteiten hielden het in 1969 op 150 slachtoffers). Nederland besloot al in 1947 om de daders van de massa-executie niet te vervolgen. Nabestaanden van de slachtoffers startten in 2009 een rechtszaak tegen de Nederlandse staat. De weduwen eisten erken-



Op de begraafplaats in Rawagede is een aantal slachtoffers van de Nederlandse moordpartij begraven. Foto Jan Lepeltak



© foto Frank van Driel

Rianne Letschert is hoogleraar internationaal recht en victimologie aan de Universiteit van Tilburg, en adjunct directeur van het International Victimology Institute Tilburg.

ning en schadevergoeding voor gedeelde inkomsten door het wegvallen van de kostwinner. De Rechtbank in Den Haag bepaalde dat Nederland de zeven weduwen van de slachtoffers een schadevergoeding moet betalen. De weduwen kregen ieder een bedrag van € 20.000. Bij terugkomst in Indonesië werd een dwingend beroep op de weduwen gedaan het bedrag te delen met de rest van de gemeenschap. Onder zware druk van het dorps-

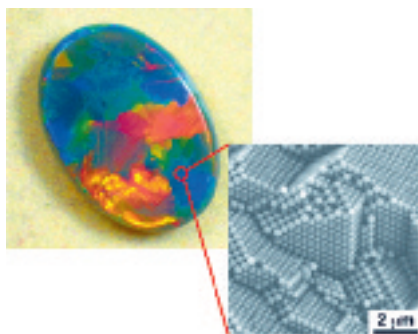
hoofd en de gemeenschap hebben ze uiteindelijk een deel van het geld afgestaan. Dit voorbeeld toont haarscherp aan hoe een schadeloosstelling uitgekeerd aan individuele slachtoffers een gemeenschap kan ontwrichten. Waar het recht op individuele schadeloosstelling enkele slachtoffers een mogelijkheid tot genoegdoening heeft gegeven, leert de praktijk dat dit onbedoelde en wellicht onwenselijke consequenties kan hebben. •

STELLING

Het toekennen van een recht op individuele schadeloosstelling in situaties van collectief slachtofferschap ontwricht de wederopbouw van een samenleving en leidt tot hoge verwachtingen bij slachtoffers.

Dr. Mirjam Leunissen Nanotechnologie en de natuur

What would happen if we could arrange the atoms one by one the way we want them?" Dit is de vraag die Nobelprijswinnaar Richard Feynman zich in 1959 stelde in een van zijn vermaarde natuurkunde-lezingen*. Als een ware visionair voorzag hij hoe we steeds kleinere objecten zouden gaan assembleren en manipuleren: de start van de nanotechnologie met talloze fascinerende toepassingen in het ver-



Opaal: de spontaan gevormde rangschikking van minuscule glasbolletjes weerkaatst het licht zodanig dat een levendig kleurspel ontstaat

schiet – zelfs een inslikbare dokter! Ruim een halve eeuw later zijn onze computers inderdaad gekrompen tot zakformaat. De chips binnenin zijn echter nog steeds vrij eenvoudige structuren, hun eigenschappen zijn niet veel meer dan de som van de bouwstenen, en de fabricage in speciale cleanrooms is enorm arbeidsintensief.

Hoe anders pakt de natuur het aan! Neem opaal: deze half-edelsteen bestaat uit minieme glasbolletjes. Op zich niet veel bijzonders, maar door hun regelmatige rangschikking weerkaatsen ze het licht zodanig dat ze samen een levendig kleurspel creëren. Een nieuwe 'collectieve' eigenschap, veroorzaakt door de spontane zelf-organisatie van de microscopische bouwstenen. De levende natuur maakt het nog bonter: actief gestuurde zelf-organisatie geeft daar allerlei fascinerende resultaten, waaronder uiter-



© foto Frank van Driel

mate ingewikkelde structuren met bijzondere eigenschappen – neem bijvoorbeeld de auteur van deze tekst. De bouwstenen herkennen elkaar bovendien, kunnen zich vermenigvuldigen, en reorganiseren continu hun onderlinge verbindingen en posities. Het complexe samenspel van interacties en de nauw verwoven netwerken van dynamische processen leiden tot unieke collectieve eigenschappen, die veel méér zijn dan een simpele optelsom van de individuele onderdelen.

Deze observaties suggereren nieuwe ontwerp- en fabricage-

Mirjam Leunissen is wetenschappelijk groepsleider bij FOM Instituut AMOLF te Amsterdam. Ze onderzoekt de eigenschappen van verzamelingen van zwakke bindingen in zachte materialen en hun effect op zelf-organisatieprocessen. Daarnaast gebruikt ze synthetisch DNA als een innovatieve 'nano-lijm'.

strategieën voor kunstmatige materialen, 'doelzoekende' medicijnen en nanostructuren met ongekende eigenschappen. Tenminste, als het lukt om de eenvoud achter al die biologische complexiteit te vinden en de basis-spelregels te destilleren. Een prangerder vraag is daarom wellicht: "What would happen if we can no longer arrange the building blocks one by one the way we want them (in order to achieve the desired functionality)...?"

*Richard P. Feynman, 29 December 1959, 'There's plenty of room at the bottom', www.zyvex.com/nanotech/feynman.html

STELLING

Echte complexiteit in vorm en functie is alleen haalbaar via dynamische zelf-organisatie.

Prof.dr. Renate Loll Wetenschappelijke creativiteit en vooruitgang

Bij een groot astronomiecongres in Beijing benadrukte de Chinese vicepresident Xi Jinping de sleutelrol van fundamenteel onderzoek als motor van economische en maatschappelijke vooruitgang. Hij wees op de noodzaak van het verlenen van stabiele ondersteuning op lange termijn aan wetenschappers die “het mysterieuze universum willen verkennen.” Hij bevestigde dat zijn land nog meer in zuiver onderzoek zal investeren, en erkende dat wetenschappelijke creativiteit en vooruitgang zijn eigen weg gaat en dat fundamenteel onderzoek noodzakelijkerwijs een open einde heeft.

Wat kunnen wij bieden aan de aankomende generaties slimme jonge mensen die de oorsprong van leven, materie en het universum willen ontrafelen. En wie betaalt het waarmaken van hun dromen? De kortademigheid van onze dagelijkse politiek; haar mantra om goed onderzoek gelijk te stellen met wat op korte ter-

mijn kan gevaloriseerd worden; haar drang om de inhoud van het onderzoek te bepalen door programmatisch *top-down*-aansturing; haar slecht geconcipeerde kwaliteitscontroles: dit alles beperkt steeds meer de vrije ruimte waarbinnen wetenschappers hun stoutste ideeën verkennen. Hoe kunnen we onder zulke randvoorwaarden meedingen in de wereldwijde markt van ideeën? Deze bedreigingen blijven bestaan. We moeten er naar streven een ruimte te creëren waarbinnen wetenschappers zich kunnen committeren aan ongericht onderzoek. Geen geïsoleerde ivoeren torens, maar plaatsen waar onderzoek en outreach eenzelfde belang heeft: het algemene publiek moet worden geïnspireerd tot “respect en liefde voor, en kennis en gebruik van wetenschap” (citaat Xi). Dagdromerij? Tien jaar geleden richtte visionaire ondernemer Mike Lazaridis, de bedenker van de Blackberry, precies zo’n oase op: het Perime-



© foto Frank van Driel

ter Institute for Theoretical Physics (PI) in Waterloo, Ontario. Niet alleen is het PI een wereldspeler geworden in zijn vakgebied; door zijn professioneel aangestuurde outreach-programma, en door zijn engagement richting studenten, leraren, politici en ondernemers, heeft het een duidelijk effect op de waardering van Canadese burgers voor fundamenteel onderzoek, en op de erkenning van Canada als vooruitstrevend land. Wij hebben dringend een PI à la hollandaise nodig! We kunnen een krachtige coalitie van wetenschappers en publieke en private partners vormen, die het

Renate Loll is hoogleraar theoretische natuurkunde aan de Radboud Universiteit Nijmegen, en is tevens houder van een “Distinguished Research Chair” aan het Canadese Perimeter Institute. Ze ontwikkelt een nieuwe theorie van de kwantumgravitatie, als vereniging van Einstein's algemene relativiteitstheorie met de kwantummechanica. Deze theorie is de eerste volgens welke ons eigen macroscopisch universum door een proces van zelforganisatie ontstaat uit een complex systeem van elementaire kwantum-bouwstenen. Dat heeft potentieel belangrijke gevolgen voor ons begrip van de kwantumoorzprong van tijd, ruimte en ons universum, alhoewel de praktische toepassingen waarschijnlijk wat verder in de toekomst liggen.

geloof delen in de centrale rol van fundamenteel onderzoek, ondanks haar inherente onvoorspelbaarheid, en in haar kracht om het grote publiek en de volgende generaties te inspireren. •

STELLING

We hebben dringend een instituut voor ongericht onderzoek nodig. Creër een valorisatie-vrije zone!

Prof.dr. Aske Plaat Intelligentie: collectief en *enhanced*

Het geheel moet meer zijn dan de som der delen. Dat geldt voor elftallen, voor bedrijven, en misschien ook voor intelligentie.

In 2010 verscheen in het tijdschrift *Science* een studie naar groepsintelligentie. Sommige groepen scoren hoger in het verrichten van gecompliceerde taken, zoals het plannen van een reis. Je zou kunnen denken dat groepsintelligentie afhangt van de slimste persoon. Dat bleek matig het geval te zijn. In de beste groepen hangt groepsintelligentie vooral samen met naar elkaar luisteren. Opmerkelijk is dat die sociale sensitiviteit bij vrouwen significant hoger is dan bij mannen. Hoe beter de connecties, hoe slimmer de groep.



Uit de complexiteitsleer weten we hoe belangrijk juist de zwakke connecties zijn. Zwakke connecties zijn bijvoorbeeld vrienden die je eens per jaar spreekt. De kans dat je op een nieuw idee komt, of een baan vindt, is groter wanneer je netwerk veel zwakke connecties heeft. (Hier is een verre vriend beter dan een goede buur.)

Intelligentie is niet alleen associëren, maar ook leren, problemen oplossen, en feiten kennen.



© foto Frank van Driel

Prof.dr. Aske Plaat is hoogleraar informatie en complexe besluitvorming aan de Universiteit van Tilburg. Hij is gepromoveerd in de kunstmatige intelligentie, en doet onderzoek naar het modelleren van gedrag in organisaties.

“Is Google making us Stupid?” zo luidde de voorpagina van *The Atlantic* in juni 2008. Het artikel beschrijft negatieve effecten van internetgebruik op ons concentratievermogen. Door de komst van internetzoekmachines is het vinden van feitelijke informatie tegenwoordig kinderspel. Je hoeft niets meer zelf te onthouden, alles is te vinden op internet. De vraag is of we dommer worden als we minder feiten hoeven te onthouden. Zoekmachines leveren soms direct het gezochte feit,

maar niet altijd. Soms komt Google met een onverwachte associatie die ons intrigeert en aanzet tot verder zoeken. Onderzoek met fMRI scanners suggereert inderdaad dat mensen die veel op internet zoeken andere delen van hun hersenen gaan gebruiken.

Associëren en feiten kennen, beide een kenmerk van intelligentie. Niet dommer, maar anders. Samen met Google zijn we slimmer: *Enhanced Intelligence*. ●

STELLING

Google maakt ons slimmer.

Prof.dr.ir. Jan Rotmans

De samenleving op een kantelpunt

Onze samenleving bevindt zich op een kantelpunt: een periode waarin zowel op macro-, meso- als microschaal de richtingwijzers veranderen in een zelfde richting. Een kantelpunt is onderdeel van een transitie, waarin zich radicale veranderingen aandienen op uiteenlopende maatschappelijke terreinen, zoals wetenschap, techniek, politiek en economie. Zulke periodes zijn zeldzaam en dat is maar goed ook, want als ze teveel voorkomen kunnen ze de samenleving permanent ontwrichten. De modernisering van Nederland (en van Europa) aan het eind van de 19de eeuw is een mooi voorbeeld van een kantelperiode. Het moderniseringsproces van toen had radi-

cale gevolgen voor het onderwijs, kiesrecht, gezondheidszorg en de sociale opbouw van Nederland. Het fundament werd gelegd voor een nieuw type samenleving.

Een kantelperiode wordt gekenmerkt door crises. Crises zijn vanuit een complex systeem perspectief een zegen. Ze zetten de ramen open naar radicale systeemveranderingen die nodig zijn voor een transitie naar een duurzamere samenleving. De huidige financieel-economische crisis zal gevolgd worden door ecologische crises: een energicrisis, grondstoffencrisis en klimaatcrisis. Zolang we deze crises blijven bestrijden vanuit de oude waar-



Jan Rotmans is hoogleraar Transitiekunde aan de Erasmus Universiteit Rotterdam.

den vanuit de oude economie creëren we de voedingsbodem voor de volgende crisis. De oude waarden zoals korte termijn economisch rendement, efficiency en groei, hebben de systeemcrisis veroorzaakt. Nieuwe waarden zijn lange termijn maatschappelijk rendement, kwaliteit, vertrouwen en welzijn. Transitiekunde is een nieuw wetenschapsgebied dat het afgelopen decennium is ontstaan.

Het laat zien hoe transities (ingrijpende en onomkeerbare kantelingen van systemen in de samenleving) tot stand komen en hoe ze kunnen worden 'gestuurd'. Door de schat aan transitiekennis die inmiddels aanwezig is goed toe te passen, kunnen vastgelopen maatschappelijke stelsels op duurzamere leest worden geschoeid. Ten faveure van de samenleving en de mensen die er deel van uitmaken. ●

STELLING

Crises zijn een zegen – de komende decennia zullen gekenmerkt worden door een serie gekoppelde crises die een kantelperiode markeren van een transitie naar een duurzamere samenleving.

Prof.dr. Alexander Sack

Wij zijn ons brein – of is er toch meer?

De relatie tussen lichaam en geest is een groot raadsel. Galilei en meer nog Descartes introduceerden het Dualisme: een radicale scheiding tussen het subjectieve (ervaringen, belevingen, gevoelens en bewustzijn) en het objectieve (het fysische, het organische, het meetbare) in de natuur. De vraag is: hoe is de relatie tussen onze geest en de werking van bepaalde structuren van ons zenuwstelsel – het lichaam-geest probleem. Wij weten tegenwoordig dat bepaalde fysische tijd-ruimtelijke configuraties van het zenuwstelsel gekoppeld zijn aan bepaalde ervaringen. Neurowetenschappers en hersenonderzoekers kijken met behulp van fMRI hersenscanners in de werkende hersenen. De fMRI scanner brengt de hersenprocessen in beeld (*brain imaging*), en op de beelden kun je precies zien welke hersendelen extra actief worden tijdens het uitvoeren van bepaalde taken. Het veronderstelde directe verband tussen acti-

viteit in een bepaald hersengebied en een bepaalde cognitieve functie, leidt tot een hersenkaart (*brain mapping*). Inmiddels gebruiken hersenonderzoekers ook technieken waarmee ze de hersenen plaatselijk en tijdelijk kunnen stimuleren of verstoren (magnetische hersenstimulatie; TMS). Zo kun je iemand zijn hand laten bewegen zonder dat hij dat zelf beslist, maar ook zijn presta-



Voor de opkomst van fMRI werd het lokalisatieprincipe ook al toegepast, maar toen werden geestelijke functies in kaart gebracht op basis van bultjes en kuiltjes in de schedel. fMRI is misschien nog niet de definitieve oplossing, maar in ieder geval een stap vooruit!



Alexander Sack is bijzonder hoogleraar aan de Universiteit Maastricht en onderzoekt de relatie tussen het menselijk brein en gedrag, perceptie en cognitie

tie op een cognitieve taak verminderen. Dit directe causale verband tussen experimenteel geïnduceerde hersenactiviteiten en cognitieve processen, leidt tot de populaire uitspraak: Wij zijn ons brein! Het lichaam-geest probleem lijkt opgelost, als het al heeft bestaan.

In feite blijft de vraag naar de plaats van subjectiviteit en de relatie tussen subjectieve belevingen en lichaam nog onbeantwoord. Want is de subjectieve bewuste beleving identiek aan de hersenactiviteit die aan de structuur van deze waarneming ten grondslag ligt?

Hersenkaarten van geestelijke processen impliceren een simpel lokalisatieprincipe: deze functie zit daar in het brein. Maar dit is slechts een stukje van de puzzel; wij hebben de “echte taal” van de hersenen, en hoe de hersenen ervaringen coderen, nog helemaal niet begrepen.

Zelfs dan: voor de definitieve oplossing van het lichaam-geest probleem zou nog moeten worden verklaard hoe en waarom een fysisch proces in het brein hetzelfde is als een subjectief bewustzijn (een niet-fysische entiteit). Het blijft mogelijk dat wij meer dan ons brein zijn. •

STELLING

Het lichaam-geest probleem is nog steeds een probleem.

Prof.dr. Rutger van Santen

Energie – een complex systeem



Rutger van Santen is hoogleraar Chemische Technologie (Katalyse) aan de TU/e sinds 1988. In 1997 kreeg hij de NWO Spinozapremie. Van 2001 tot 2005 was hij rector magnificus van de TU/e. Hij is co-auteur van het populair-wetenschappelijke boek 'Zelfdenkende pillen en andere technologie die ons leven zal veranderen'.

Voor de hoeveelheid energie die wij als mens gebruiken zijn fossiele brandstoffen als olie, steenkool of aardgas zeer geschikt, omdat zij de daartoe vereiste hoge energiedichtheid hebben. Voor gebruik van zonne-, wind- of op biomassa gebaseerde energie levert dit een probleem want de energiedichtheid van deze primaire energiebronnen is bijzonder laag. Conversie naar energiedragers van hogere energiedichtheid is nodig. Dit kost extra energie.

Het energiesysteem is een complex systeem, waarin energieopwekking, energietransport en energiegebruik sterk met elkaar samenhangen. Deze samenhang genereert grote uitdagingen voor chemie en fysica en mijn vakgebied Katalyse. Nieuwe energiezuinige processen moeten worden ontwikkeld om efficiënt transport en gebruik van *renewable* energie mogelijk te maken. •

STELLING

***Renewable* energiegebruik gaat gepaard met extra verliezen.**

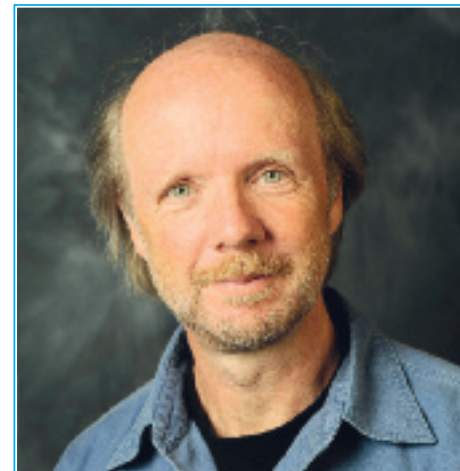
Prof.dr. Marten Scheffer Maatschappelijk leiders en het presenteren van feiten

De publieke opinie over onderwerpen zoals klimaatverandering of het nut van een vaccinatie lijkt soms nauwelijks te beïnvloeden door wetenschappelijke inzichten. Elegante nieuw onderzoek in de sociale wetenschappen laat zien hoe dit verschijnsel te verklaren is. Het blijkt dat iemands culturele en ideologische achtergrond een veel grotere invloed heeft op zijn mening dan een begrip van de feiten. Dit betekent wel dat individuen, maar ook allerlei instituties en de politiek niet optimaal gebruik maken van de bestaande kennis. De samenleving is daarmee een dief van eigen portemonnee, want terwijl de wetenschap wel wordt betaald negeren we op grote schaal de inzichten waarmee de samenleving de investering dubbel en dwars kan terugverdienen.

Wat kunnen we doen om de maatschappelijke kosten die deze gebrekkige communicatie met

zich meebrengt te reduceren? Hoe kunnen we beter profiteren van de wetenschap? Een logische gedachte is dat de feiten beter bekend gemaakt moeten worden bij het brede publiek, maar het addertje onder het gras is dat het probleem vaak niet simpelweg zit in de beschikbaarheid van informatie. Het is veel belangrijker hoe en door wie de inzichten worden gepresenteerd.

In het algemeen worden bevindingen over klimaat of milieu bijvoorbeeld beter geaccepteerd als ze worden gepresenteerd als een uitdaging voor de samenleving dan wanneer ze worden gebracht als een waarschuwing. Wetenschappers kunnen met zulke zaken meer rekening houden, maar moeten vooral ook neutraal en helder de feiten presenteren. Toch kunnen wetenschappers alleen het probleem van de ongebruikte inzichten niet oplossen, al communiceren ze nog zo goed. Mensen bepalen wat ze moeten gelo-



Marten Scheffer is hoogleraar Aquatische Ecologie aan Wageningen Universiteit. Hij kreeg in 2009 de NWO Spinozapremie.

ven of niet vooral intuïtief en op basis van de mening van anderen die tot dezelfde ideologische of culturele groep behoren. Dit betekent dat een cruciale rol is weggelegd voor maatschappelijk leiders zoals politici, journalisten, bloggers, tv-persoonlijkheden, religieuze leiders en sleutelpersonen uit de zakenwereld. Feiten die zij brengen wordt door hun achterban veel eerder geloofd. Zou het niet mogelijk zijn om in het verlengde van De Avond van Wetenschap en Maatschappij, een bredere beweging te organiseren,

waarbij de grote en diverse groep van maatschappelijk leiders zich laat informeren door wetenschappers? Het is voor niemand eenvoudig om zich een onafhankelijke mening te vormen over zaken als klimaatverandering, genetisch gemodificeerd voedsel of het nut van een vaccinatie. Het is voor ons allen (wetenschappers inclusief) wellicht nog moeilijker om ons te onttrekken aan de intuïtieve reflex om te geloven wat past bij het wereldbeeld van de eigen groep. Hoe kunnen we deze impasse helpen doorbreken? •

STELLING

Het maatschappelijke rendement van wetenschap kan sterk toenemen als we manieren vinden om ideologische filters te omzeilen die acceptatie van feiten bemoeilijken.

Dr. Appy Sluijs CO₂, de oceaan en het klimaat

In de oceaan leeft een geschat aantal van 2 miljoen soorten organismen waarvan slechts een fractie überhaupt is beschreven. De oceaan speelt een cruciale rol in het mondiale klimaat. Ruim 20% van de wereldbevolking is economisch direct afhankelijk van de oceaan.

Tweederde van de wereldbevolking leeft binnen 100 km. van de kust. Is het een illusie om te denken dat we niets zouden merken van veranderingen in de oceaan? De oceaan warmt op door toene-

mende CO₂-concentraties. Die extra CO₂ zorgt ook voor verzuring van de oceanen. Ook zorgen de CO₂ en de klimaatsverandering samen voor zuurstofgebrek in de diepere waterlagen van de oceaan. Om nog maar te zwijgen van de directe vervuiling.

Onduidelijk is wat er precies gaat gebeuren; daar vindt nu onderzoek naar plaats in de oceaan en het lab. Ook onderzoeken paleo-oceanografen hoe de oceaan veranderde in het verleden tijdens snelle veranderingen in klimaat



© foto Frank van Driel

Appy Sluijs doet onderzoek naar de relatie tussen CO₂ en het klimaat op aarde. Hij heeft ontdekt dat de grote broeikasramp die 55 miljoen jaar geleden veel diersoorten op de zeebodem uitroeide, het gevolg was van een klimaatkettingreactie. Met collega's heeft hij in 2007 de Academische Jaarprijs gewonnen waarmee een lesmethode over klimaat en klimaatverandering is ontwikkeld. Sluijs is verbonden aan de Universiteit Utrecht, lid van De Jonge Akademie en neemt actief deel aan het brede klimaat- en energiedebat.

en CO₂-concentraties. Duidelijk is wel dat deze veranderingen effecten zullen hebben op de oceaan, de fysica, chemie en de biologie.

Het heeft geen zin in te zetten op een reductie van de CO₂-concentraties, het onderzoek moet laten zien wat er gaat gebeuren zodat we ons goed op een veranderende oceaan kunnen voorbereiden. •

STELLING

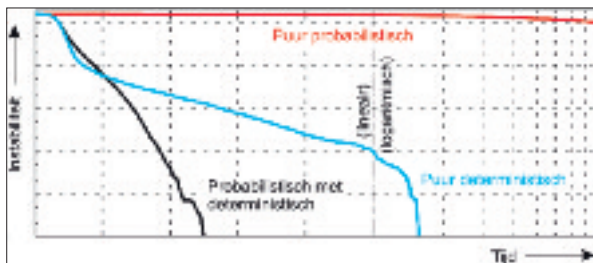
De veranderende oceaan is onvermijdelijk.

Prof.dr.ir. Maarten van Steen Ruimte voor toeval

Genetwerkte computersystemen met grote aantallen fragiele computers die communiceren via gebrekkige verbindingen zouden een bron van wetenschappelijke nachtmerries moeten zijn. Toch blijkt dat we heel goed in staat zijn robuuste computersystemen zoals het Internet te maken. Dat komt o.a. door het streven naar minimale verzamelingen van regels waarmee het systeem “werkt”.

Bij grote computersystemen gaat van alles mis. Door hun omvang is er altijd iets kapot. Soms weten we niet of iets kapot is: een computer lijkt het gewoon te doen, maar later blijkt dat het langdurig verkeerd functioneerde, zoals bij computervirussen. Anderzijds weten we soms dat hele deelsystemen misgedrag vertonen, maar zijn we niet bij machte om daar werkelijk iets aan te doen.

We hebben de neiging om bij misfunctioneren meer regels te introduceren. Dit is niet altijd goed: sommige regels leiden tot ongewenste neveneffecten. Sommige van die effecten zijn bovendien niet altijd eenvoudig terug te leiden naar diezelfde regels. Een alternatief is om bewust toevalligheden toe te laten en minder expliciet te regelen. Concreet betekent dit voor computersystemen dat op beslissingsmomenten een probabilistische keuze gemaakt wordt tussen een exacte regel (“doe X”) of een willekeurig alternatief (“doe een van A of B of C”). Toevallig gedrag kan als een deken werken over ongewenste verschijnselen. Toevallig gedrag



© foto Frank van Driel

toelaten vereenvoudigt bovendien het ontwerp van een systeem. Alleen maar toevallig gedrag toelaten werkt niet (maar soms wel). Helemaal geen toevallig gedrag toelaten werkt wel (maar veel minder vaak dan we denken). In de figuur, gebaseerd op eigen experimenteel onderzoek, maar waar verder alle details uit zijn weggelaten, is te zien hoe snel een zeer groot computersysteem convergeert naar een stabiele situatie: alleen de combinatie

Maarten van Steen is hoogleraar Grootschalige gedistribueerde computersystemen aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij doet onderzoek naar computersystemen die zich kenmerken door een extreem hoog aantal computers (zoals tienduizenden), en waarbij elke computer eventueel zeer beperkte capaciteit heeft (zoals in zogeheten sensornetwerken). De afgelopen jaren heeft hij zich gespecialiseerd in draadloze computersystemen waarbij de kwaliteit van verbindingen tussen computers sterk fluctueert en veelal onvoorspelbaar is.

van deterministische en probabilistische keuzes leidt tot een bevredigende oplossing. Het aantal (deterministische) regels in dit voorbeeld bleek uiteindelijk verrassend klein te zijn, en de eenvoud van het ontwerp navenant. •

STELLING

Kunstmatige systemen opereren optimaal bij een aantal regels dat veel kleiner is dan we meestal denken, en waarin expliciet ruimte opengelaten wordt voor toevalligheden. Minder regels en een beetje toeval werkt het best.

Dr. Matthijs van Veelen Goed en Kwaad

Er zijn preoccupaties die we delen met andere dieren. Net als elke andere gezonde soort houden wij bijvoorbeeld heel erg van eten en drinken. Maar er zijn ook preoccupaties die we niet met heel veel andere dieren delen. Goed en Kwaad is er daar een van. En gepreoccupeerd zijn we! Van onze dagelijkse roddel tot de epische verhalen, alles is doorspekt met vormen van goed- en afkeuring, variërend van een opgetrokken wenkbrauw tot morele verontwaardiging of een gerechtelijke uitspraak.

Een interessante vraag is hoe dat zo gekomen is. Hoe kan het dat de evolutie er toe heeft geleid dat wij zo gefocust zijn op goed en

kwaad? Waarom is onze *hardware* – de hersenen – toegesneden op het vormen van oordelen en afwegen van belangen?

Het antwoord heeft in elk geval te maken met het feit dat we sociale dieren zijn. We zijn voor onze overleving aangewezen op hulp van elkaar, en onze morele oordelen spelen een rol bij het in evenwicht houden van de wederzijdse hulp.

Net als alles in de natuur, is ook onze moraal niet alleen sterk en functioneel, maar ook kwetsbaar. Het retorische karakter van onze moraal zorgt er immers voor dat we er ook mee kunnen sjoemelen en marchanderen – vaak zonder



© foto Marieke Wijntjes

Econometrist Matthijs van Veelen is werkzaam bij het Center for Research in Experimental Economics and Political Decision Making aan de Universiteit van Amsterdam. Hij bestudeert de evolutie van altruïsme en moraliteit met behulp van evolutionaire speltheorie.

ons daar zelf bewust van te zijn. Morele oordelen van anderen kunnen worden gemanipuleerd en worden misbruikt in ons eigen voordeel.

In het dagelijkse leven komen we daarmee tot imperfecte, door eigenbelang ‘vervuilde’ morele oordelen. Maar gelukkig is daar vaak toch nog wel iets universeels in te herkennen. En daar waar de evolutie onze vieze handen voorspelt, kan het begrip daarvan helpen de moraal zuiver te houden. •

STELLING

Moraal is touwtrekken.

Prof.dr. Peter-Paul Verbeek

De complexe relatie tussen mens en techniek



Peter-Paul Verbeek is hoogleraar Filosofie van Mens en Techniek aan de Universiteit Twente, bezet de Socrates-leerstoel aan de TU Delft en is voorzitter van De Jonge Akademie.

Hoeveel moraal zit er in techniek? Veel menselijke handelingen en beslissingen krijgen vorm via technologie. Navigatiesystemen in auto's waarschuwen ons als we te hard rijden. Prenatale diagnostiek maakt ons verantwoordelijk voor de aangeboren ziektes van onze kinderen, en informeert beslissingen over abortus. Sociale media hebben onze ervaring van de grens tussen privé en publiek flink verschoven. Ethiek blijkt niet alleen een zaak van mensen, maar ook van dingen te zijn.

Deze morele lading van techniek vormt een uitdaging voor de ethiek. Binnen de ethische theorie is ethiek een zaak van mensen, niet van dingen. Er is

immers vrijheid voor nodig, en doelgerichtheid. Iemand die per ongeluk handelt, of ergens toe gedwongen wordt, kan niet moreel verantwoordelijk worden gehouden. Technologieën hebben die vrijheid en doelgerichtheid niet. Bovendien zijn menselijke handelingen die door technologie worden beïnvloed niet zomaar te zien als het resultaat van een ethische keuze. Afremmen bij een school omdat er een verkeersdrempel op de weg ligt, lijkt in eerste instantie geen morele handeling, maar simpelweg gestuurd gedrag.

Toch gooien we het kind met het badwater weg wanneer we de dingen buiten de ethiek zouden houden. Het is dan immers niet meer

mogelijk om de onmiskenbaar aanwezige morele lading van technologie te conceptualiseren, laat staan om er verantwoord vorm aan te geven. In plaats van ons af te vragen of dingen net als mensen aan ethiek kunnen doen, is het dan ook nodig om te onderzoeken hoe ethiek tot stand komt in complexe wisselwerkingen tussen mensen en technologieën. Dat heeft geleid tot een theorie van 'morele mediatie': technolo-

gieën bemiddelen de moraal. Dat doen ze door ons handelen ofwel direct te beïnvloeden (zoals de verkeersdrempel), ofwel indirect, door vorm te geven aan de ervaringen en interpretaties op grond waarvan we beslissingen nemen (zoals echoscopie). Mensen zijn minder autonoom dan we dachten – maar dat maakt ons niet minder verantwoordelijk voor ons handelen. •

STELLING

Technologie is moreel geladen: ethiek is niet langer een zaak van mensen alleen.

