

# Tafelwetenschappers

De Avond van Wetenschap & Maatschappij

2013

# Bouwstenen



accenture

High performance. Delivered.



AkzoNobel  
Tomorrow's Answers Today

ARCADIS  
Infrastructuur · Water · Milieu · Gebouwen



Bronkhorst®  
HIGH-TECH



McKinsey&Company

KPMG



ProRail

PHILIPS



Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap



Ministerie van Economische Zaken



Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek



Roland Berger  
Strategy Consultants

SIEMENS

MAVEN  
PUBLISHING



Reed Elsevier

ntr:

TNO innovation  
for life



Unilever



VSNU  
vereniging van universiteiten  
association of universities  
THE NETHERLANDS

Tafelwetenschappers

De Avond van Wetenschap & Maatschappij

2013

**Bouwstenen**

Foto omslag: De Chinese Muur (bron: Bernard Goldbach)

Productie: Verstegen & Stigter culturele projecten

Vormgeving: SOK Visueel Management

Druk: Drukkerij Kedde b.v.

Maandag 7 oktober 2013

Ridderzaal, Den Haag

## De Avond van Wetenschap & Maatschappij 2013

**D**e 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.

Het versleutelen van gegevens voor veilig dataverkeer over internet, de analyse van wereldwijde materiaalstromen en milieu-impact van onze consumptie, de ontwikkeling van batterijen die energie kunnen opslaan zonder verliezen, de genetische modificatie van schimmels voor de industriële productie van antibiotica, waarom je beter een soap-ster kunt inzetten dan een folder rondsturen – het zijn illustraties van het gegeven dat de alledaagse werkelijkheid is gebaseerd op wetenschappelijke inzichten, experimenteel onderzoek en toegepaste kennis.

Initiatieven als het Weekend van de Wetenschap, Lowlands University, de site [wetenschap24.nl](http://wetenschap24.nl) en het tv-programma 'De Wereld Leert Door' maken de rol van wetenschap in het dagelijks leven zichtbaar en leveren een aanzienlijke bijdrage aan de popularisering van wetenschap.

Met de jaarlijkse Avond van Wetenschap & Maatschappij proberen wij op een heel eigen manier het belang te laten zien van technologische en wetenschappelijke toepassingen in ons dagelijks leven. Op de Avond van Wetenschap & Maatschappij kruisen nieuwsgierigheidsgedreven wetenschap, vraaggericht onderzoek, innovatief denken, toekomstvisies en maatschappelijke relevantie elkaar.

De Stichting De Avond van Wetenschap & Maatschappij nodigt 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.

Tijdens dit diner presenteren Nederlandse topwetenschappers vanuit hun specifieke vakgebieden prikkelende stellingen over een (jaarlijks wisselend) overkoepelend thema.

Het thema van deze veertiende Avond van Wetenschap & Maatschappij is *Bouwstenen*.

Aan iedere tafel treden twee koppels van twee 'tafelwetenschappers' op, die hun stellingen presenteren waarover de tafelgenoten vervolgens met elkaar in gesprek gaan. De dialogen die op deze manier ontstaan tussen topwetenschappers en prominenten uit andere sectoren van de maatschappij bieden over en weer inspiratie, geven kleur aan het huidige wetenschappelijke klimaat en onderstrepen het belang van wetenschappelijke innovaties voor de toekomst.

Minister Jet Bussemaker houdt namens de ministeries van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap en Economische Zaken een korte voordracht.

De ere-lezing wordt gehouden door astronaut André Kuipers en is getiteld *Wonen en werken in de ruimte*.

Cabaretière en schrijfster Paulien Cornelisse verzorgt een gesproken column over de bouwstenen van taal.

Op de Avond van Wetenschap & Maatschappij wordt sinds 2005 ook de Huibregtsprijs uitgereikt. Met de prijs wordt wetenschappelijk onderzoek bekroond dat vernieuwend is en overtuigend zicht biedt op een maatschappelijke toepassing.

De Huibregtsprijs wordt dit jaar uitgereikt door minister Bussemaker.

## Programma

### De Avond van Wetenschap & Maatschappij

## Bouwstenen

Maandag 7 oktober 2013

Ridderzaal, Den Haag

- 18.00 – 18.40 ontvangst in Rolzaal
- 18.55 – 19.05 welkomstwoord door **Wiebe Draijer** (voorzitter Stichting De Avond van Wetenschap & Maatschappij)
- 19.05 – 19.30 voorgerecht
- 19.30 – 19.40 speech **Minister Jet Bussemaker** (OCW)
- 19.40 – 20.25 tafeldiscussie 1** (tijdens tussengerecht)
- 20.25 – 20.55 Ere-lezing door **André Kuipers**  
*Wonen en werken in de ruimte*
- 20.55 – 21.10 *tafelwetenschappers wisselen van tafel*
- 21.10 – 21.55 tafeldiscussie 2** (tijdens hoofdgerecht)
- 21.55 – 22.05 **Paulien Cornelisse**  
*De Bouwstenen van taal*
- 22.05 – 22.25 uitreiking Huibregtsprijs 2013
- 22.25 – 22.30 afsluiting door **Wiebe Draijer**
- 22.30 – 23.15 dessertbuffet en koffie in de Rolzaal

**Bestuur Stichting De Avond Van Wetenschap & Maatschappij**

Drs. D.A. Benschop, Penningmeester  
President-directeur Shell Nederland

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. M.L.L.E. Veldhuijzen van Zanten  
Ondervoorzitter Koninklijke Hollandse Maatschappij der Wetenschappen

Drs. A.H.W. van der Want  
Oud-directeur TELEAC

Mr. B.E.M. Wientjes  
Voorzitter Vereniging VNO-NCW

Ere-voorzitter: Ir F.W. Huibregtsen, Voorzitter De Publieke Zaak

**Comité van Aanbeveling**

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  
Universiteit Utrecht

Drs. L.M.L.H.A. Hermans  
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  
Oud-voorzitter VSNU

Prof. dr. F.P. van Oostrom  
Universiteit Utrecht

Prof. dr. A.H.G. Rinnooy Kan  
Koninklijke Hollandse Maatschappij  
der Wetenschappen

Ir. drs. J. van der Veer  
Platform Bèta-Techniek

Prof. dr. M.J.G. Veltman  
Universiteit van Amsterdam

G.A. Verbeet  
Oud-voorzitter Tweede Kamer  
der Staten-Generaal

B. Vriesekoop  
journalist

Dr. G.J. Wijers  
Oud-bestuursvoorzitter Akzo Nobel

Prof. dr. H.H.F. Wijffels  
Universiteit Utrecht

Ir. R. Willems  
STT

- A. Hans Bennis en Nicoline van der Sijs, 14
- B. Dave Blank en Frank van Vliet, 18
- C. Rens Bod en Karina van Dalen-Oskam, 22
- D. Ewine van Dishoeck en Niek Doelman, 26
- E. Bas Edixhoven en Bettina Speckmann, 30
- F. Sylvester Eijffinger en Walter Manshanden, 34
- G. John Groenewegen en Arnold Tukker, 38
- H. Peter Hagoort en Jan van Erp, 42
- I. Jan van Hest en Nicole Papen-Botterhuis, 46
- J. Paul Hooykaas en Ronald Visschers, 50
- K. Leo Kouwenhoven en Ronald Hanson, 54
- L. Hendrik Lenstra en Bart Jacobs, 58
- M. Mark Overmars en Peter Werkhoven, 62
- N. Jelle Reumer en Irene Tieleman, 66
- O. Marianne Rots en Marcel Ruiters, 70
- P. Jaap Seidell en Anita Jansen, 74
- Q. Ineke Sluiter en Bé Breij, 78
- R. Jan Theeuwes en José Kerstholt, 82
- S. Romke van der Veen en Monique Leyenaar, 86
- T. Erik Verlinde en Stan Bentvelsen, 90
- U. Louise Vet en Hans Smid, 94
- V. Bert Weckhuysen en Earl Goetheer, 98
- W. Ysbrand van der Werf en Robbert-Jan Beun, 102
- X. Cisca Wijmenga en Remco Kort, 106
- Y. Ton Wilthagen en Paulien Bongers, 110



## STELLING

Taalverandering is een natuurlijk proces dat zich weinig aantrekt van menselijk ingrijpen. Termen als taalverarming of taalverloeding zijn daarom wetenschappelijk gezien inhoudsloos.

### Over de bouwstenen van Nederlandse taal en cultuur

Taal is opgebouwd uit klanken, woorden en zinnen. Dit zijn de voornaamste bouwstenen van de taal, die worden bestudeerd in respectievelijk de fonologie, de morfologie en de syntaxis. Elk van deze componenten vertoont een voortdurende dynamiek. Dat is de intrinsieke kracht van taal, die zich aanpast aan veranderende omstandigheden. Zowel taalinterne als taalexterne krachten werken samen in een proces dat een analogie vertoont met een evolutionair systeem van willekeurige variatie, selectie en reproductie. Belangrijke onderzoeksvragen zijn hoe dit systeem precies werkt en op welke manier en op welk moment welke krachten van toepassing zijn. Daartoe moeten we kijken naar de kenmerken van specifieke verander-

ringsprocessen. Waarom en hoe heeft *U* in de negentiende eeuw de rol van *gij* in het systeem van voornaamwoorden overgenomen? Waarom is *jij kan* in de laatste decennia doorgedrongen tot ons taalsysteem (in de plaats van *jij kunt*), terwijl *hij heb* dat stadium nog lang niet heeft bereikt? Hoe komt het dat er soms een *-e* kan worden toegevoegd in *een heel mooiE meisje* en *een helE mooie jongen*? En waarom oordelen mensen veel negatiever over de toevoegde *-e* in *een heel mooie meisje* dan in *een hele mooie jongen*? Bennis onderzoekt de onderliggende grammaticale processen die zichtbaar worden als we in detail kijken naar synchrone taalvariatie (bijvoorbeeld van dialecten of etnolecten) en diachrone taalverandering. Voor dat onder-

zoek maakt hij in toenemende mate gebruik van grote digitale databestanden waarin verschillende soorten taalgegevens zijn opgenomen. Een omvangrijk project als Nederlab (zie Nicoline van der Sijs) is daarbij van groot belang en zal de inzichten in het complexe taalsysteem, en vooral in de variabiliteit daarvan, substantieel doen toenemen. ●

### A. Hans Bennis en Nicoline van der Sijs

Hans Bennis is directeur van het Meertens Instituut (KNAW) en bijzonder hoogleraar Taalvariatie aan de Universiteit van Amsterdam. Hij is gespecialiseerd in de syntaxis van het Nederlands en werkt binnen het theoretische paradigma van de generatieve grammatica.



© Frank van Driel



## A. Hans Bennis en Nicoline van der Sijs

### Nederlab: veranderingspatronen in taal en cultuur

**D**at de bouwstenen van de taal – klanken, woorden, zinnen – veranderingen doormaken, is bekend. We weten zelfs wel globaal welke veranderingen er in de loop van de tijd hebben plaatsgevonden. Zo zijn de oude naamvalen geleidelijk aan vervangen door voorzetsels als *van, aan, met*. Veel minder is echter bekend over de vraag waar de kiem van een verandering als *een heel mooie meisje* ligt, wat de drijfveer of oorzaak is die ertoe leidt dat een verandering plaatsvindt en zich verspreidt, en hoe verschillende veranderingen in elkaar grijpen. We verwachten hierin meer inzicht te verkrijgen wanneer we de beschikking hebben over een bestand van alle gedigitaliseerde teksten die zijn geschreven van de oudste tijd tot heden. Deze teksten vormen de neerslag van de Nederlandse taal en cultuur. Om

deze teksten te kunnen onderzoeken en analyseren wordt momenteel gewerkt aan de oprichting van Nederlab, een laboratorium voor onderzoek naar de veranderingspatronen in de Nederlandse taal en cultuur.

Nederlab maakt voor het eerst systematisch onderzoek mogelijk naar veranderingen in de taal en cultuur en hun onderlinge relatie. Zo kunnen we achterhalen of er in tijden van oorlog meer taalveranderingen optreden dan in tijden van vrede, wat de talige consequenties van migratie zijn, en in hoeverre taal een sturende en vormende factor in politieke en sociale veranderingen is: in hoeverre is bijvoorbeeld de afschaffing van slavernij het gevolg van (inter)nationale discussies in de pers? Uiteindelijk willen we achterhalen welke onderdelen van de Nederlandse taal en cultuur

onderhevig zijn aan veranderingen en welke constant blijven. Constanten kunnen behoren tot de inherente eigenschappen van taal en cultuur. Ze kunnen ook wijzen op een traditie, en leiden tot het ontstaan van canons, ofwel een nationale culturele identiteit. ●

**Nicoline van der Sijs** is projectleider Nederlab bij het Meertens Instituut (KNAW) en hoogleraar Historische taalkunde van het Nederlands in de digitale wereld aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Zij doet onderzoek naar taalveranderingen in het Nederlands.



© Frank van Driel

## STELLING

Door de verwarring die ontstaat door het gebruik van het woord 'nanodeeltjes' wanneer nanotechnologie bedoeld wordt, worden de kansen die nanotechnologie ons biedt vaak onderschat.

### Nanotechnologie, de technologie voor de toekomst

**M**eten is weten, is een bekend gezegde. Maar het meten heeft ook zijn beperkingen. Bijvoorbeeld kan de gevoeligheid of nauwkeurigheid de beperkende factor zijn. Vaak zijn relatief grote hoeveelheden nodig om een meting goed uit te voeren. Soms is apparatuur zo groot, dat het plaatsgebonden is.

Nanotechnologie zoals toegepast in een *lab on a chip* wordt hierbij een toekomstig alternatief. De combinatie van halfgeleider technologie, met kleine vloeistof kanaaltjes of nanodraadjes, maakt dat we slechts zeer kleine hoeveelheden nodig hebben om een meting uit te voeren. Zo is eenduizenste van een druppel bloed voldoende om deze te checken op bijvoorbeeld bepaalde medicijnen. Bijkomend voordeel is dat de meting ook erg snel kan.

Daarnaast kan het *lab on a chip* ingebouwd worden in handzame devices. Nanodraden van dezelfde afmetingen als DNA zijn in staat om deze te meten en kunnen vaststellen of deze afkomstig zijn van tumoren. Een voorbeeld is de nanoneus, die in staat is tuberculose of longkanker te detecteren. De meetinstrumenten worden zo klein dat ze geïntegreerd kunnen worden in een pil of ingebracht kunnen worden in je bloedbaan.

Er zijn flinke stappen richting deze toepassingen gezet, maar fundamenteel onderzoek is nodig om de werkelijke voordelen van nanotechnologie volledig te benutten. Materiaaleigenschappen veranderen, kwantummechanische effecten worden bruikbaar en geheel nieuwe materialen, bestaande uit moleculaire bouwstenen, met nieuwe eigenschap-

pen kunnen worden gerealiseerd. De introductie van nano in chemie, natuurkunde, biologie en geneeskunde zal leiden tot een overweldigende hoeveelheid nieuwe toepassingen. Het welzijn van de mens zal daar veel baat bij hebben. •

## B. Dave Blank en Frank van Vliet

Dave H.A. Blank is wetenschappelijk directeur MESA+, het instituut voor de nanotechnologie. Hij is hoogleraar nanomaterialen, lid topteam HTS&M, voorzitter NanoNextNL en lid AWT.



© jarnoverhoef.com

## STELLINGEN

Iedereen wil een high-tech smartphone, maar niemand vraagt zich meer af wat er in zit.

Het verdwijnen van wetenschap op televisie richt meer schade aan dan het Techniepact kan compenseren.

### Over veiligheid, welvaart en welzijn

**B**ij het garanderen van de veiligheid (en daarmee welvaart en welzijn) van onze samenleving speelt technologie een hoofdrol. Sensoren zoals radar vergaren informatie waarmee de samenleving beschermd kan worden. Wanneer het écht spannend wordt, zijn het deze sensoren die kogels, granaten, raketten of erger op tijd detecteren, waardoor slachtoffers worden voorkomen. Afgeleide technologie vindt zijn toepassing onder andere in de gezondheidszorg, voedselveiligheid en industriële productie. Om steeds meer van zulke toepassingen mogelijk te maken, is hoogstaand materiaalkundig, technologisch en signaalverwerkingsonderzoek onontbeerlijk: samengestelde sensoren (*phased-arrays*) hebben de toekomst! Deze samengestelde sensoren zijn opgebouwd uit bouwstenen, ele-

menten die radiogolven uitzenden en ontvangen, en de signalen verwerken. In die bouwstenen zit technologie die voor bijvoorbeeld de vermogensopwekking gebruikmaakt van een tweedimensionaal electronengas in GaAs of GaN; bescherming vindt plaats door halfgeleiders met doteringsprofielen die geoptimaliseerd zijn voor de stroom-capaciteitsverhouding. Onderzoek naar materialen voor bijvoorbeeld lokale energie-opslag, richtingsgevoeligheid en energiezuinigheid blijft hard nodig om vooruitgang mogelijk te maken. De bedrijfstak in Nederland is groot en bloeit, ondanks de economische malaise. En daarmee speelt technologie ook een hoofdrol in het garanderen van de Nederlandse welvaart (en daarmee veiligheid en welzijn). Nederland vergrijst. Om de zorg en gezondheidszorg betaalbaar te

houden, is het onontkoombaar dat een groter deel van de zorg autonoom, en met minimale personele inspanning uitgevoerd wordt. Sensoren spelen hierbij een cruciale rol. De bouwstenen van samengestelde sensoren kunnen geherconfigureerd worden tot systeempjes die bijvoorbeeld draadloos de hartslag bewaken of de ademhaling monitoren, en die het opmerken als een oudere ten val komt, zonder inbreuk te maken op de privacy. Op al deze gebieden zijn hoogtechnologische Nederlandse MKB-ers actief, verantwoordelijk voor de banen van de toekomst, die elk op hun eigen manier bijdragen aan ons welzijn in de toekomst. Eén ding is duidelijk: technologie speelt een hoofdrol in het welzijn, de welvaart en de veiligheid van de samenleving. Nu en in de toekomst. ●

## B. Dave Blank en Frank van Vliet

Frank E. van Vliet is principal scientist bij TNO en hoogleraar microwave integration aan de Universiteit Twente. Hij is al meer dan dertig jaar in de ban van radio- en radarsystemen, en microgolfttechniek in het bijzonder.



© Frank van Driel

## STELLING

Aan de basis van taal, muziek, kunst en literatuur liggen formele patronen en algoritmische structuren.

### Geesteswetenschappen 3.0

**D**e ICT heeft alle wetenschappen drastisch veranderd. Nu zijn de geesteswetenschappen aan de beurt. Het materiaal waarmee deze wetenschappen werken weigert zich echter hardnekkig aan een ICT-analyse te onderwerpen. We werken met manuscripten, schilderijen, romans, muziekstukken, archeologische en historische bronnen. Hoe kunnen we deze cultuurproducten digitaal analyseren? De laatste jaren is er een nieuw vakgebied ontstaan dat technologie en geesteswetenschap bij elkaar heeft gebracht. Dit overkoepelende vakgebied wordt digitale geesteswetenschappen of *digital humanities* genoemd.

Met de digitale aanpak kunnen we voor het eerst tienduizenden bronnen, boeken of muziekstukken analyseren. Aan de hand van

deze *big data* hebben geesteswetenschappers nieuwe patronen en inzichten ontdekt die bovendien toepasbaar blijken buiten de geesteswetenschappen. Zo zijn historici en kunsthistorici bezig om de Amsterdamse grachtengordel te digitaliseren met informatie over waar schilders, schrijvers, uitgevers, architecten, componisten en anderen in de Gouden Eeuw woonden en met wie ze contacten onderhielden. Op deze manier wordt de toenmalige creatieve industrie blootgelegd. Hiermee kunnen vervolgens nieuwe vragen worden gesteld: hoe ziet het netwerk van kenniswerkers eruit (toen en nu), en wat maakt een stad tot een cultureel-economisch succes.

Een heel ander voorbeeld van digitale geesteswetenschap is het onderzoek naar automatische

emotieherkenning in films. Dankzij samenwerking tussen filmwetenschappers en informatici kunnen we duizenden films op emoties als angst doorzoeken, door gezichtsuitdrukkingen te analyseren. Het resultaat is niet alleen interessant voor filmhistorici maar tevens voor de filmindustrie. Ook zijn musicologen het digitale pad opgegaan: dankzij een database van duizenden toonladders uit meer dan zestig verschillende muziekculturen zijn universele muzikale patronen ontdekt.

Het mooie van dit soort onderzoek is dat aan de basis van deze patronen fascinerende wiskundige en algoritmische structuren liggen, terwijl het onderzoeksobject typisch alfa is: taal, muziek, kunst, literatuur, geschiedenis. Hier gaan alfa en bèta prachtig samen. ●

### C. Rens Bod en Karina van Dalen-Oskam

Rens Bod is hoogleraar computationele geesteswetenschappen en directeur van het Center for Digital Humanities. Hij schreef ook de eerste overzichtsgeschiedenis van de geesteswetenschappen.



© Frank van Driel

## STELLING

Fictie bevat meetbare patronen die zijn te relateren aan auteur, herkomst, genre, tijd van schrijven, en kwaliteit van een werk.

### Computationele letterkunde

In Nederland worden nog steeds veel boeken gekocht en gelezen. De bestsellerlijsten bevatten niet alleen non-fictie, maar ook romans: verzonnen verhalen die gekarakteriseerd worden als thrillers, fantasy, ‘young adults’ (vampiers!) of gewoon als ‘roman’. Veel daarvan worden niet gezien als ‘literatuur’. Waarom eigenlijk niet? Wat is het verschil tussen een ‘literaire’ roman en een roman die dat stempel niet krijgt?

Vreemd genoeg wordt dat in de literatuurwetenschap nauwelijks bestudeerd. Wel wordt onderzocht hoe romans ‘in de markt worden gezet’, en welke rol de reputatie van de auteur speelt, bijvoorbeeld door de prijzen die zij of hij krijgt en door besprekingen van het werk in kwaliteitskranten. Maar naar de romans zelf wordt nauwe-

lijks gekeken. En toch overkomt het elke lezer wel eens. Je leest dat ene, met literaire prijzen overladen boek, waarnaar je zo nieuwsgierig geworden bent en je denkt na lezing teleurgesteld: is dat het nu?

ICT kan helpen om patronen van allerlei aard in romans te herkennen. En analyse van die patronen leidt tot meer inzicht in de verschillen tussen romans die door lezers goed of slecht worden gevonden, of literair of juist niet zo literair. Klopt het dat literatuur ingewikkelder taalgebruik bevat, terwijl niet als literair beschouwde boeken relatief simpele taal hanteren? Gebruikt literatuur meer moeilijke woorden? Of is er een verschil in complexiteit van het verhaal? En hoe ‘literair’ is een literaire thriller eigenlijk?

Al deze vragen komen aan de orde in het project *The riddle of literary quality*. Daarin worden niet alleen romans doorgemeten, maar ook lezers. Onlangs is een grote online enquête gehouden, getiteld *Het nationale lezersonderzoek*. Hierin hebben meer dan 10.000 respondenten hun mening over een verzameling recente romans gegeven. De komende jaren wordt onderzocht welke relaties er te vinden zijn tussen de lezersmeningen en de meetbare eigenschappen van de beoordeelde romans. ●

## C. Rens Bod en Karina van Dalen-Oskam

Karina van Dalen-Oskam is onderzoeksleider Letterkunde aan het Huygens Instituut voor Nederlandse Geschiedenis (KNAW) en hoogleraar Computationele literatuurwetenschap aan de Universiteit van Amsterdam.



© Frank van Driel



## STELLING

### Hoe waarschijnlijk is een tweede aarde in het heelal?

#### Over de bouwstenen voor leven in het heelal

**E**euwenlang heeft de mensheid gespeculeerd over planeten rond andere sterren en de mogelijkheid voor leven elders in het heelal. Maar pas in 1995 hebben astronomen overtuigend bewijs geleverd dat Jupiter-achtige planeten rond andere sterren cirke-

len. Inmiddels zijn bijna duizend exoplaneten ontdekt, van klein ('super-aarde') tot groot (tien keer de massa van Jupiter). Hoe worden deze planeten gevormd, en hoe gewoon is het dat planetensystemen ontstaan? Lijken ze op ons eigen zonnestelsel, of zijn

ze juist heel anders? Wat is de chemische samenstelling van het bouw materiaal? Zijn water en organische verbindingen, de bouwstenen voor leven, in voldoende mate aanwezig?

Dankzij nieuwe krachtige telescopen en instrumenten, ontworpen en gebouwd in nauwe samenwerking met de industrie, kunnen astronomen deze eeuwenoude vragen nu eindelijk wetenschappelijk te lijf gaan en tot diep in de kraamkamers van nieuwe sterren en planeten doordringen. ●

**Ewine van Dishoeck** is hoogleraar Moleculaire Astrofysica aan de Universiteit van Leiden. Zij is nauw betrokken bij het ontwerp en de bouw van grote astronomische telescopen zoals de Herschel Space Observatory en de Atacama Large Millimeter Array (ALMA). In 2000 ontving zij de NWO Spinoza premie en in 2012 de KNAW Akademie Hoogleraar prijs.



© jarnoverhoef.com

Artist's impression van de komeetkraamkamer in Oph-IRS 48 (afb. ESO/L. Calçada)





## D. Ewine van Dishoeck en Niek Doelman

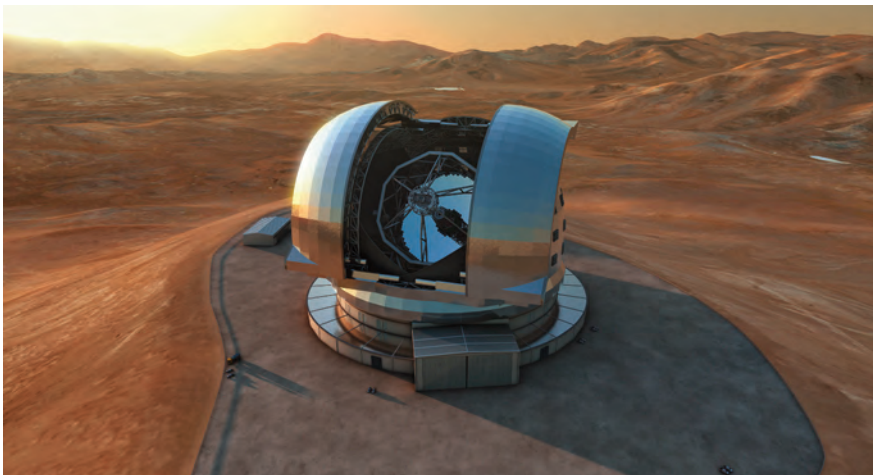
### Technologische uitdagingen voor astronomie-onderzoek

**T**eleoscopen voor astronomie-onderzoek worden steeds groter. Terwijl bijvoorbeeld de modernste optische telescopen een diameter hebben tot tien meter, zijn er al vergevorderde plannen om een nieuwe generatie te realiseren met een diameter van dertig tot veertig meter. Voor de astronomen betekent

deze ontwikkeling een enorme winst in te behalen beeldkwaliteit (resolutie) en kunnen in de toekomst nog lichtzwakkere objecten worden bestudeerd, zoals bijvoorbeeld aardachtige exoplaneten.

De looptijd van een eerste schets tot de uiteindelijke realisatie van telescoop plus instrumenten voor

Impressie van de European Extremely Large Telescope (afb. ESO)



deze extreem grote telescopen bedraagt al snel 25 jaar. De technologische uitdaging om de telescoop met de verwachte prestatie te realiseren is enorm. Een voorbeeld van één van de technologische uitdagingen is het adaptief optisch systeem. Hoewel optische telescopen op speciaal geselecteerde, hooggelegen locaties worden gebouwd, zorgt de atmosfeer voor een significante verstoring van de telescoopafbeelding. Om dit nadelige effect tegen te gaan en de belofte van een zeer hoge beeldresolutie waar te maken, dienen één of meer spiegels van de telescoop een instelbare oppervlaktevorm te krijgen. Op deze manier kan door middel van adaptieve optiek het versturende effect van atmosferische turbulentie ter plekke gecompenseerd worden. Adaptief optische systemen hebben een hoge mate van complexiteit. Om met een telescoop van veertig meter een afbeelding te kunnen maken van een exoplaneet in de nabijheid van een hel-

dere ster, dient de adaptieve spiegel op vele duizenden plaatsen vervormd te worden, waarbij deze vorm bovendien enkele duizenden keren per seconde gewijzigd wordt. ●

**Niek Doelman** is senior onderzoeker bij de afdeling Opto-Mechanica van TNO en tevens part-time hoogleraar bij de Universiteit Leiden, met de leerstoel 'Control for Astronomy Instruments'. Zijn voornaamste onderzoeksveld is Adaptieve Optiek.



© eigen collectie

## STELLING

Wiskunde is de meest fundamentele bouwsteen van alle hedendaagse technologie.

Ongecijferdheid is een serieuze aandoening.

### Wiskunde aan de basis van begrip

**H**et versleutelen van gegevens voor veilig dataverkeer over internet is één van de talloze voorbeelden van onmisbare wiskunde die verborgen is in hedendaagse techniek en apparaten. Andere voorbeelden zijn tomografie in de geneeskundige diagnostiek, kostenbesparende optimalisaties in het spoorboekje van de NS, signaalverwerking en datacompressie voor beelden en geluid over internet.

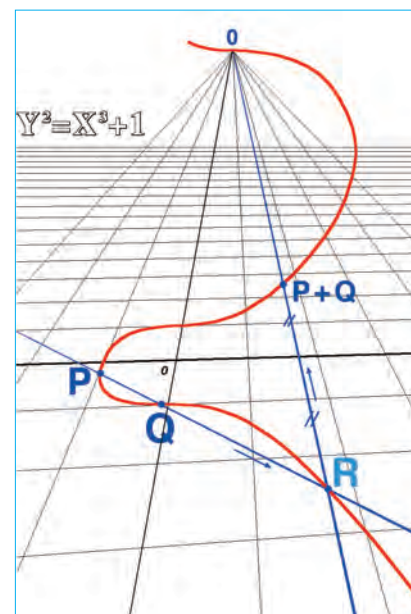
Veel complexe fenomenen in onze wereld kunnen worden beschreven en verklaard met eenvoudige natuurwetten en modellen. Wiskundig onderzoek, bijvoorbeeld naar dit soort modellen, is meestal niet gericht op directe toepassingen, maar meer op het ontwikkelen van begrip. Het is juist deze drang naar algemener begrip die tot grote, en altijd

onverwachte doorbraken leidt, die dan uiteindelijk weer hun toepassingen krijgen.

Wiskundig opgeleiden zijn belangrijk in de samenleving vanwege hun vaardigheid problemen te analyseren, van welke soort dan ook, en oplossingen te vinden.

Ten slotte is wiskunde ook een vorm van kunst, zeker voor degenen die dit vak beoefenen. Zij genieten van de diepgang, verrassingen, eenvoud en elegantie in definities, stellingen en bewijzen. Het is aan de beoefenaars om hierover nog meer naar buiten te treden zodat een breder publiek kan meegenieten van de wiskunde en er meer waardering voor kan opbrengen. •

## E. Bas Edixhoven en Bettina Speckmann



Een meetkundige constructie die wordt gebruikt bij het versleutelen van data (afb. Jean Brette)

Wiskundige **Bas Edixhoven** is hoogleraar meetkunde aan de Universiteit Leiden. Hij doet onderzoek naar verbanden tussen meetkunde, algebra en getaltheorie, en is geïnteresseerd in toepassingen op het gebied van databeveiliging.



© Frank van Driel

## E. Bas Edixhoven en Bettina Speckmann

### Geometrische algoritmen: bouwstenen van visualisaties

**R**ecentelijk is het gebruik van apparaten die gegevens opmeten enorm gegroeid. Dit geldt ook voor data met coördinaten, zoals bewegingsdata: GPS, sensoren, videobeelden, RFID tags, enzo voorts. Als gevolg hiervan zijn grote bestanden met geometrische gegevens ontstaan over bewegende objecten. Ook de verscheidenheid is groot: migrerende dieren, loopacties van voetballers, verplaatsingen van verdachte personen, orkanen, auto's. Omdat de hoeveelheid data zo groot is, is het essentieel om deze automa-

Flow map: migratie uit Colorado



tisch te verwerken. En daarvoor zijn geometrische algoritmen nodig: gestructureerde methoden waarmee de computer geleerd kan worden om nuttige informatie uit deze data te halen.

Een voorbeeld van het gebruik van algoritmen is het berekenen van visualisaties. Hiermee kan een menselijke expert meer inzicht in de data krijgen en dus betere beslissingen nemen. Dit kan een coach van een voetbalteam zijn of een meteoroloog die orkaanverplaatsingen bestudeert. Geometrische algoritmen zijn de bouwstenen van de visualisaties.

Een ander voorbeeld is het automatisch laten identificeren van patronen in de data: regelmatigheden die in alle niet-random data te vinden zijn. Bij patronen kan je denken aan herhalingen

van bewegingen, het vermijden van gebieden door de bewegende objecten, of het gezamenlijk voorkomen van verplaatsingen van verschillende soorten bewegende entiteiten. Opnieuw zijn geometrische algoritmen de bouwstenen om dit soort patronen zonder de hulp van mensen te ontdekken. ●

**Bettina Speckmann** is hoogleraar Algoritmes en Visualisaties aan de faculteit van Wiskunde & Informatica van de Technische Universiteit Eindhoven. Ze houdt zich bezig met geometrische algoritmie, een onderzoeksgebied gericht op het oplossen van abstracte meetkundige berekeningsproblemen met toepassingen in onder andere robotica, graphics, cartografie en ecologie.



© eigen collectie

## STELLING

De instituties van de EU dienen zo snel mogelijk te worden versterkt met een bankenunie.

### Bouwstenen voor een gezonde Europese Unie

**D**e kredietcrisis heeft de zwakte van de Europese monetaire unie versneld aan het licht gebracht. Onvoldoende toezicht en het ontbreken van een gemeenschappelijk beleid voor banken waren de monetaire unie bijna fataal geworden. In sommige landen waren omvallende banken te groot om door hun nationale overheid overeind te worden gehouden. Inderhaast gevormde fondsen, gefinancierd door andere Europese landen en als gevolg van beleid van de ECB, boden in deze gevallen uitkomst. Dit ad-hoc-beleid heeft op de korte termijn uitkomst geboden, maar biedt dat niet voor de lange termijn. Hoewel de EU inmiddels enige leerervaring heeft met banken en overheden die in moeilijkheden komen, is dit ad-hoc-beleid onvoldoende. Het ontbreken van een degelijk fundament wordt

gezien als een risico. Het probleem hierbij is dat de nationale regeringen een hoge rekening vrezden die zij niet wensden door te schuiven naar hun belastingbetalers. Echter, een bankenunie creëert zekerheid en rust, waardoor risico's als lager worden gezien en rentes kunnen dalen. Tevens is er meer toezicht en een effectieve organisatie die *overnight* een te zwak geworden bank tijdig uit het systeem kan halen. Een effectief depositogarantiestelsel stelt spaarders gerust, zodat een *run on the bank* als gevolg van dralend ingrijpen minder waarschijnlijk wordt. En dat heeft ook weer een positief effect. Doorvoering van een dergelijke unie is tegen de zin van nationale overheden, maar zou er paradoxaal toe leiden dat mogelijke rekeningen uitblijven, dan wel lager zouden uitvallen. De

### F. Sylvester Eijffinger en Walter Manshanden

Europese belastingbetaler is beter af met een Europese bankenunie en met het delegeren van nationale bevoegdheden op monetair gebied naar een centrale Europese autoriteit. Feitelijk is zo'n gemeenschappelijk Europees depositogarantiestelsel het sluitstuk van de bankenunie. De hoogte van de garantie dient teruggeschroefd te worden. Te hoge garanties leiden ertoe dat spaarders te riskant met hun middelen omgaan; eigenaren van banken (aandeelhouders) en bemiddelde spaarders moeten weten dat een ongelimiteerde *bailout* door overheden niet bestaat. Voldoende risicobesef en perceptie bij hen leidt tot verantwoordelijker keuzes voor hun beleggingen en daarmee minder instabiliteit in het financiële systeem. Een belangrijke bouwsteen is het oprichten van een onafhankelijke autoriteit, de zogenaamde European Resolution Authority. Deze organisatie verkrijgt alle bevoegdheden om de problemen waar banken in geraken ordentelijk af te wikkelen. Tevens zou deze organisatie de uitvoering van het

depositogarantiestelsel voor rekening moeten nemen. Voor de Europese Unie zou het uitvoeren daarvan een elementaire verbetering inhouden; het overtuigen van nationale regeringen en hun kiezers is echter cruciaal. •

Prof. dr. Sylvester C.W. Eijffinger is hoogleraar Financiële Economie en Jean Monnet hoogleraar Europese Financiële en Monetaire Integratie aan de Universiteit van Tilburg. Daarnaast is hij gasthoogleraar Economie aan Harvard University in Cambridge, MA, Verenigde Staten, en adviseur van diverse financiële instellingen en parlementen. Hij heeft een levendige belangstelling voor monetair en fiscaal beleid en Europese economische en financiële integratie.



© eigen collectie



## STELLING

Het nieuwe Europa heeft te weinig oog voor de verliezende regio's.

### Economie van de regio's

**O**ok ik verwelkom het nieuwe Europa – het Europa dat met de val van de Muur een enorme impuls heeft gekregen. De uitbreiding van de Europese Unie, de vrijhandel en de gemeenschappelijke munt voor een aantal Europese staten hebben hindernissen voor sociaal-economische ontwikkeling weggenomen. Het basis-idee klopt: schaalvergroting van markten, een grotere mobiliteit van productiefactoren en een gemeenschappelijke munt bevorderen groei. We nemen aan dat Europa in zijn geheel beter af is. Echter, uit regionaal-economisch onderzoek blijkt dat de integratie van Europa in combinatie met de huidige stand van de technologie effecten heeft die niet zijn voorzien. Een belangrijk effect is dat er nieuwe stedelijke zwaartepunten in Europa ontstaan. Voorbeelden zijn Berlijn, als gevolg van de

hereniging van Duitsland, waar de groei nu echt krachtig aantrekt; Hamburg, dat impulsen ondervindt van de ontwikkelende handel op Oost-Europa, maar ook Londen, waar de internationalisering van de financiële sector ertoe leidt dat Londen een enorme groeispurt heeft gemaakt als centrum in de wereld en, afgezien van het pond, ook in Europa. In Stockholm zien we hetzelfde: deze stad groeit fors sneller dan het gemiddelde van Zweden. Uit onderzoek blijkt dat de twintig belangrijkste (niet noodzakelijkerwijs grootste) steden van Europa een steeds toenemend deel van het Europese BBP in beslag nemen. Urbanisatie en groei gaan samen, zo blijkt. Met andere woorden: economische ontwikkeling concentreert zich in grootste stedelijke gebieden. De verklaring steunt op agglomeratievoordeel.

### F. Sylvester Eijffinger en Walter Manshanden

In Nederland zien we dat dat plaatsvindt in Amsterdam en omgeving; een ander sterk en innovatief cluster vinden we in en rond Eindhoven. Maar ook: de regio Amsterdam is een filiaal van Londen. Sommige voorzieningen verdwijnen naar Londen.

Daar ligt een nieuw vraagstuk voor het nieuwe Europa. De integratie heeft de aanzuigende werking van grootstedelijke regio's ruim baan gegeven, geholpen door nieuwe technologie en schaalverkleining in de productiesfeer. Kleine bedrijven zoeken elkaar op in grote steden. Die aanzuigende werking gaat ten koste van andere regio's, waar ondernemers, kapitaal en werkzoekenden wegtrekken naar de centrumsteden. Veel regio's zijn niet bestand tegen de aanzuigende werking van dergelijke agglomeraties, en het proces houdt zichzelf in stand. Dit is deels een uitkomst van de vrije markt, maar brengt nadelen en maatschappelijke kosten met zich mee in andere regio's. De ontwikkeling van Europa zou evenwichtiger verlopen als deze geleidelijker zou gaan, zodat regio's zich kunnen aanpassen en alternatieven kunnen ontwikkelen. Anders zijn wegzakkende regio's een risico voor het draagvlak voor Europa. •

tiger verlopen als deze geleidelijker zou gaan, zodat regio's zich kunnen aanpassen en alternatieven kunnen ontwikkelen. Anders zijn wegzakkende regio's een risico voor het draagvlak voor Europa. •

Regionaal econoom **Walter Manshanden** is een van de principal screentests van TNO. Zijn onderzoekservaring ligt met name op het gebied van kwantificering en modellering van regionaal-economische vraagstukken: regionale input-outputanalyse, regionale en stedelijke economie en sectorstudies op het gebied van technologie, bouw, logistiek en energie.



© eigen collectie

## STELLING

Het toepassen van het marktmechanisme (decentraal, financiële prikkels) is niet waardenvrij en beïnvloedt de waarden en normen van individuele actoren en de maatschappij als geheel, waardoor het marktmechanisme juist het bereiken van maatschappelijke doelen als duurzaamheid, privacy, leveringszekerheid, gelijkheid en dergelijke ondermijnt.

### Economische transacties binnen infrastructuur

Mijn werkveld is institutionele economie en ik onderzoek hoe instituties, zoals het marktmechanisme, ontworpen en ingevoerd worden om maatschappelijke doelen zoals duurzaamheid te realiseren. Mijn toepassingsdomein is dat van de ‘socio-technologische systemen’, in het bijzonder netwerksectoren, ofwel infrastructuur. Met name de relatie tussen technologie en instituties staat daarbij centraal. In het algemeen betreft mijn werkveld de governance van economische transacties in het algemeen en binnen infrastructuur in het bijzonder.

De institutionele economie kent een tak die nauw verwant is met de neoklassieke economie en die het marktmechanisme centraal stelt: een gecentraliseerd systeem gebaseerd op financiële prikkels

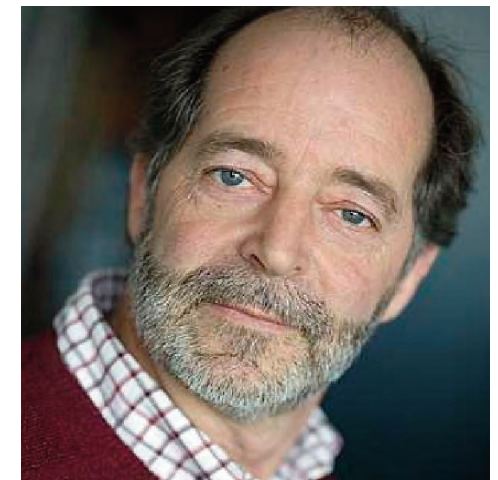
is de meest effectieve en efficiënte institutie om statische en dynamische efficiëntie te realiseren.

Een andere tak van de institutionele economie stelt de waarden (doelen) en normen van de maatschappij centraal en onderzoekt hoe een complex, dynamisch systeem, waarvan het marktmechanisme een onderdeel kan zijn, in de loop der tijd leidt tot het soms wel, maar meestal niet realiseren van de maatschappelijke doelen. Een belangrijk punt daarbij is de invloed van het hanteren van het marktmechanisme op de normen en waarden van de actoren: de gedecentraliseerde, kortetermijn financiële prikkels leiden ertoe dat actoren de prijs die zij voor bijvoorbeeld emissierechten betalen, gaan beschouwen als een *fee* die hen het recht geeft te vervuilen. De intrinsieke normen die door de markt worden gestimu-

leerd leiden juist tot het ondermijnen van het bereiken van het uiteindelijke doel. ●

## G. John Groenewegen en Arnold Tukker

John Groenewegen is hoogleraar Economie van Infrastructuur aan de TU Delft. Hij houdt zich bezig met institutionele economie en de toepassing daarvan op het organisatorisch inrichten van infrastructuur: liberalisering, privatisering, regulering.



© eigen collectie



## STELLING

De investeringskeuzes van onze hedendaagse samenleving maken de toekomst onleefbaar.

### Innovaties voor duurzame groei

**H**oe bannen we in 2050 armoede uit, en houden we tegelijkertijd de aarde leefbaar voor negen miljard mensen? Die vraag stond centraal tijdens de UN Rio+20 conferentie in juni 2012. Mijn vak – duurzaam innoveren – zoekt het antwoord op die vraag. We analyseren de wereldwijde materiaalstromen en milieu-impacts van onze consumptie. We kijken waar de ‘rek’ die de aarde biedt opgebruikt gaat worden. We analyseren kwantitatief welke innovaties nodig zijn om de groei binnen die ‘rek’ mogelijk te maken en hoe we die innovaties kunnen versnellen.

Ik eindig bij zulke analyses steevast tussen hoop en vrees. Vrees, want vooral op klimaatgebied is de rek er helemaal uit. Het gezaghebbende blad *Nature* berekende dat de mensheid tot 2050 nog zo’n

500 tot 800 Gigaton CO<sub>2</sub> kan uitstoten. Anders halen we het doel van 2oC opwarming nooit. Tegelijk berekende het blad *Science* dat alleen de bestaande, niet-afgeschreven infrastructuur minstens 500 Gigaton zal emitteren. En ontdekten slimme beursanalisten dat de bewezen reserves van energiereuzen als Shell, BP en Exxon vijf maal meer koolstof bevatten dan we nog kunnen uitstoten. Terwijl hun beurswaarde gebaseerd is op verwachte inkomsten uit die reserves!

Eigenlijk is het enige hoopvolle antwoord: stop investeringen in ‘bruine’ onduurzame infrastructuur. Investeer in bouwstenen voor een groene infrastructuur. Voor gevestigde ‘bruine’ sectoren is dat lastig. Dus richt Nederland zijn topsectorenbeleid op traditionele, energie-intensieve bedrijfs-

takken als chemie en logistiek, bouwen we vier nieuwe kolencentrales en gaan we boren naar schaliegas. Maar wat als de externe kosten van klimaatverandering echt zichtbaar worden en duidelijk wordt dat we – net als van kerncentrales na Tsjernobyl – hiervan af moeten? Dan zijn de rapen gaar. Je dure infrastructuur en schaliegasreserves blijken niets meer waard. Als ons pensioengeld in dat soort infrastructuur blijkt geïnvesteerd heb je pas echt een pensioen crisis.

Mijn conclusie: vooral investeerders met een lange tijdshorizon, zoals pensioenfondsen, moeten investeren in infrastructuur en in bedrijven die op lange termijn maatschappelijke stabiliteit bieden. Dan is er hoop. ●

## G. John Groenewegen en Arnold Tukker

**Arnold Tukker** is per 1 oktober 2013 benoemd als hoogleraar Industrial Ecology, tevens directeur van het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden. Hij was al visiting professor in dit vak bij de Norwegian University of Science and Technology. Hij heeft een parttime aanstelling bij TNO gericht op resource-efficiency. Hij droeg bij aan diverse UN-programma’s, zoals het opstellen van de Sustainable Development Goals, het Green Economy Initiative en het UNEP Resource Panel.



© eigen collectie

## STELLING

Hoe meer mensen met robots gaan samenwerken, hoe meer mensen en robots naar elkaar toe zullen groeien. De mens zal naar de wereld leren kijken als een robot.

### Taal in interactie

**H**et aanleren van een taal is zeer complex en toch lukt het een kind eerder om zinnen te maken dan zijn of haar veters te strikken. Hoe kan het dat ons brein daarvoor toegerust is? En er zijn meer dan zesduizend verschillende talen, die enorm van elkaar verschillen: wat betreft grammatica, de hoeveelheid klanken, en het belang van de intonatie. Waar een kind ook geboren wordt, het leert de taal meestal zonder problemen. Wat is de invloed van de genen en van de sociale omgeving op taalbeheersing? En waar komen verschillen vandaan: waarom kan de één moeiteloos meerdere talen spreken en heeft de ander al moeite met zijn moedertaal?

Hagoort en zijn groep kijken naar de hersenen in actie: naar hoe de hersenen de productie van taal en

het taalbegrip regelen. Daarbij wordt psychologische theorie met neurowetenschappelijke modellen gecombineerd. Een belangrijke studie naar de timing van spraak wees eind jaren negentig uit dat onze hersenen eerst grammaticale informatie over een woord blijken op te halen, en dan pas de klank. Dat was de eerste betrouwbare *realtime* meting van spraakproductie in de hersenen.

In het project *Language in Interaction* – gefinancierd uit het NWO-programma Zwaartekracht – werken onder leiding van Hagoort taalkundigen, psychologen, neurobiologen, genetici en computermodelleerders samen aan verder begrip van enerzijds de universele neurobiologische infrastructuur voor taal en anderzijds de variatie aan talen en tussen taalgebruikers onderling. ●

## H. Peter Hagoort en Jan van Erp

Akademiehoogleraar **Peter Hagoort** (Max Planck Instituut & Radboud Universiteit Nijmegen) doet onderzoek naar de neurobiologische fundamenteën van het menselijk taalvermogen. Hij ontving een aantal belangrijke prijzen, waaronder in 2005 de Spinozapremie van NWO. Hagoort is eredoctor Universiteit van Glasgow.



© Frank van Driel

## H. Peter Hagoort en Jan van Erp

### Bouwstenen van menselijke intelligentie en computerslimheid

**W**e zijn meer en meer afhankelijk van technologie. Toch is veel technologie inefficiënt en soms zelfs frustrerend. Wie heeft er nu nog nooit in wanhoop tegen zijn pc geschreeuwd dat 'ie er niets van begrijpt'? Wij vinden dat dat anders moet en onderzoek-

ken manieren waarop computers en gebruikers letterlijk en figuurlijk dichter bij elkaar komen en een symbiotische relatie aan kunnen gaan waar beide entiteiten voordeel bij hebben. Wij geloven dat zo'n symbiotische relatie leidt tot een duurzame evolutie van



zowel gebruiker als systeem. Het is een uitdaging om de twee meest ingewikkelde systemen die we kennen dichter bij elkaar te brengen: complexe ICT-systemen en het menselijk brein, en dat kan niet zonder kennis van allebei. De bouwstenen van menselijke intelligentie en computerslimheid kunnen bij elkaar opgeteld meer dan de delen. Daarvoor moeten computers menselijker worden in hun manier van denken en hun gedrag, en moeten mensen en computers (allebei!) leren om als team samen te werken. Maar hoe maak je een kille machine sociaal? Wat hebben gebruikers eigenlijk nodig om het beste uit zo'n virtuele teamgenoot te halen? Hoe kan een machine emoties begrijpen en tonen? Vragen waarbij fundamentele neurowetenschappelijke bouwstenen

Robots die zich sociaal gedragen zijn veel beter dan kille computers in staat om kinderen met een chronische ziekte te helpen meer begrip van hun ziekte te krijgen en daarmee meer grip op hun leven. (foto links)

onontbeerlijk zijn, zoals de rol van zogenaamde spiegelneuronen op sociale interactie en de rol van de emotiesystemen in ons brein op ons gedrag. Computers meer menselijk? Dan mensen ook meer machine-achtig! Of hoe we met computer- en neurowetenschappelijke bouwstenen cyborgs maken. ●

Als onderzoeker bij TNO buigt **Jan van Erp** zich over de vraag hoe mensen en computers in symbiose kunnen samenwerken en -leven.



© Frank van Driel

## STELLING

Op afzienbare termijn hebben we de moleculaire bouwstenen om de levende cel na te bootsen.

### Bouwstenen van de levende cel

**W**at maakt een levende cel levend? Deze vraag houdt wetenschappers al zeer lang bezig. Was dit tot voor kort uitsluitend het werkterrein van natuurfilosofen en biologen, tegenwoordig proberen ook steeds meer moleculaire wetenschappers inzicht te krijgen in de basisregels van de levende natuur. Dankzij de ontwikkelingen in het vakgebied van de supramoleculaire chemie hebben we recent de instrumenten in handen gekregen om slimme moleculen te ontwerpen en te maken, die zichzelf vervolgens spontaan organiseren in grotere en functionele structuren. Vanuit een supramoleculair oogpunt is de levende cel de ultieme vorm van gecontroleerde zelf-assemblage. Een cel bestaat uit een zeer complexe verzameling van moleculen die door hun organisatie in staat zijn om het

geheel in stand te houden, te vermenigvuldigen en aan te passen aan de omgeving. De meest gangbare theorie over hoe dit proces in gang is gezet, is gebaseerd op afbakening of compartimentalisatie. De eerste cel zou hebben bestaan uit een eenvoudige capsule waarin moleculen voldoende lang bij elkaar gehouden werden om elkaars functie en structuur te beïnvloeden. De uitdaging is om een dergelijke capsule na te bootsen. In Nijmegen volgen we hierbij verschillende routes. We maken capsules die een natuurlijk productieproces uitvoeren. We ontwikkelen nanoreactoren die we in een levende cel kunnen plaatsen, waar ze meehelpen bij het afvoeren van schadelijke afvalproducten die door de cel worden gemaakt. Ten slotte bouwen we complexere structuren op door meerdere capsules met ieder

hun eigen biologische activiteit tot een geheel samen te voegen. Het inzicht dat we hierbij krijgen is niet alleen van fundamenteel belang. Het helpt ons ook om methoden te ontwikkelen om bepaalde ziekten beter te kunnen bestrijden. •

### I. Jan van Hest en Nicole Papen-Botterhuis

Jan van Hest is hoogleraar bio-organische chemie aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Hij ontwerpt materialen en processen die door de natuur zijn geïnspireerd.



© Frank van Driel



## I. Jan van Hest en Nicole Papen-Botterhuis

### Innovatie door nabootsing en samenwerking

**A**fkijken kan handig zijn, maar je moet wel zeker weten dat degene bij wie je afkijkt het bij het juiste eind heeft... Bij het idee om een levende cel na te bootsen rijst de vraag: waarom zou je iets willen namaken wat toch weer doodgaat? Voor het ontwikkelen van nieuwe duurzame materialen lijkt dit niet de juiste benadering.

Maar let op: een cel kan zichzelf vermenigvuldigen en hierdoor zelf voor vervanging zorgen! Omdat hier wel veel energie en bouwstoffen voor nodig zijn, moeten we dus niet alleen de cel namaken, maar ook de hele infrastructuur eromheen. Voor veel toepassingen waar zelfhelende systemen nuttig kunnen worden ingezet, zoals in beton of coatings, wordt het namaken van weefselstructuren echter veel te complex,

en moet je uitgaan van simpelere systemen, zoals bijvoorbeeld in beton met behulp van bacteriën die prima in beton weten te overleven.<sup>1</sup> In de regeneratieve geneeskunde is dit echter wel de benadering die gevolgd wordt, via het stimuleren van de groei van bloedvaten tijdens weefselkweek, of door het 3D-printen van hele weefselstructuren. Dit lijkt misschien nog science fiction, maar er zijn al voorbeelden, zoals een geprinte blaas of nier.<sup>2</sup> Hoewel nog te simpel voor implantatie, laat dit wel zien hoe 3D-printen de titel 'derde industriële revolutie' aan het waarmaken is, waarbij we door samen te werken mooie nieuwe producten kunnen ontwikkelen.<sup>3</sup>

Wat kunnen we nu nog meer leren van cellen waar de industrie iets aan heeft? Efficiëntere of

specifiekere chemische omzettingen waardoor opzuiveren niet meer nodig is? Geïntegreerde microsystemen? Selectieve membranen die niet alleen op grootte, hydrofiliciteit of lading kunnen selecteren, maar zich ook aan kunnen passen om bepaalde stoffen specifiek door te laten?

Bij TNO zien we dat fundamentele kennis die gedeeld wordt door universiteiten van het grootste belang is voor bedrijven om nieuwe innovaties te kunnen blijven doen. Laten we hierbij vooral niet proberen in elkaars schoenen te gaan staan, maar om samen te werken voor het beste resultaat! ●

<sup>1</sup>[www.citg.tudelft.nl/en/research/projects/self-healing-concrete/](http://www.citg.tudelft.nl/en/research/projects/self-healing-concrete/)

<sup>2</sup>[www.ted.com/talks/anthony\\_atala\\_printing\\_a\\_human\\_kidney.html](http://www.ted.com/talks/anthony_atala_printing_a_human_kidney.html)

<sup>3</sup>[www.tno.nl/penrose](http://www.tno.nl/penrose)

**Nicole Papen-Botterhuis** is scientist bij TNO in de afdeling Responsive Materials & Coatings. Als teamleider *encapsulatie & controlled release* is ze verantwoordelijk voor de ontwikkeling van nieuwe encapsulatietechnologieën en materialen, met een focus op het vergroten van de energie-efficiëntie en duurzaamheid van coatings en bouwmaterialen.



© Frank van Driel

## STELLING

Om te voorkomen dat er op wereldschaal voedseltekorten ontstaan, moeten consumenten, industrie en overheid bereid zijn om sneller technologische oplossingen te accepteren.

J. Paul Hooykaas en Ronald Visschers

### Bacteriën voor de mensheid

**W**anneer je wandelt in de natuur kan je oog vallen op de felgekleurde bobbelen die soms op bladeren van planten te vinden zijn. Deze bobbelen (gallen genaamd) worden meestal veroorzaakt door insecten. In sommige gevallen echter worden die structuren geïnduceerd door bacteriën.

Zo induceert de bacterie *Agrobacterium tumefaciens*, zogenaamde *crown galls* op planten: wortelhalsknobbels. De bacterie induceert deze knobbels door een natuurlijk proces van genetische modificatie. Via een piepklein buisje brengt *Agrobacterium* DNA over naar de gastheer. Via de ingebrachte genen geeft de bacterie de plantencellen opdracht om te gaan delen en opinen te maken; dit zijn stoffen waarvan de bacterie kan leven.

In het laboratorium doen we onderzoek naar het mechanisme dat deze bacterie in staat stelt om DNA binnen te brengen in plantencellen. Als we dit mechanisme doorgronden kunnen we namelijk de truc van *Agrobacterium* gebruiken om planten andere waardevolle stoffen te laten maken. We hebben intussen geleerd onder welke omstandigheden de bacterie het buisje maakt waardoor het DNA naar de plantengastheer wordt overgebracht. Het zijn omstandigheden die vergelijkbaar zijn met die in plantensap wat betreft zuurgraad en temperatuur. Ook moeten bepaalde specifieke plantstoffen aanwezig zijn. Nu we dit weten, kunnen we de omstandigheden in het laboratorium nabootsen, waardoor het DNA ook in andere cellen kan worden overgebracht, bijvoorbeeld in die van gisten en schimmels.

Tegenwoordig wordt *Agrobacterium* niet alleen wereldwijd gebruikt voor de genetische modificatie van planten, maar ook van schimmels. Deze laatste organismen zijn erg belangrijk in de biotechnologie voor de industriële productie van bijvoorbeeld antibiotica. Als de wereldbevolking inderdaad doorgroeit naar negen miljard mensen, zal een nieuwe groene revolutie nodig zijn om de mensheid van voedsel te voorzien. Het is daarom van groot belang dat alle technologie en kennis, inclusief die van de genetische modificatie, hiervoor op een verstandige manier wordt ingezet. ●

Prof. dr. Paul Hooykaas is sinds 1993 hoogleraar Moleculaire Genetica aan de Universiteit Leiden. Hij werd in 2009 door de KNAW benoemd als Akademiehoogleeraar. Hij doet onderzoek naar de bacterie *Agrobacterium tumefaciens* en hoe die ingezet kan worden voor de moleculaire veredeling van planten.



© Frank van Driel



## J. Paul Hooykaas en Ronald Visschers

### Voldoende bouwstenen voor voedsel

**S**uiker, eiwit, vet en zout zijn de belangrijkste bouwstenen van ons dagelijks voedsel. Door de toename van de wereldbevolking en de mondiale welvaart neemt enerzijds de behoefte aan deze bouwstenen toe, terwijl anderzijds de klassieke productie onder druk staat door urbanisatie en klimaatverandering. Verder worden gewassen zoals suikerriet en mais niet alleen gebruikt voor voedselproductie, maar ook voor de productie van biobrandstof. De toenemende vraag naar vlees verhoogt de druk omdat voor de productie van dierlijk eiwit veel meer plantaardige grondstoffen nodig zijn.

Om ook in de toekomst voldoende voedselbouwstenen beschikbaar te hebben om de hele wereldbevolking te kunnen voeden worden verschillende strategieën gevolgd:

- Intensiveren van de productie en het verhogen van de opbrengst van huidige gewassen en landbouwdieren. Dit kan via technische verbeteringen, klassieke veredeling of moderne gmo-technieken. Omdat het rendement van klassieke gewassen de afgelopen eeuw al aanzienlijk verhoogd is, is de vraag hoeveel verbetering hier nog mogelijk is.
- Verhoging van de efficiency van bestaande ketens. Hieronder vallen allerlei innovaties die verspilling voorkomen, bijvoorbeeld door voedsel beter te conserveren, het energieverbruik bij productie te verlagen, en nieuwe bereidingswijzen te hanteren die afgestemd zijn op het individu, zoals het 3D-printen van voedsel. De vraag hier is tot op welke hoogte consumenten bereid zijn deze technofood oplossingen te accepteren.

- Het ontwikkelen van nieuwe ketenconcepten waardoor efficiënter geproduceerd kan worden. Het is bijvoorbeeld goed mogelijk om uit suikerbietenloof, dat normaliter op het veld achterblijft, nog hoogwaardig eiwit en vezels te winnen die in principe geschikt zijn voor consumptie door mensen. Ook kunnen algen op grote schaal gekweekt worden, die vervolgens via een bioraffinageproces zowel voedsel ingrediënten als biobrandstof opleveren. Probleem bij dit soort oplossingen is dat er veel wetgeving is die het introduceren van nieuwe voedselcomponenten erg moeilijk maakt.

Het is duidelijk dat de totaaloplossingen uit een combinatie van deze drie strategieën zal komen, maar welke keuzes maken we en wat zijn daarvan de gevolgen? ●

Dr. Ronald Visschers is programmamanager voedselkwaliteit en productie bij TNO. De afgelopen vijftien jaar is hij direct betrokken bij het doorvertalen van de fundamentele kennis over de bouwstenen van ons voedsel naar industriële toepassingen.



© Frank van Driel

## STELLING

Fundamentele wetenschap is de beste basis voor de ontwikkeling van transformatieve technologieën.

### Kwantum als nieuwe bron voor technologie

**D**e natuurkunde van onze belevingswereld is slechts een klein gedeelte van de veel uitgebreidere natuurkunde van de kleine deeltjes. De wetten van Newton en Maxwell geven een bijna perfecte beschrijving van onze wereld met vallende appels en rijdende auto's, maar volstaan totaal niet om bijvoorbeeld een chemische reactie tussen atomen te begrijpen. Daar hebben wetenschappers als Niels Bohr precies honderd jaar geleden een speciaal atoommodel voor bedacht.

Het 'Bohr atoom' is gebaseerd op kwantummechanische wetten die een geheel andere basis hebben dan de wetten van Newton. Deze kwantumwetten geven een verklaring voor alle materiaaleigenschappen, van kleur en buigzaamheid tot en met elektrische en warmtegeleiding.

Nanotechnologie geeft ons sinds twintig jaar een 'gereedschapskist' om atomen en moleculen op een speciale manier aan elkaar te knopen, zodanig dat er eigenschappen ontstaan die niet in de natuur voorkomen. Toepassingen hiervan variëren van sterke materialen tot betere medicijnen. Wij zijn er met name in geïnteresseerd om met nanotechnologie eigenschappen te creëren die volledig kwantummechanisch zijn. Hiermee willen we een revolutionaire kwantumtechnologie ontwikkelen. De twee basisprincipes van *kwantumtechnologie* zijn *superpositie* (tegelijkertijd op twee verschillende plekken zijn) en *verstrengeling* (verbondenheid tot op grote afstand), twee mogelijkheden die in onze dagelijkse belevingswereld niet voorkomen. Als we kwantum kunnen gaan gebruiken als nieuwe bron voor

technologie ontstaan er onmiddellijk heel veel nieuwe, verbeterde toepassingen. Materialen kunnen veel slimmer worden, batterijen kunnen energie opslaan zonder die te verliezen, de eiwitscheikunde in onze cellen kunnen we gaan begrijpen, onze pincode is onkraakbaar geworden, en computers gaan werken met *quantum bits* waardoor ze veel sneller worden. Deze verbeteringen zijn transformatief in de zin dat wij mensen op een totaal nieuwe manier om zullen gaan met kwantum toepassingen. ●

### K. Leo Kouwenhoven en Ronald Hanson

Leo Kouwenhoven is universiteitshoogleraar aan de Technische Universiteit Delft. Hij werkt aan een kwantumcomputer gebaseerd op Majorana deeltjes.



© Sam Rentmeester

## K. Leo Kouwenhoven en Ronald Hanson

### Technologische mogelijkheden van vreemde theorie

**S**ommige aannames over onze wereld zijn zo vanzelfsprekend dat we er nooit vraagtekens bij zullen zetten. Zoals: de kleur van mijn fiets hangt niet af van of ik ernaar kijk. Of: iets wat in Den Haag gebeurt wordt niet direct beïnvloed door iets wat op hetzelfde moment op de planeet Jupiter aan de gang is. Toch zegt onze meest succesvolle natuurkundige theorie – *de kwantummechanica* – dat deze aannames (die samen bekendstaan als lokaal realisme) fout zijn. Deze vreemde constatering biedt naast hersengekraak ook geweldige technologische mogelijkheden. Zo onderzoeken wij of we er informatie mee kunnen teleporteren en zo een volledig veilig internet – een kwantuminternet – kunnen maken.

Aan de basis hiervan ligt het verschijnsel *verstrengeling*. Twee

deeltjes kunnen volgens de kwantumtheorie een zo innige band hebben dat ze hun eigen identiteit volledig verliezen en zich als één geheel gedragen. Dat betekent dat een meting van één van de deeltjes direct invloed heeft op het andere. Gek genoeg is deze verstrengeling volgens de theorie onafhankelijk van de afstand tussen de deeltjes. Dit maakt het mogelijk om een deeltje van veraf te beïnvloeden – een soort ‘kwantum voodoo’. Dit jaar is het ons gelukt om elektronen op twee verschillende chips, met drie meter ertussen, met elkaar te verstrengelen en deze kwantum voodoo te meten.

Verstrengeling maakt het mogelijk om de toestand van een deeltje over grote afstand te ‘teleporteren’ naar een ander deeltje. Teleportatie is vooral bekend

geworden door *Star Trek* (‘Beam me up, Scotty!’), een sciencefictionserie waarin personen geteleporteerd worden. Kwantumteleportatie verplaatst niet de materie zelf maar de toestand ervan. Behalve dat het onze nieuwsgierigheid voedt, is dit ook zeer interessant voor het veilig uitwisselen van informatie. Bij teleportatie reist de informatie niet van A naar B; het wordt instantaan overgebracht. Aftappen is dus fundamenteel onmogelijk. ●

**Ronald Hanson** is hoogleraar aan de Technische Universiteit Delft. Hij werkt aan zowel fundamentele vragen als aan mogelijke toepassingen van kwantummechanica door individuele elektronen, atoomkernen en lichtdeeltjes te controleren.



© eigen collectie

# STELLING

Zuivere wiskunde beschermt je privacy.

## Geavanceerde wiskunde voor privacy en veiligheid

**L**enstra is werkzaam in de getaltheorie en de algebra.

Hij heeft een aantal geavanceerde getaltheoretische algoritmen op zijn naam staan, die belangrijke toepassingen hebben in de cryptografie en de beveiliging van elektronisch gegevensverkeer.

Als je een fles whisky of een heftige game wilt kopen moet je bewijzen dat je boven de achttien bent. Letterlijk genomen: je hoeft niet te vertellen wie je bent, maar je moet alleen bewijzen dat de eigenschap (het attribuut) 'boven de achttien' op jou van toepassing is. Als je je paspoort laat zien of laat kopiëren onthul je veel te veel van jezelf, waardoor niet alleen je privacy in het geding is maar waardoor je ook een risico op identiteitsfraude loopt: met een kopie van je paspoort kan een kwaadwillende een lening of

telefoonabonnement op jouw naam afsluiten.

In het Research Lab van het IBM in Zürich hebben cryptologen zo'n vijftien jaar geleden een wiskundig geavanceerd mechanisme bedacht, genaamd Idemix, waarmee je op een privacyvriendelijke en goed beveiligde wijze eigenschappen van jezelf los van elkaar kunt tonen, zoals: vrouw, boven de zestien, inwoner van Leiden, BSN is 123456789, enzovoort. Deze eigenschappen zijn zeer algemeen, en zouden zelfs basale medische informatie kunnen omvatten, in een micro-EPD. ●

## L. Hendrik Lenstra en Bart Jacobs

Akademiehoogleraar Hendrik W. Lenstra is aan de Universiteit Leiden verbonden. Hij is lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, de American Academy of Arts and Sciences, en de Academia Europaea.

In 1985 ontving hij de Fulkerson Prize van de American Mathematical Society en de Mathematical Programming Society, en in 1986 gaf hij een plenaire voordracht op het International Congress of Mathematicians te Berkeley. Gedurende het jaar 1990/1991 was hij Distinguished Visiting Professor aan het Institute for Advanced Study te Princeton.

In 1998 kreeg hij de NWO Spinoza-prijs.



© Frank van Driel

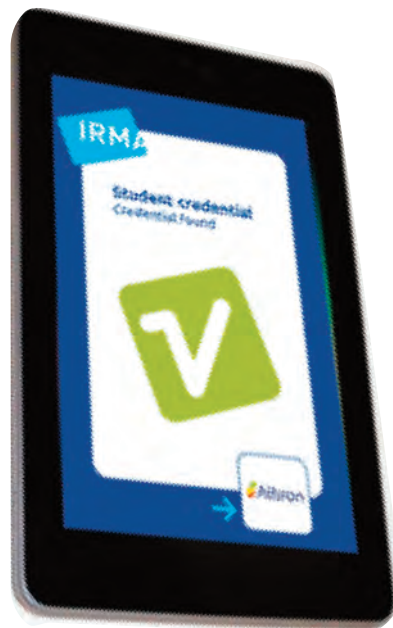
## L. Hendrik Lenstra en Bart Jacobs

### De implementatie op chipkaarten

**M**et zijn onderzoeksgroep heeft Jacobs de afgelopen jaren aan een aantal maatschappelijk relevante onderwerpen gewerkt rond chipkaarten (bijvoorbeeld in het biometrische paspoort en het OV), elektronisch stemmen, en privacy en anonimiteit. Jacobs is nauw betrokken bij verschillende maatschappelijke discussies rond computerbeveiliging.

Om de privacyvriendelijkheid en veiligheid te waarborgen worden bij het geavanceerde Idemix systeem zogenaamde *zero knowledge proofs* gebruikt, die een van de grote innovaties vormen op het gebied van cryptologie en zuivere wiskunde. Vanwege de vereiste grote rekenkracht is het praktische gebruik ervan nog beperkt. Recentelijk echter hebben onderzoekers van de Radboud Univer-

siteit Nijmegen van dit Idemix systeem een zeer snelle implementatie op chipkaarten gemaakt. Deze aanpak, gebaseerd op attributen in plaats van identiteiten, maakt gebruik van open standaarden en open software



en kan zorgen voor een nieuwe, innovatieve fase in het gebruik van internet, gebaseerd op een betrouwbare en privacy-vriendelijke infrastructuur voor het vaststellen van 'wat' je bent. Voor meer informatie, zie de webpagina [www.irmacard.org](http://www.irmacard.org).

**Bart P.F. Jacobs** studeerde wiskunde en filosofie in Nijmegen. Hij promoveerde op het gebied van de theoretische informatica. Sinds 2002 is hij hoogleraar op het gebied security en correctheid van software. Zijn werk werd ondersteund door een prestigieuze Pionierssubsidie van NWO. In 2007 is Jacobs lid geworden van de commissie-Korthals Altes die over de herinrichting van het Nederlandse stemproces moet adviseren. Sinds 2012 is hij lid van de Academia Europaea. In 2012 kende de Europese Research Council (ERC) hem een Advanced Grant toe, voor onderzoek naar quantum computation en security. Hij ontving in 2012 de Huibregtsenprijs.



© Radboud Universiteit



## STELLING

De virtuele wereld en de fysieke wereld zullen versmelten tot een nieuwe werkelijkheid.

M. Mark Overmars en Peter Werkhoven

### Technologische ontwikkelingen in de (game)wereld

**D**e technologie achter computergames ontwikkelt zich razendsnel. Visueel zijn we de afgelopen 25 jaar gegaan van simpele blokkerige tweedimensionale games naar driedimensionale gamewerelden die (haast) niet meer van echt te onderscheiden zijn. Via moderne display technologie kunnen we deze werelden in stereo zien en via virtual reality brillen worden we er volledig in ondergedompeld.

Nieuwe vormen van kunstmatige intelligentie zorgen ervoor dat de karakters die de virtuele gamewerelden bevolken zich op een natuurlijke manier bewegen en gedragen. We kunnen het gedrag van grote mensenmassa's simuleren, we kunnen karakters maken die op natuurlijke wijze met gebruikers communiceren, en we kunnen virtuele tegenspelers

maken die zich op intelligente wijze aanpassen aan het niveau en het gedrag van de spelers.

Interactie met gamewerelden hoeft tegenwoordig niet meer via muis en toetsenbord maar kan via beweging van handen, ogen of het hele lichaam, via spraak, en in de nabije toekomst ook met gedachten.

En tegenwoordig zijn mensen over de hele wereld met elkaar verbonden in gigantische gamewerelden. Ze ontmoeten elkaar in deze werelden, voeren gezamenlijk opdrachten uit, en bouwen sociale relaties op die vaak ook buiten de gamewereld standhouden.

En we staan pas aan het begin. Probeer deze ontwikkelingen 25 jaar in de toekomst te extrapoleren

en we zullen zien dat de werkelijke en de virtuele wereld versmelten. Het holodeck uit *Star Trek* zou wel eens werkelijkheid kunnen worden. Wat betekent dat voor onze samenleving? Voor hoe we leren, werken en met elkaar omgaan? •

Prof. dr. Mark Overmars is hoogleraar Informatica aan de Universiteit Utrecht. Hier was hij verantwoordelijk voor het opzetten van het onderzoek en het onderwijs op het gebied van de Game Technologie. Daarvoor was hij directeur van het landelijke FES project GATE: Game Research for Training and Entertainment ([www.gameresearch.nl](http://www.gameresearch.nl)).



© Frank van Driel



## M. Mark Overmars en Peter Werkhoven

### Serious games en mixed reality

In de samenwerking tussen TNO, de Universiteit Utrecht, de Hogeschool voor de Kunsten en Thales is de multidisciplinaire fundamentele kennis op dit gebied toegepast voor de ontwikkeling van *serious games*. Zo is, onder andere, de Burgemeestersgame ontwikkeld voor de training van het nemen van beslissingen in crisistijd. Deze game voor trainingsorganisaties en veiligheidsregio's is beschikbaar via de Academie voor Crisisbeheersing van het NIFV.

*Serious games* worden in toenemende mate ingezet voor onder andere het academisch onderwijs, sociale veranderingsprocessen, training van professionals en revalidatie en zorg. En games doen in toenemende mate hun intrede bij het in communities en consortia oplossen van grootscha-

lige en complexere maatschappelijke problemen (bijvoorbeeld World Without Oil, Foldit, Nimble Titan). Steeds vaker zullen we zien dat games burgerparticipatie stimuleren en dat slimme lokale oplossingen die op dit microniveau ontstaan, het beleid op meso/macroniveau zullen gaan beïnvloeden. Virtuele werelden maken momenteel een transitie door van *desktop* naar mobiel en *mixed reality* (mengvorm van werkelijke en virtuele werelden). Hierbij worden werkelijke werelden real time gevirtualiseerd, en worden virtuele werelden real time gevoed door sensorinformatie uit de werkelijke wereld. De meest recente uitingsvorm daarvan is de Google Glass die komend jaar op de markt komt. •

Prof. dr. Peter Werkhoven is algemeen directeur TNO Technical Sciences. Daarnaast is hij hoogleraar Multimodale Interactie in Virtuele Omgevingen aan de Universiteit Utrecht. Hij werkt als hoogleraar aan virtuele omgevingen die op natuurlijke wijze gezien, gehoord en gevoeld kunnen worden (onder andere via tactiele interfaces), die intuïtief gestuurd kunnen worden (onder andere via brein-machine interfaces) en die adaptief inspelen op onze emoties (zoals stress). Hij was mede-initiatiefnemer van het GATE onderzoeksproject.



© eigen collectie

## STELLING

De huismus verdwijnt, de halsbandparkiet verschijnt.  
Nou en?

### De soort als bouwsteen

**D**obzhanski schreef al: ‘nothing in biology makes sense except in the light of evolution’. Maar evenzeer geldt deze uitspraak: ‘nothing in evolution makes sense except in the light of ecology’.

Reumer is actief in twee werkvel- den met overlappende betekenis. Die overlap is ecologie en evolutie. In Utrecht en in mindere mate ook in Rotterdam is Reumer bezig met de evolutie van gewervelde dieren, vooral zoogdieren. In Rot- terdam is hij daarnaast betrok- ken bij het vakgebied van de stadsecologie. De stad is een eco- logisch laboratorium, waar zich constant nieuwe ontwikkelingen voordoen als reactie op een nieuwe omgeving. Fenomenen als habitatfragmentatie, introducties, extincties en het exotenprobleem doen zich voor. In de paleontolo- gie zie je dezelfde dingen, maar

heb je het voordeel van lange tijdsspannes. Daarmee worden grootschalige ontwikkelingen zichtbaar. Voorbeelden zijn het ontstaan van amfibieën uit vis- sen, en de evolutie van vogels. Het werk van de paleontoloog is een waargeworden jongensdroom: naar fossielen graven in verre woestijnen of ernaar vissen op de Noordzee, nieuwe soorten voor de wetenschap ontdekken, verban- den zien.

Zowel ecologen als paleontologen werken met de soort als bouw- steen: het is het legoblokje/funda- ment van de taxonomie, maar ook van de biologie in bredere zin. Soorten ontstaan, soorten evolu- eren, soorten sterven uit. Maar wat is een soort? Hoe belangrijk is een soort? En is het erg als ze uitsterven? We betreuren het verdwijnen van de dodo en de

buidelwolf, maar geldt dat ook voor de mammoet (misschien) en de Tyrannosaurus (vast niet)? En waarom? ●

**N. Jelle Reumer en Irene Tieleman**

Prof. dr. Jelle Reumer is directeur van het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (waaronder ook Bureau Stadsnatuur valt) en daarnaast bijzonder hoogleraar verte- bratenpaleontologie aan de Universiteit Utrecht.



© Frank van Driel

## N. Jelle Reumer en Irene Tieleman

### Vogels vertellen over een veranderende wereld

**N**et als wij leven vogels in een wereld die gekenmerkt wordt door diversiteit en verandering. Hoe gaan vogels hiermee om? De negentig soorten leeuweriken op onze planeet kunnen het ons vertellen, door middel van hun verschillen in leefstijl en flexibiliteit. Waar je ook heengaat, woestijnen, tropen, poolgebieden, overal vind je ze. Dat maakt ze uitermate geschikt als boodschappers over de interacties tussen dier en omgeving in het verleden (evolutie) en het heden (ecologie). Het hoogtepunt van jaarlijks veldwerk in verre oorden en in Drenthe bestaat uit de hereniging met oude bekenden, gemerkte individuen die ons belangrijke informatie mededelen. Witbandleeuwerik OranjeOranje bewoonde zeven jaar achter elkaar dezelfde vierkante kilometer in de Arabische woestijn en vertelde over zijn

flexibiliteit. Goede jaren, slechte jaren, hij bleef trouw aan zijn territorium in die onmetelijke ruimte. Net als hun tropische familiegenoten leggen leeuweriken in de woestijn weinig eieren. Hun fysiologie en gedrag zijn bijzonder zuinig. Ze leven relatief lang. Recent onderzoek suggereert ook dat ze zelden ziek worden. De leefstijl van Nederlandse leeuweriken is tegenovergesteld: veel eieren, hoog energieverbruik. En wie veel jongen maakt verslijt snel. De evolutionaire voor- en nadelen van leefstijlen en flexibiliteit, variëren dus met de omgeving. De vraag is waarom. Het antwoord ligt in de combinatie van fysiologie, gedrag en ecologie. Die kennis is ook van belang om te voorspellen wat er gebeurt als de omgeving verandert. Want één ding is zeker: verandering blijft. ●



Witbandleeuwerikman bij zijn nest met twee kuikens in de Arabische woestijn (foto: Irene Tieleman)

Prof. dr. Irene Tieleman werkt als diercoloog aan de Rijksuniversiteit Groningen en is lid van De Jonge Akademie. Zij onderzoekt in tropen, woestijnen en gematigde streken hoe vogels zijn aangepast aan hun leefomgeving en hoe ze omgaan met veranderingen daarin.



© Frank van Driel

## STELLING

De (her)maakbare mens wordt werkelijkheid: Het kunnen ingrijpen in waar en wanneer welke lichaamsbouwstenen wel of niet gemaakt worden, is de heilige graal van de geneeskunde.

### Slapende genen wakker maken, schreeuwende genen uitschakelen

**E**iwitten zijn belangrijke bouwstenen van de cellen van het menselijk lichaam en worden veelal door de cellen zelf aangemaakt. Het bouwplan voor deze eiwitten zit in het DNA, wat in alle cellen van een organisme hetzelfde is. Dat er toch meer dan tweehonderdvijftig verschillende celtypen zijn, komt doordat niet alle eiwitten door alle cellen in dezelfde mate worden aangemaakt, ook al is het bouwplan hiervoor wel aanwezig. Welke bouwplannen actief 'gelezen' worden en welke niet, bepaalt dus welke set aan eiwitten een bepaalde cel aanmaakt en dus welk celtype deze cel is (een niercel maakt een andere set eiwitten aan dan een levercel).

Epigenetica is de leer van de mechanismen die een cel gebruikt om te weten (en te onthouden!)

welke bouwplannen te lezen en welke niet. Steeds meer inzicht wordt verkregen in epigenetische misreguleringen die aan ziekten ten grondslag liggen.

In tegenstelling tot genetische foutjes, kunnen epigenetische foutjes omgekeerd worden, en geneesmiddelen die epigenetische mechanismen remmen worden al in de kliniek toegepast, bijvoorbeeld voor kanker.

Het gericht ingrijpen in epigenetische mechanismen geeft nieuwe mogelijkheden om cellen te reprogrammeren: zolang de genetische informatie (het bouwplan van een eiwit) intact is, kan epigenetisch ingrijpen resulteren in het verhogen of het verlagen van de productie van een eiwit. Deze veranderingen van eiwitniveaus kunnen specifiek geïnduceerd worden in de celtypen waar de aandacht

naar uitgaat (bijvoorbeeld het verhogen van eiwitten betrokken bij sportieve prestatie in de spieren). Deze technologische ontwikkelingen brengen het concept 'de maakbare mens' binnen handbereik. ●

## O. Marianne Rots en Marcel Ruiters

**Prof. dr. Marianne G. Rots** is hoogleeraar Moleculaire Epigenetica, Universitair Medisch Centrum Groningen. Zij heeft een technologie ontwikkeld waarbij genspecifieke veranderingen in epigenetische markerings kunnen worden aangebracht zodat een (ten onrechte) uitgeschakeld gen weer blijvend aanzet kan worden of een (te hard) aanstaand gen uitgezet kan worden (Epigenetisch Editen).



© Frank van Driel



## O. Marianne Rots en Marcel Ruiters

### Bouwstenen: het hebben van een plan is belangrijker dan vooraf al alle bouwstenen te bezitten

**S**inds de ontrafeling van het menselijk erfelijk materiaal is de mogelijkheid toegenomen om geneesmiddelen te ontwikkelen die aangrijpen op een specifiek gen. We zijn inmiddels in staat om in te grijpen op het niveau van genen, we kunnen het tussenproduct – het RNA – beïnvloeden en ten slotte zijn we in staat het eindproduct, het eiwit, helemaal te vervangen. Dat laatste gebeurt bijvoorbeeld als het gen een fout bevat; denk aan de ENZYM-ervangingstherapie bij de ziekte van Pompe, waarbij het eiwit via de bloedbaan wordt toegediend. Moeilijker wordt het als we het geneesmiddel moeten afleveren in een moeilijk toegankelijke cel van het lichaam. Dan zijn er transportsystemen nodig die:

1. het geneesmiddel kunnen verpakken

2. het geneesmiddel beschermen tegen afbraak
3. het geneesmiddel brengen bij de gewenste cel in het lichaam
4. het geneesmiddel afgeven in de cel zodanig dat het effectief wordt
5. geen bijwerkingen met zich meebrengen

Om dit te kunnen bewerkstelligen is er een set van bouwstenen nodig die goed met elkaar samenwerken om het gewenste resultaat te verkrijgen. Als dat zo is, zal blijken dat ook het geneesmiddel aan bepaalde voorwaarden moet voldoen om in dit bouwstenenmodel te passen.

Het ontwikkelen van zulke systemen kost veel tijd en geld. Wat we vaak zien is dat de overheid weer een nieuw plan presenteert, mede ingegeven door politieke verschuivingen in Den Haag. Door

dit onsamenvangende innovatiebeleid moeten elke keer opnieuw de reeds bekende bouwstenen worden herontwikkeld. Innovatief geneesmiddelenonderzoek duurt lang en er is veel geld voor nodig. Vooral de kleine innovatieve bedrijven profiteren niet of nauwelijks van de belangrijkste innovatiesubsidie WBSO. Alle kortetermijninitiatieven zoals Biopartner of Topinstituten schieten hun doel voorbij omdat de financiering gericht is op starten en niet op groeien. Om te groeien zijn meer en andere bouwstenen nodig. ●

Dr. Marcel H.J. Ruiters is Directeur van Synvolux Therapeutics. Hij is een van de uitvinders van de SAINT-technologie, een op vetten gebaseerd gepatenteerd systeem dat gericht biologische actieve stoffen in cellen af kan geven.



© Frank van Driel



## (VRAAG)STELLINGEN

Is obesitas een maatschappelijk en omgevingsprobleem of een gedragsprobleem?

Behandeling van obesitas moet gedemedicaliseerd worden.

### Obesitas: onderzoek, oorzaken en effectiviteit

Onderzoek naar de bestrijding van obesitas wordt gedomineerd door professionals die redeneren vanuit het perspectief dat mensen met een gewichtsprobleem een gedragsprobleem hebben dat klinisch behandeld moet worden (door die professionals). Vanuit een maatschappelijk perspectief is obesitas echter een normale respons op een abnormale omgeving (en niet andersom). Hoeveel mensen er dik worden in een bevolking wordt bepaald door de fysieke, sociaal-culturele en economische omgeving waarin mensen leven. Wie er dik wordt, is grotendeels bepaald door verschillen in erfelijke aanleg.

Een effectieve preventie en behandeling van obesitas is dan ook vooral gericht op het ingrijpen in maatschappelijke oorzaken. Dit is niet alleen effectiever

maar ook doelmatiger dan individuen behandelen aan het eind van de keten. Huidige behandeltrajecten zijn over het algemeen duur en weinig effectief. •

**P. Jaap Seidell en Anita Jansen**

Jaap Seidell is hoogleraar voeding en gezondheid aan de Vrije Universiteit en het VU medisch centrum. Zijn onderzoek is gericht op de rol van leefstijl bij het voorkomen van chronische ziektes, hij verdiept zich met name in de oorzaken en gevolgen van overgewicht.



© eigen collectie

## P. Jaap Seidell en Anita Jansen

### Obesitas: onderzoek, oorzaken en effectiviteit

**O**nderzoek naar obesitas wordt tot op heden gedomineerd door enerzijds fundamentele studies naar biologische processen, zoals genetische invloeden en hersenactiviteit, en anderzijds toegepast onderzoek naar maatschappelijke processen die te veel en ongezond eten in de hand werken,

zoals het aanbod van snacks, de kosten ervan en portiegrootte. Wat onderbelicht blijft, is de persoon die eet: eetgedrag wordt bepaald door allerlei psychologische processen. Zo zijn leerprocessen, persoonlijkheid, emoties, cognities en de wijze waarop mensen informatie verwerken van cruciaal belang voor het ontstaan en veranderen van bepaalde eetgewoonten.

Mijn missie is om obesitas – in ieder geval morbide obesitas – op de psychologenkaart te zetten. Het is toch echt gek gedrag om jezelf ziek, ongelukkig en soms zelfs (bijna) dood te eten. Psychologen zijn bij uitstek de deskundigen die veel weten van gedrag, maar zij laten obesitas over aan de biologen, diëtisten en dokters: ‘u moet gewoon wat minder eten’ of: ‘wij snijden uw maag groten-deels weg, dat helpt vrijwel altijd’.

Het onderzoek naar psychologische processen die te veel eten in de hand werken suggereert ook mogelijkheden voor psychologische interventies. Die interventies zijn vooral gericht op de verandering van cognities, emoties en aangeleerde gewoonten. De experts die deze interventies kunnen bieden, werken in de geestelijke gezondheidszorg (ggz). De minister werkt helaas niet mee, want de behandeling van obesitas in de ggz wordt niet of slechts bij hoge uitzondering vergoed. Daar moet verandering in komen. ●

**Anita Jansen** is hoogleraar Experimentele Klinische Psychologie aan de Universiteit Maastricht. Haar onderzoek naar eetgedrag, eetstoornissen en obesitas varieert van fundamentele cognitieve studies tot toegepaste klinische behandelstudies en is voornamelijk gericht op het begrijpen van psychologische mechanismen die afwijkend of ongezond eetgedrag in stand houden. In 2011 ontving Jansen een prestigieuze Vici-subsidie van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) voor haar onderzoek naar obesitas.



© Herman van Ommen

## STELLING

de studie van de klassieke oudheid kan ons helpen om te begrijpen hoe innovatie werkt.

### Verandering, verankering

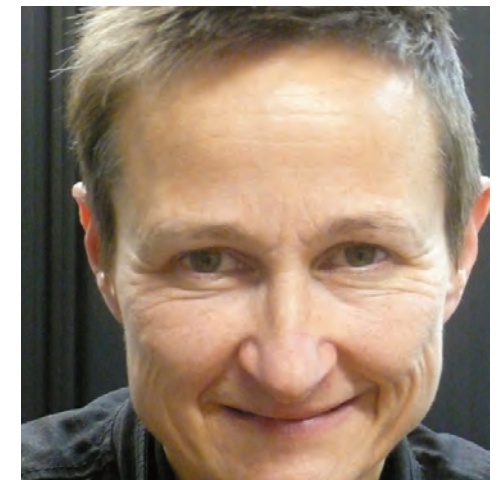
**W**ie aan innovatie denkt, associeert dat al gauw met techniek, natuurwetenschappen of geneeskunde. In die disciplines wordt inderdaad veel nieuws bedacht. Maar om succesvol te innoveren moet je rekening houden met mens en maatschappij. Een vernieuwing moet 'landen' in de groep waarvoor hij bedoeld is. Verandering moet acceptabel en begrijpelijk zijn, en mensen moeten in staat zijn zich een vorm van continuïteit met wat voorafging voor te stellen. Verandering moet, kortom, verankerd worden.

*Anchoring innovation* is het grote onderzoeksprogramma van de Nederlandse classicus. De oudheid is zelf één van onze ankers ('bakermat van onze beschaving'), maar je ziet in de oudheid zelf ook overal voorbeelden van dit fenomeen. Als een redenaar zijn

publiek een nieuwe kijk op de situatie wil bieden, moet hij dat doen in termen die vertrouwd zijn. Als een moeilijk besluit genomen moet worden, haalt men er een orakel bij en probeert door handig interpreteren het besluit daarin te verankeren. In Amerika leggen ze in zo'n geval de kwestie voor aan het Supreme Court en vragen ze zich af of de betreffende casus *constitutional* is. Er gaat een hoop energie zitten in de interpretatie van die constitutie, en dat is kennelijk de moeite waard. De menselijke bouwstenen van verandering, innovatie en verankering: daar zijn we naar op zoek. ●

### Q. Ineke Sluiter en Bé Breij

**Ineke Sluiter** is hoogleraar Griekse taal- en letterkunde aan de Universiteit Leiden. Zij is gespecialiseerd in antieke ideeën over taal: grammatica, retorica en omgang met literatuur. Door verbanden te leggen tussen de oudheid en de tegenwoordige tijd legt zij onderliggende culturele processen bloot.



© Robert Dulmers

## Q. Ineke Sluiter en Bé Breij

### Overtuigende inzichten

**R**etorica, de kunst van het overtuigen, was van cruciaal belang in de antieke wereld. Iedereen die het maatschappelijk ver wilde schoppen, liet zich onderwijzen in het schrijven en voordragen van politieke, juridische en ceremoniële redevoeringen. Hij (en inderdaad niet zij) maakte daarbij kennis met drie overtuigingsmiddelen, die alle drie evenveel gewicht in de schaal legden: *logos* (argumentatie), *ethos* (imago en reputatie) en *pathos* (emotie). Omdat de hele elite in de retorica werd onderwezen, draagt ook de hele antieke literatuur kenmerken van de retorica: ze is echt overal. Maar ook van het genre zelf hebben we veel over. Niet alleen redevoeringen van toppers als Demosthenes en Cicero, maar ook leerboeken, bijvoorbeeld van Aristoteles en Quintilianus, en zelfs oefentek-

sten over fictieve onderwerpen. Al die teksten bieden een schat aan informatie. Ze vertellen ons wat men in de oudheid overtuigend vond en wat niet, wat voor argumenten geloofwaardig werden gevonden, wat voor uitstraling een spreker moest hebben en hoe hij de emoties van zijn publiek moest bespelen. Ook geven ze ons veel informatie over hun historische en culturele context. En bovendien blijkt dat er in tweeduizend jaar niet veel is veranderd: ook nu nog maken sprekers gebruik van de inzichten van hun antieke voorgangers. ●

**Bé Breij** is vicevoorzitter van De Jonge Akademie en Universitair Hoofddocent Latijnse letterkunde aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Zij doet onderzoek naar de antieke retorica in het algemeen en declamaties (pronkredevoeringen) in het bijzonder. Die maakt ze toegankelijk door ze te vertalen en te commentariëren. Daarnaast probeert ze te achterhalen van wat voor sociale opvattingen, vooroordelen en angsten de teksten tussen de regels door getuigen.



© Frank van Driel

## STELLING

De onderzoeksagenda voor zowel het toegepast als fundamenteel onderzoek wordt momenteel bepaald door de waan van de dag, de publieke opinie, de druk van bestuurders en beleidsmakers die kennis willen omzetten in geld (met andere woorden, valoriseren): men wil een gebouw verkopen dat geen bouwstenen heeft.

### De waarde van onderzoek

Tegenwoordig is het doen van goed onderzoek niet meer genoeg. Onderzoek heeft pas waarde (*value*) als het gevaloriseerd kan worden: ‘Wat hebben we eraan, wat kopen we ervoor?’ De onderzoeker moet verantwoording afleggen aan bestuurders, beleidsmakers en de publieke opinie en uitleggen wat de maatschappij er feitelijk allemaal aan heeft. We zien dit terug op een aantal vlakken.

1. Bij de beoordeling van subsidieaanvragen wordt de valorisatieparagraaf steeds zwaarder meegewogen. Het gaat niet meer om het briljante idee maar om de verkoopbaarheid van het idee aan de maatschappij. Beurzen die in het verleden alleen werden toegewezen aan onderzoekers met grensverleggende ideeën (bijvoorbeeld Veni, Vidi, Vici beurzen) moeten

nu boven alles ‘valorisatiewaarde’ hebben. De carrières van briljante onderzoekers worden in de kiem gesmoord omdat hun onderzoek geen relevance heeft.

2. De overheid, de universiteiten en NWO zetten de onderzoeker aan om onderzoek te gaan doen in privaat-publieke samenwerking. De onderzoeker dient bij te dragen aan beleid, maatschappelijke doelen, productontwikkeling en economische groei. De scheidslijn tussen wetenschap en commercie wordt vager, en ‘wetenschappelijke’ bevindingen worden gebruikt als *marketing tool* om spullen aan de man te brengen.

3. Wetenschappers worden in toenemende mate uitgedaagd om in gesprek te gaan met de maatschappij. Universiteiten sporen onderzoekers aan om de media op te zoeken. Leuke hapklare *soundbytes* over juist die onderzoekson-

derwerpen die toegankelijk zijn voor het grote publiek

4. Om dit alles vorm te geven worden er – als zou het om een koekjesfabriek gaan – steeds grotere eenheden (research instituten) gecreëerd waar de individuele onderzoeker in de pas dient te lopen en de behoefte dient te volden van de markt en de universitaire bewindslieden. Er is geen plaats meer voor het individu met het briljante idee. Daar zit de maatschappij immers niet op te wachten. ●

### R. Jan Theeuwes en José Kerstholt

Jan Theeuwes is hoogleraar Cognitieve Psychologie aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij doet onderzoek naar aandachtsprocessen, waarneming en het (werk)geheugen. Hij bestudeert de functie van deze processen en de onderliggende hersenstructuren. In 2013 ontving hij een ERC Advanced Grant voor onderzoek naar de effecten van beloning op de visuele waarneming.



© Frank van Driel



## R. Jan Theeuwes en José Kerstholt

### Kennisontwikkeling en probleemoplossingen

**D**e maatschappelijke transitie van verzorgingsstaat naar genetwerkte participatiestaat brengt allerlei vraagstukken met zich mee waar oplossingen voor moeten worden bedacht. Om maar wat te noemen: hoe kunnen we zelfredzaamheid bevorderen? Wat is de rol van instituties? Hoe ver kan burgerparticipatie gaan? Hoeveel (keuze)druk kunnen mensen aan? Allemaal vragen waar universiteiten vanuit hun disciplinaire kennis een belangrijke bijdrage aan kunnen leveren.

Kennis van psychologische processen die aan gedrag ten grondslag liggen leidt tot betere interventies waarvan op voorhand al kan worden voorspeld dat zij ook daadwerkelijk effect zullen hebben. Zo weten we bijvoorbeeld dat risicoperceptie voor een belang-

rijk deel is gebaseerd op 'gevoel'. De implicatie voor risicocommunicatie is dat je beter een 'soap'-ster de boodschap uit kunt laten dragen dan folders rondsturen met (alleen) feitelijke informatie. Kennis van onderliggende processen is dus nodig om te weten aan welke knoppen je kunt draaien om gedrag op een effectieve manier te beïnvloeden.

Dit inzicht in menselijk denken en gedrag kan niet ontwikkeld worden vanuit relatief kortdurende projecten die op huidige maatschappelijke vraagstukken zijn gericht. We hebben theoriegestuurde fundamentele kennisontwikkeling nodig waarmee we ook de vragen van de toekomst (die we per definitie nog niet kennen) op kunnen lossen. Maar dat betekent natuurlijk niet dat we huidige kennis niet kunnen benutten

voor het oplossen van maatschappelijke problemen. En dat betekent ook niet dat we geen kortdurende projecten gericht op maatschappelijke vraagstukken moeten starten. Het is geen kwestie van kiezen, maar van verschillende groepen laten doen waar ze goed in zijn. ●

**José Kerstholt** is senior onderzoeker bij TNO en bijzonder hoogleraar psychologische beslissonderzoek aan de Universiteit Twente. Zij past haar kennis toe in een breed scala van domeinen zoals zorg (keuzehulpen), politie/ justitie (tunnelvisie) en veiligheid (zelfredzaamheid en burgerparticipatie).



© Frank van Driel

## STELLING

De ontwikkelingen in politiek en beleid maken het in toenemende mate lastig om legitimiteit van burgers te verwerven terwijl politiek en samenleving elkaar juist meer dan ooit nodig hebben.

### Verplichtende wederkerigheid

De rode draad in het boek *The transformation of Solidarity* wordt gevormd door de stelling dat de relatie tussen burger en overheid op het domein van het sociaal beleid steeds sterker in het teken van 'verplichtende wederkerigheid' komt te staan. Dit betekent dat tegenover sociale rechten steeds nadrukkelijker plichten komen te staan, dat deze strenger gehandhaafd worden, dat sociale rechten selectiever worden (meer gericht op hen die het 'echt' nodig hebben) en dat in de uitvoering van het beleid doelmatigheid belangrijker is geworden dan rechtmatigheid. Een grotere nadruk op doelmatigheid impliceert dat de effectiviteit van beleidsinterventies steeds belangrijker wordt: preventie, participatie en activering komen daarmee centraal te staan in de doelstellingen van het overheidsbeleid.

De grotere nadruk op verplichtende wederkerigheid in het beleid weerspiegelt een vergelijkbare ontwikkeling in de opinie van de (Nederlandse) burger: deze is nog steeds bereid risico's te delen met zijn medeburgers (=solidariteit) mits deze zelf al het mogelijke doen om een beroep op deze solidariteit (=een beroep op collectieve voorzieningen) tot het minimum te beperken. Het is deze vergelijkbare ontwikkeling in beleid en opinie die een verklaring vormt voor de nog steeds grote steun voor de verzorgingsstaat, die bijvoorbeeld het SCP waarneemt.

Deze omslag naar een meer activerende verzorgingsstaat is niet zonder risico's. Effectieve interventies stellen hoge eisen aan uitvoerende organisaties, zijn kostbaar en de effecten blijven

onzeker. De ontwikkelingen in bijvoorbeeld het veiligheidsdomein illustreren deze risico's: een toenemende veiligheid gaat samen met een groeiend gevoel van onveiligheid en een afnemende steun voor politie en justitie. ●

## S. Romke van der Veen en Monique Leyenaar

Romke van der Veen (1958) is hoogleraar Sociologie van Arbeid en Organisatie aan de Erasmus Universiteit en kroonlid van de SER. Hij doet onderzoek naar veranderingen in het sociaal beleid (arbeidsmarkt, gezondheidszorg, sociale zekerheid) in Europese verzorgingsstaten. Recent publiceerde hij *The transformation of Solidarity. Changing Risks and the Future of the Welfare State* (Amsterdam, AUP 2012).



© eigen collectie

## S. Romke van der Veen en Monique Leyenaar

### Politiek bestuur in een gehorizontaliseerde samenleving

**E**en kernwaarde van een democratisch politiek systeem is dat burgers zeggenschap hebben over de politieke besluitvorming. Sinds het ontstaan van de Griekse stadsstaten is er discussie over hoeveel zeggenschap en op welke wijze. Hedendaagse democratieën worden gekenmerkt door een systeem van representatieve (partijen) vertegenwoordiging, waarin de invloed van burgers zich beperkt tot het periodiek kiezen van vertegenwoordigers. Opvallend is nu dat, sinds de invoering van het actief en passief kiesrecht van vrouwen en mannen (1917-1919), het politieke systeem in Nederland vrijwel niet veranderd is, terwijl de samenleving ingrijpende veranderingen heeft ondergaan. Denk bijvoorbeeld aan individualisering, egalisering en ontideologisering, maar ook aan het gebruik van

informatie- en communicatietechnologieën en de prominente rol van de media. De samenleving is *gehorizontaliseerd*: gezagsverhoudingen zijn verdwenen en vervangen door netwerkrelaties; burgers beschikken over meer kennis en zijn mondiger: monitoren en eisen vaker verantwoording. Het politieke bestuur echter is nog steeds verticaal georganiseerd en is – met name op nationaal niveau – niet geneigd zich aan te passen aan deze nieuwe realiteit. Recent onderzoek laat zien dat tussen de 70 en 80 procent van de Nederlanders voorstander is van een referendum of van een gekozen burgemeester en rond de 60 procent vindt dat burgers meer inspraak moeten krijgen en is bereid actie te ondernemen tegen een onrechtvaardige wet (SCP, NKO). Een minder bekende vorm van burgerparticipatie is de burgerjury: een

groep burgers die een dwarsdoorsnede van de groep belanghebbenden vormt (via een random steekproef benaderd en vervolgens op basis van relevante achtergrondcriteria samengesteld), van objectieve informatie wordt voorzien, met elkaar één of meerdere dagen delibereert over een politiek probleem dat een oplossing behoeft en dan tot een weloverwogen besluit komt dat al dan niet door de gekozen vertegenwoordigers wordt overgenomen. Ervaringen met dergelijke burgerjury's leren ons dat de deelnemers niet alleen zeer betrokken zijn, maar ook zeer goed in staat zijn om (collectieve) belangen af te wegen en soms ook met nieuwe gezichtspunten en/of oplossingen te komen waaraan politici niet hadden gedacht. Bovendien voelt men zich serieus genomen door de politiek, hetgeen een positief effect heeft op het vertrouwen. Maar in plaats van deze participatievormen te omarmen, wijst het politiek bestuur deze af en keren burgers, nog vaker en nog meer, zich van de politiek af. ●

**Monique Leyenaar** is hoogleraar Vergelijkende Politicologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen, lid van de Kiesraad en lid van de Raad voor het Openbaar Bestuur. Zij houdt zich bezig met onderzoek naar politieke vernieuwing en naar de deelname van burgers aan de politieke besluitvorming op nationaal en decentraal niveau. Politieke vernieuwingen zijn bijvoorbeeld de hervorming van kiesstelsels, het direct kiezen van politieke bestuurders en het introduceren van burgerjury's.



© Frank van Driel

## STELLING

Investeren in door nieuwsgierigheid gedreven onderzoek is essentieel voor een vooruitstrevende maatschappij.

### De meest elementaire bouwstenen

**A**ls mens zijn we geïnteresseerd in het begrijpen van de natuur om ons heen. Wanneer we de bouwstenen van de natuur en de wetten waaraan deze voldoen beter begrijpen, dan kunnen we uiteindelijk ook beter deze kennis toepassen. We zijn los van mogelijke toepassingen ook geïnteresseerd in de vraag: waar komt dit alles vandaan? Hoe zijn al de bouwstenen en krachten daartussen ontstaan? En hoe zit het met de ruimte en de tijd? Heeft ons heelal een begin en een einde? Ons wereldbeeld wordt in belangrijke mate bepaald door de wetenschappelijke antwoorden op deze vragen.

De aangeboren nieuwsgierigheid van de mens is de belangrijkste drijfveer achter de wetenschap en technologie. Technologische en wetenschappelijke ontwikkelin-

gen gaan hand in hand: technologie maakt gebruik van de meest actuele wetenschappelijke kennis, en wetenschap is afhankelijk van de technologische mogelijkheden. Bovendien wordt de taal van de wetenschap, bewust of onbewust, sterk beïnvloed door technologische ontwikkelingen. In de negentiende eeuw dacht men mechanistisch na over de natuur, terwijl men in de twintigste eeuw deeltjes als bouwstenen van de natuur ging zien.

Het succes van het standaardmodel van elementaire deeltjes kan worden gezien als de kroon op de twintigste-eeuwse natuurkunde. De ontdekking van het Higgs-deeltje maakt dit model nu compleet. Maar daarmee is de zoektocht naar de bouwstenen van de natuur nog niet voorbij. Waarnemingen aan de kosmos leiden

weer tot nieuwe onbeantwoorde vragen, en wijzen bijvoorbeeld op het bestaan van mysterieuze donkere materie en donkere energie.

In de eenentwintigste eeuw is er opnieuw een verschuiving gaande in het wetenschappelijk denken. Deze omslag hangt samen met de vooruitgang in de informatie- en nanotechnologie. Volgens deze nieuwe kijk op de natuur zijn de meest elementaire bouwstenen niet deeltjes, maar de kleinste eenheden van informatie: bits (of eigenlijk qubits). Het blijkt dat hieruit zowel de ruimte-tijd, als deeltjes en krachten tevoorschijn komen, en met deze benadering kan bovendien donkere energie en donkere materie verklaard worden. •

T. Erik Verlinde en Stan Bentvelsen

**Erik Verlinde** is hoogleraar Theoretische Natuurkunde aan de Universiteit van Amsterdam. Hij werkt aan een nieuwe theorie voor de zwaartekracht en kosmische verschijnselen zoals donkere materie en donkere energie.



© Frank van Driel



## T. Erik Verlinde en Stan Bentvelsen

### Higgs-deeltje: experimenteel bewijs door effectief samenwerken

In de deeltjesversneller op CERN, nabij Genève, is vorig jaar het Higgs-deeltje ontdekt, een nieuwe fundamentele bouwsteen van materie. Hoewel over het bestaan van dit deeltje al lang werd gespeculeerd, betekent de ontdekking ervan de grootste doorbraak in de elementaire deeltjesfysica van de afgelopen veertig jaar.

Theoretici (zoals Veltman en 't Hooft) lieten in de jaren zeventig zien dat het bestaan van het Higgs-deeltje noodzakelijk is voor een consistente beschrijving van het standaardmodel van quarks en leptonen. Dit model beschrijft op uiterst succesvolle wijze het gedrag van deze elementaire deeltjes in hun onderlinge wisselwerkingen, waarvan de wiskundige consistentie is gebaseerd op een aantal abstracte symmetrieën.

Het probleem in de ontwikkeling van het model ontstond toen duidelijk werd dat deze symmetrieën de beschrijving van 'massa' van deeltjes niet toelaat. Het 'Higgs-mechanisme' biedt een oplossing, door deeltjes op een alternatieve, dynamische manier hun massa te laten verkrijgen. Het Higgs-deeltje zelf is een noodzakelijk gevolg van dit idee en zijn bestaan onderbouwt de onderliggende symmetriestructuur van het standaardmodel.

Hoewel de experimentele deeltjesfysici een lange traditie van internationale samenwerking kennen om grootschalig onderzoek mogelijk te maken, is het ontwerp, de bouw en het bedrijven van de LHC deeltjesversneller met de verschillende detectoren volstrekt uniek. De ATLAS detector, die de botsingen van de LHC deeltjes-

versneller registreert, is het resultaat van de samenwerking tussen 174 instituten uit 38 landen. Deze technologisch uiterst complexe detector, met afmetingen van 44 bij 20 meter, is in staat om miljoenen botsingen per seconde nauwkeurig te registreren. Ongeveer drieduizend fysici dragen bij aan dit project, gefascineerd als ze zijn door het Higgs-deeltje en andere fysica van elementaire deeltjes.

Dit samenwerkingsverband, hoewel niet altijd zonder interne wrijving, is effectief door competitie, peer reviews maar bovenal een heldere doelstelling. De ontdekking van het Higgs-deeltje vorig jaar betekent de kroon op het werk van iedereen die erbij betrokken is. ●

Stan Bentvelsen is hoogleraar fysica van elementaire deeltjes aan de Universiteit van Amsterdam. Hij doet onderzoek op het gebied van experimentele deeltjesfysica bij de ATLAS detector op CERN en was betrokken bij de ontdekking van het Higgs-deeltje als projectleider vanuit Nederland.



© Frank van Driel



## STELLING

Sluipwespen zijn een goed modelsysteem om de bouwstenen en evolutie van leren en geheugen te onderzoeken.

### Slimme sluipwespen

**P**lantten worden constant belaagd, zowel boven- als ondergronds. Ze kunnen niet wegrennen voor hun vijanden, maar zijn allesbehalve weerloos. Ze produceren voor hun zelfverdediging niet alleen vraatremmende of giftige stoffen maar kunnen zelfs

Deze sluipwesp leert de planten - geuren terwijl ze haar dodelijke eieren in de bladvreterende rupsen legt



hulptroepen invoeren. Zodra een rups aan een plant vreet, gaat de plant geurstoffen produceren. Deze stoffen 'roepen' de vijand van haar vijand, bijvoorbeeld sluipwespen. Sluipwespen zijn van cruciaal belang bij de biologische bestrijding van insectenplagen.

Maar hoe gebruiken sluipwespen deze toch wel erg variabele plantengeuren? Ze blijken deze geuren (en andere omgevingsfactoren) te kunnen leren. Hoe ze dat doen? Zoals de honden van Pavlov: door associatief leren. De beloning bij sluipwespen is dan het vinden van een geschikte gastheer voor ovipositie (eileg). We hebben – heel spannend – ontdekt dat er natuurlijke variatie is tussen (en binnen) soorten sluipwespen in dit leren. Sommige soorten leren heel snel, andere soorten langzaam. Met drugs en

koudebehandeling kunnen we verschillende geheugens van elkaar onderscheiden (korte- en langetermijngeheugen). We hebben zelfs selectielijnen kunnen maken van 'snelle' en 'langzaam' lerende wespen.

Op moleculair niveau werkt dit leren en geheugen bij insecten hetzelfde als bij de mens. Sluipwespen zijn dus een goed modelsysteem om de bouwstenen en evolutie van leren en geheugen te onderzoeken. Dat is veel moeilijker bij dieren (en mensen) met complexer gedrag. Bovendien hebben we geen proefdieren als ratten en muizen nodig. En we bestuderen het natuurlijke gedrag!

Door sluipwespsoorten te vergelijken op het niveau van hun DNA traceren we de bouwstenen, zoals de genen die bij variatie in leren en geheugenvorming betrokken zijn. Collega 'breinexpert' Hans Smid onderzoekt bovendien hoe

### U. Louise Vet en Hans Smid

en waar het geheugen nu precies werkt in deze uiterst kleine hersenen. Misschien kunnen we straks niet alleen efficiëntere biologische bestrijders afleveren maar ook voor u drugs produceren die uw geheugen verbeteren. •

**Prof. dr. Louise E.M. Vet** is directeur van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) en hoogleraar Evolutionaire Ecologie (Wageningen Universiteit). Zij doet ecologisch onderzoek naar multitrofe interacties.



© Frank van Driel

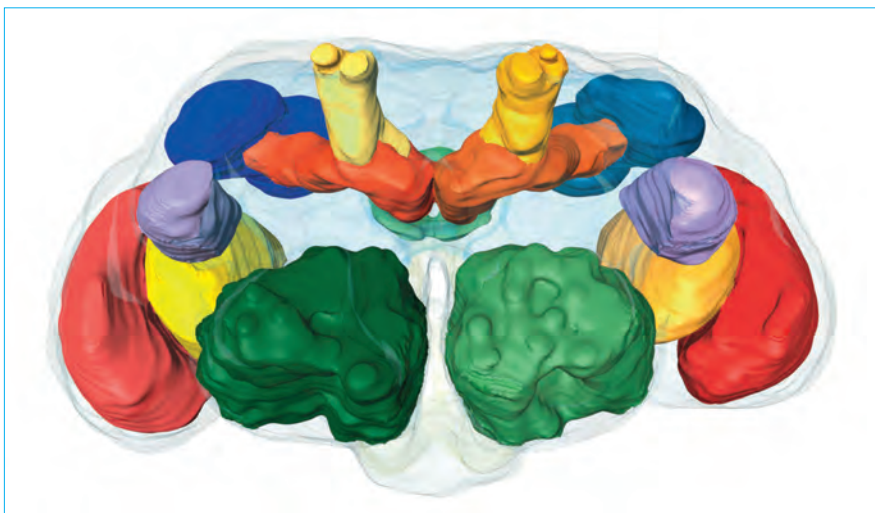
## U. Louise Vet en Hans Smid

### Sterk gespecialiseerde insectenhersenen

Insecten lijken totaal verschillend van mensen, maar ze hebben ook veel met ons gemeen. Een van de meest intrigerende organen van de mens, de hersenen, vind je ook, in miniatuurvorm, in insecten. Insectenhersenen zijn een sprekend voorbeeld van klein maar fijn; met hersenen

van slechts enkele millimeters kan een honingbij buitengewoon complexe taken uitvoeren. Er zijn insecten die nog veel kleiner zijn, zoals sluipwespen, die zijn gespecialiseerd in het parasiteren van insecteneieren. Deze miniatuursluipwespen, die er van een afstandje uitzien als wandelende

Een 3D model van de hersenen van een sluipwesp



stofdeeltjes, kunnen toch complexe gedragsvormen vertonen zoals vliegen, ingewikkeld baltsgedrag, parasiteren, en leren. Hun hersenen zijn in omvang slechts 0,15 mm breed maar nemen wel 10% in van het lichaamsgewicht en verbruiken dus heel veel energie. Deze wespen zijn daarom geëvolueerd om met een minimum aan hersencellen te kunnen overleven. Doordat insecten maar een beperkt aantal hersencellen tot hun beschikking hebben, is hun gedrag en dus ook hun brein sterk gespecialiseerd. Die specialisatie is duidelijk terug te zien in verschillen in de hersenen, bijvoorbeeld tussen rups en vlinder, of tussen vrouwtjes en mannetjes. Op deze manier zijn insecten in staat om met een minimale hoeveelheid bouwstenen verbazingwekkende prestaties te leveren. Gezien het enorme verschil in aantallen hersencellen, zijn de

cognitieve vermogens van een insect eigenlijk minstens zo indrukwekkend als die van een mens. ●

Dr. Hans M. Smid is onderzoeker Leren en geheugen bij insecten en is verbonden aan het laboratorium voor entomologie van de Wageningen Universiteit.



© Frank van Driel

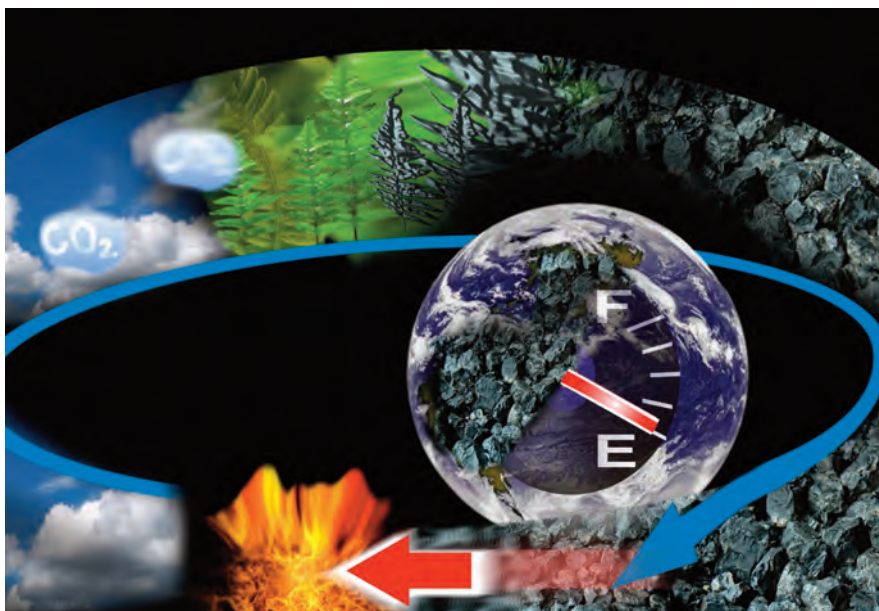
## STELLING

Een duurzame wereld: droom kan werkelijkheid worden met de juiste chemie tussen wetenschap en technologie.

### Fossiele en niet-fossiele bouwstenen

**D**oor de steeds hogere gehalten aan CO<sub>2</sub> in de atmosfeer worden we geconfronteerd met klimaatproblemen. Daarom moeten we op zoek naar duurzamere alternatieven voor het maken van brandstoffen en materialen van

de toekomst. Zonlicht kan hiervoor een belangrijke oplossing bieden. Dit kan indirect door gebruik te maken van biomassa, dat omgezet kan worden naar nieuwe chemische bouwstenen in een zogenaamde bioraffinaderij.



### V. Bert Weckhuysen en Earl Goetheer

Een meer uitdagende oplossing is door CO<sub>2</sub> en water rechtstreeks en efficiënt om te zetten naar de zogenaamde zonnebrandstoffen of *solar fuels*. Op deze manier wordt CO<sub>2</sub> nuttig gebruikt en bootsen we als het ware planten na.

Sommige van deze duurzame routes zijn echter nog technisch en/of economisch onhaalbaar, maar in de tussentijd kunnen we niet stil blijven zitten. Daarom zullen we in de komende decennia blijvend gebruik moeten maken van fossiele grondstoffen, zoals olie, aardgas en steenkool. Dit kan echter alleen maar lukken wanneer we nieuwe wetenschappelijke en technologische doorbraken kunnen realiseren om enerzijds deze fossiele brandstoffen meer efficiënt en schoner te kunnen omzetten, anderzijds door het hierdoor gevormde CO<sub>2</sub> af te vangen en daarna op te slaan.

We gaan dus naar een stapsgewijze verduurzaming van onze samenleving, waarbij hybride vormen van het gebruik van fossiele

en niet-fossiele bouwstenen voor materialen én energie noodzakelijk zijn. Catalyse speelt bij beide routes een cruciale rol. •

**Bert Weckhuysen** is hoogleraar Anorganische Chemie en Catalyse aan de Universiteit Utrecht. Hij werkt aan het fundamenteel begrijpen van de werking en het slijten van katalysatormaterialen door gebruik te maken van spectroscopische technieken. Met deze kennis probeert hij nieuwe of verbeterde katalysatoren te ontwikkelen voor het maken van brandstoffen en materialen uit olie, aardgas, biomassa en zonlicht.



© eigen collectie



## STELLING

Scheiden is lijden, scheiden is leiden.

### Het afvangen van CO<sub>2</sub>

**D**it jaar zijn de CO<sub>2</sub>-gehalten in de atmosfeer gestegen tot boven de 400 ppm. Het is duidelijk dat, als wij doorgaan op de huidige wijze, op termijn grote schade wordt toegebracht aan ons leefmilieu. Het is tijd voor effectieve tegenmaatregelen. Er staat een drietal mogelijkheden voor ons open:

- Energiereductie
- Verduurzaming
- Zo efficiënt en schoon mogelijk gebruik van fossiele brandstoffen

Willen wij de risico's voor klimaatverandering en de bijbehorende impact verkleinen, dan dienen al deze drie mogelijkheden gebruikt te worden. Het afvangen van CO<sub>2</sub> en het vervolgens opslaan hiervan hoort bij de derde optie. 'Carbon Capture, Utilisation and Storage' (CCUS) is noodzakelijk om een drastische

reductie in CO<sub>2</sub>-uitstoot mogelijk te maken bij de grote puntemissies (energiecentrales, staal, cement, chemische industrie). CCUS is allang geen droom meer. De effectiviteit van CCUS wordt al op grote schaal gedemonstreerd.

Echter, voor de echte doorbraak van CCUS is, naast een politieke wil, ook een kostenreductie noodzakelijk. 70 tot 80% van de kosten van CCUS ligt bij het afvangen van CO<sub>2</sub>. Daarvoor werken we bij TNO aan het ontwikkelen van doorbraakprocessen die het mogelijk maken om de kosten voor het afvangen te halveren. Deze processen zijn ook toepasbaar voor het afvangen van CO<sub>2</sub> van op biomassa gestookte centrales, wat leidt tot negatieve CO<sub>2</sub>-emissies. De enige methode om te komen tot een efficiënte wijze

van het afvangen van CO<sub>2</sub> is een holistische benadering tussen chemie en technologie. Samenwerking is dus cruciaal. ●



Dr. ir. Earl Goetheer, principal scientist bij TNO, onderzoekt nieuwe methodes voor het omzetten en scheiden van gasmengsels.



© eigen collectie

## STELLING

**Aladdin en het wonderscherm: slechte slapers kunnen leren slapen met een mobieltje. Maar wat is het geheim van goede slapers?**

### Voorwaarden voor een moeiteloze slaap

Is uw slaap een heerlijke ontspanning, een beloning voor de lange dag? Of is het een gevecht? De combinatie slecht slapen en moeheid overdag is zo mogelijk de meest voorkomende klacht in de wereld en heeft gevolgen voor de economie, het welbevinden, de verkeersveiligheid, en fysieke en mentale gezondheid. Hoe zorg je ervoor dat na een drukke dag, vol met belevenissen en indrukken 'de knop omgaat'? Niet alle voorwaarden voor slaap zijn intuïtief:

*Comfort* Het bed moet uitnodigen. Wordt u, op het moment dat u in bed stapt, overweldigd door het gevoel dat het lekker is om daar te liggen?

*Hou je slaap 'schoon'* Met slaap moet je netjes omspringen. Dat wil zeggen: hou rekening met koffie (halfwaardetijd cafeïne vier

uur!) en alcohol. Hou de slaapkamer leeg: het is de plek waar je slaapt, niet waar je tv kijkt, ruzie maakt of werkt. Doe dat maar ergens anders.

*Slaap liever te kort dan te lang*  
Ga niet, als je slecht slaapt, langer in bed liggen: in plaats van langer slapen ga je namelijk langer wakker liggen. Kort slapen is niet vervelend, maar in bed liggen en niet slapen wel. Lig dus korter in bed. Comprimeer die slaap in een korter tijds kader zodat je die periode in elk geval doorslaapt.

*Pieker niet!* Makkelijker gezegd dan gedaan, toegegeven. Maar je kunt proberen met jezelf af te spreken dat je overdag piekert. 's Avonds kun je dan tegen jezelf zeggen: morgenmiddag mag ik weer, nu ga ik eerst lekker slapen.

## W. Ysbrand van der Werf en Robbert-Jan Beun

Al het bovenstaande geldt voor slechte slapers. Goede slapers mogen zondigen tegen al deze regels. Dat betekent dat er mechanismen moeten zijn die we nog niet goed begrijpen. Wat ik zou willen weten aan tafel: hoe doet u het? Wat is uw geheim? Vertel mij uw geheim en ik zal het wereldkundig maken! ●

Ysbrand van der Werf is verbonden aan het Nederlands Herseninstituut en VU medisch centrum in Amsterdam; hij onderzoekt slaap in relatie tot cognitie en neurologische of psychiatrische aandoeningen. Meewerken aan onderzoek? [www.slaapregister.nl](http://www.slaapregister.nl)



© Frank van Driel



## W. Ysbrand van der Werf en Robbert-Jan Beun

### Een virtuele slaapcoach

**E**en van de meest bekende technologische middelen om ons gedrag te veranderen is waarschijnlijk de wekker die naast ons bed staat. We kunnen een wekker beschouwen als een persuasief gereedschap dat de gebruiker helpt om wakker te worden en hem of haar eraan herinnert op te staan. Voor veel mensen werkt dat gereedschap prima, maar voor diegenen die last hebben van een slaapstoornis geeft een wekker nauwelijks ondersteuning om met die stoornis om te gaan.

Ruim 15% van de westerse bevolking heeft een slaapstoornis, zoals 's avonds moeilijk in slaap vallen of 's nachts langdurig wakker liggen. Slaapstoornissen hebben grote gevolgen voor individu en maatschappij en worden tegenwoordig zelfs in verband gebracht met een verhoogde

kans op hartaandoeningen en reumatoïde artritis.

Afhankelijk van het type stoornis kan deze op verschillende manieren worden behandeld. Voor korte periodes van slapeloosheid kan bijvoorbeeld medicatie worden gebruikt, maar voor langdurige verbetering wordt vooral cognitieve gedragstherapie (CGT) toegepast. CGT is erop gericht om via oefeningen gedragsveranderingen te bewerkstelligen en gedachten te onderdrukken die de slaap verstoren. CGT vergt intensieve oefening van patiënten en begeleiding van deskundige therapeuten.

In samenwerking met de Technische Universiteit Delft, ontwikkelen onderzoekers van Universiteit Utrecht een virtuele mobiele coach voor slaaptherapie op basis

van de laatste inzichten op het gebied van slaap en persuasieve technologie. Deze technologie is bedoeld om het gedrag van mensen te veranderen, denk aan de wekker hierboven. De virtuele coach gedraagt zich als een eenvoudige therapeut die oefeningen op maat aanbiedt. De bouwstenen van dit systeem worden ook wel 'agents' genoemd; dat zijn relatief onafhankelijke softwaremodules die ieder een eigen intelligentie bezitten en zich naar buiten toe presenteren als een geheel. Je hoeft je mobieltje maar aan te raken en daar is hij: je virtuele slaapcoach.

Voor meer informatie, ga naar [www.ikgalekkerslapen.nl](http://www.ikgalekkerslapen.nl).

**Robbert-Jan Beun** is verbonden aan het departement Informatica van de Universiteit Utrecht, waar hij de rol van communicatie onderzoekt in virtuele coachingsystemen.



© Frank van Driel

## STELLING

Goede bacteriën zijn de sleutel tot een goede gezondheid.

### DNA-bouwstenen en niet-erfelijke factoren bij ziekten

**B**ijna iedereen krijgt tijdens zijn of haar leven te maken met chronische en ouderdomsziekten zoals reuma, diabetes, astma, depressie, migraine, et cetera. Deze ziekten ontstaan door een ingewikkeld samenspel tussen heel erg veel verschillende erfelijke factoren (DNA-bouwstenen) en niet-genetische factoren. Zo is de manier waarop wij leven van grote invloed op deze ziekten. Een deel van de chronische en ouderdomsziekten worden dan ook wel welvaartsziekten genoemd. Nieuwe technologische ontwikkelingen hebben ons in staat gesteld het gehele erfelijke materiaal van ongeveer drie miljard DNA-bouwstenen van grote groepen patiënten met dat van niet-patiënten te vergelijken en daarmee hebben we honderden erfelijke factoren geïdentificeerd. Deze factoren helpen ons om

inzicht te krijgen in de ontstaansmechanismen van chronische en ouderdomsziekten: we ontdekken heel langzaam wat er precies misgaat in de regelmechanismen van onze cellen en organen. Om deze inzichten te verwerven combineren we genetisch onderzoek met slimme bio-informatica en meer fundamenteel onderzoek. Daarnaast maken we gebruik van grote biobanken zoals LifeLines, een grote populatiestudie waarin 165.000 mensen gedurende dertig jaar worden gevolgd. Door mensen door de tijd te volgen krijgen we ook inzicht in de rol van andere, niet-genetische factoren. Met name mensen die genetisch gezien een hoog risico lopen ziek te worden maar toch gezond blijven, zijn interessant voor het vinden van factoren waarmee ziekten mogelijk kunnen worden voor-

komen. Een interessante niet-genetische factor die steeds belangrijker lijkt te worden in het hele proces van ziekte en gezondheid, wordt gevormd door de bacteriën die we allemaal met ons meedragen in ons maag-darm kanaal. Deze bacteriën spelen onder andere een belangrijke rol in de verwerking van ons voedsel, maar blijken ook een modulerende rol te hebben op ons immuunsysteem en talloze andere processen in het lichaam. •

## X. Cisca Wijmenga en Remco Kort

Cisca Wijmenga is hoogleraar humane genetica aan de Universiteit van Groningen/UMCG. Zij onderzoekt welke erfelijke factoren een rol spelen in chronische en ouderdomsziekten, en op welke manier omgevingsfactoren daar een rol in spelen.



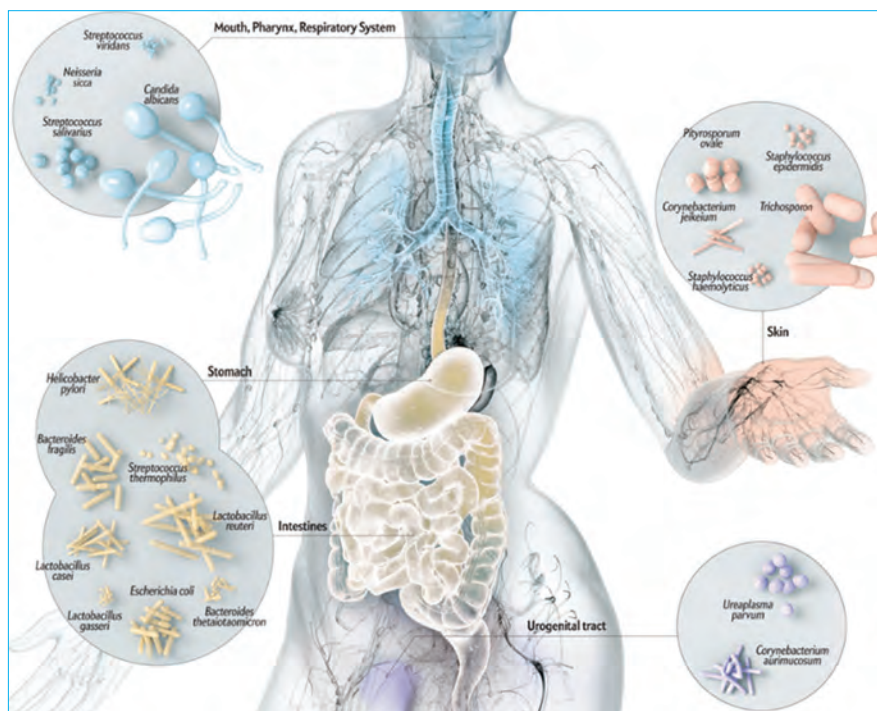
© Frank van Driel

## X. Cisca Wijmenga en Remco Kort

### De toepassing van antibiotica en alternatieven

**B**acteriën zijn belangrijke bouwstenen. Ons lichaam bevat tienmaal meer bacteriën dan menselijke cellen. Vanaf het moment dat we worden geboren,

worden we bevolkt door bacteriën, die de inheemse flora van ons lichaam vormen. De mens beschikt over een verzameling barrières om bacteriën buiten de



deur te houden, maar faciliteert ook de kolonisatie van specifieke bacteriële soorten op plaatsen waar zij nuttig kunnen zijn, zoals op de huid, in de vagina, de neusholte, de mond, en met name in onze darmen. Daar helpen zij bij de spijsvertering, trainen zij ons immuunsysteem, produceren vitamines, en voorkomen de groei van ziekteverwekkende bacteriën. De toepassing van antibiotica heeft tot op heden geleid tot een effectieve bestrijding van de meeste infectieziekten, waarbij onze inheemse microflora echter niet ongeschonden uit de strijd is gekomen. De verhoogde incidentie van auto-immuunziekten, zoals eczeem, astma en allergiën in het Westen wordt in verband gebracht met de verandering van onze microflora als gevolg van antibioticagebruik. In mijn onderzoek richt ik mij op de ontwikkeling van alternatieve methoden, waarbij we in een aantal gevallen mogelijk gericht infectieziekten

De humane microflora  
(Bryan Christie Design, NY, USA)

kunnen voorkomen of genezen, zoals door de inzet van 'goede' bacteriën, die net zoals antibiotica een dodelijk of groei-remmend effect hebben op ziekteverwekkende bacteriën. •

**Remco Kort** is onderzoeker bij TNO en houder van de bijzondere leerstoel Microbial Genomics aan de Vrije Universiteit van Amsterdam. Hij is moleculair microbioloog op het gebied van voeding en gezondheid en heeft als missie de inzet van bacteriën ter bevordering van de gezondheid van de mens.



© Frank van Driel

## STELLING

De arbeidsmarkt vraagt om nieuwe arrangementen, waarvoor samenwerking tussen bedrijven, overheden en kennisinstellingen vereist is – met speciale aandacht voor laaggeschoolden.

### Social innovation op de arbeidsmarkt

Vanuit Europese waarden is in het EU-verdrag een Europese 'belofte' opgenomen (art. 2-3): het streven naar een sterk concurrerende markteconomie, met volledige werkgelegenheid, een hoog niveau van bescherming en sociale cohesie. Hoe deze mix te bereiken? Dat gaat niet vanzelf. *Social innovation* is nodig om een *positive sum game* te ontwerpen en zero of zelfs *negative sum games* te vermijden tussen aan de ene kant dynamiek, flexibiliteit en efficiency en aan de andere kant sociale cohesie, bescherming en zekerheden. Dat speelt zeker op het terrein van de arbeidsmarkt. De kwaliteit, inzetbaarheid en allocatie van menselijk kapitaal is de achilleshiel van de vergrijzende Europese economieën. Mensen zelf lopen het risico werk- en inkomenszekerheid te verliezen of niet meer in staat te zijn werk

en privé te combineren. De arbeidsmarkt is verre van 'perfect', zoals diverse Nobelprijswinnaars hebben aangetoond. Om die reden is een sociaal-innovatief redesign nodig van bestaande arbeidsmarktinstituties, alsmede het ontwerp van nieuwe arrangementen. Doel daarvan is om economisch potentieel en menselijk potentieel hand in hand door te ontwikkelen. Dit ontwerp dient een coproductie te zijn van bedrijven, (lokale) overheden en kennisinstellingen, zoals universiteiten. Deze samenwerkingsvorm wordt inmiddels aangeduid als de *Triple Helix*.

Hoe kan de wetenschap met andere partijen door middel van kennisvalorisatie en participatie in duurzame samenwerkingsverbanden een substantiële bijdrage leveren aan *social innovation* op de arbeidsmarkt, en invloed heb-

ben op de successen en dilemma's waarmee dit gepaard gaat?

Voor universiteiten is kennisvalorisatie niet alleen een kans, maar ook een maatschappelijke verantwoordelijkheid. ●

Ton Wilthagen is hoogleraar Institutioneel-juridische aspecten van de arbeidsmarkt in nationaal en internationaal perspectief aan de juridische faculteit van de Universiteit van Tilburg in de Vakgroep Sociaal Recht en Sociale Politiek. Hij is directeur van onderzoeksinstituut ReflecT, lid van SER-commissies over sociale innovatie en jongeren, en bestuurslid van de Stichting ePortfolio Support.



© eigen collectie



## Y. Ton Wilthagen en Paulien Bongers

### Flexibilisering, motivatie, kwalificatie

**B**edrijven hebben externe flexibilisering nodig om wendbaar te zijn en om actief op korte en lange termijn op fluctuaties in de vraag te kunnen reageren. Als ze dat op een strategische manier doen (partnerschappen, poolvorming, detachering) én slim combineren met interne flexibiliteit (voldoende breed inzetbaar en zelfsturend personeel) dan kan dat zowel voor bedrijf (ruimte voor innovatie) als voor betrokken werknemers goed zijn (kans op werk en ervaring, kans op ontwikkelen competenties). Als ze externe flexibiliteit echter inzetten om risico's te mijden en puur op lage kosten te concurreren, dan kan dit werken als een neerwaartse spiraal, waarin de druk op kosten steeds groter wordt en er geen aandacht (meer) is voor vernieuwing van producten en diensten of werkprocessen.

Met nadelige effecten voor bedrijf (overleven ze?) en personeel (onzekerheid, werkdruk en gebrek aan ontwikkelmogelijkheden).

Bovendien verdienen de laagopgeleiden bijzondere aandacht. Duurzame inzetbaarheid kent twee hoofdpijlers: motivatie en kwalificatie. Zonder motivatie verouderen kwalificaties een stuk rapper en zonder kwalificaties verdwijnt motivatie. Onder kwalificaties verstaan we ook de fysieke en mentale gezondheid. Je hebt vier bouwstenen om kwalificatie- en motivatieveroudering te doorbreken: ontwikkeling, mobiliteit, taakontwerp en gezondheid. Onderzoek laat zien dat laaggeschoolden alle vier deze bouwstenen significant minder vaak benutten dan hooggeschoolden (minder trainingsdeelname, minder mobiliteit, minder bezig met

veranderingen in de eigen baan of taken en minder werken aan de eigen gezondheid), terwijl juist de laaggeschoolden een kwetsbare inzetbaarheid hebben. Bovendien zitten laaggeschoolden ook nog eens vaak in de ongezondere flexibele banen met beperkte leer mogelijkheden. Langer doorwerken vormt dus vooral voor laaggeschoolden een forse uitdaging (en daarmee ook voor bedrijven met veel laaggeschoolden in dienst). TNO ontwikkelt met partners oplossingen voor grootschaliger gebruik van de verschillende 'bouwstenen' voor verduurzaming van de productiviteit en innovatiekracht van laag- en hoogopgeleiden om zo bij te dragen aan vitaliteit en ontwikkeling van mens, bedrijf en regio. •

Paulien Bongers is Innovatie-directeur Arbeid bij TNO en bijzonder hoogleraar Arbeid en gezondheid aan het VUmc. Het Innovatiegebied Arbeid bij TNO houdt zich bezig met 'evidence based' oplossingen op het gebied van 'gezond en veilig werken', 'arbeidsparticipatie en duurzame inzetbaarheid' en 'innovatie en arbeidsproductiviteit'.



© www.ericdevries.com







---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---