

# Wetenschap- pelijke parels

**Het belangrijkste wetenschappelijke nieuws  
volgens 193 'briljante geesten'**

Samengesteld door John Brockman

Vertaling onder redactie van Frits van der Waa en Henny Corver

Vertaald door

Agaath Diemel, Annemie de Vries, Annoesjka Oostindiër, Arjanne van Luipen,  
Bernadette Delfgaauw, Catalien van Paassen, Dieuwke van der Veen, Erica Feberwee,  
Frits van der Waa, Henny Corver, Herman te Loo, Ineke van den Elskamp, Ineke Veldink,  
Jaap Verschoor, Jan van den Berg, Jan Willem Reitsma, Jeske Nelissen,  
Jolande van der Klis, Joost Mulder, Joris Vermeulen, Josephine Ruitenbergh, Klaske Kamstra,  
Marianne Hoogenboom, Marianne Palm, Marieke van Muijden, Marjolein Meinderts,  
Marlies van der Wal, Merel Leene, Miebeth van Horn, Mieke Groot,  
Nannie de Nijs Bik-Plasman, Nico Groen, Nicole Seegers, Patty Adelaar, Paul Heijman,  
Piet Dal, Pon Ruiter, René van Veen, Ronald Jonkers, Ronnie Boley, Tracey Drost-Plegt,  
Willem van Paassen, Wilma Chappin-Berndsen, Wilma Paalman, Yolande Samwel

# Inhoud

**JOHN BROCKMAN**

Inleiding: De Edge-vraag 21

**STEVEN PINKER**

De menselijke vooruitgang gekwantificeerd 23

**FREEMAN DYSON**

Meer doen met minder 27

**KURT GRAY**

De 'uitzonderlijkheid' van de mensheid 29

**STUART PIMM**

J.M. Bergoglio's rapport uit 2015 over de mondiale ecologie 31

**LAURENCE C. SMITH**

Lekkend, slinkend, schuivend ijs 34

**ROBERT TRIVERS**

Gletsjers 37

**JENNIFER JACQUET**

Onze collectieve blinde vlek 38

**BILL JOY**

Drie wetenschappelijke doorbraken  
om CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen 40

**JAMES CROAK**

Power 44

**HANS-ULRICH OBRIST**

Kom in actie 46

**KOO JEONG A**

Een brug tussen de eenentwintigste  
en tweeëntwintigste eeuw 49

**RICHARD MULLER**

De grootste milieuramp 50

**SCOTT SAMPSON**

Technobiofiele steden 53

**CARL B. PAGE**

Koude kernfusie maakt fossiele brandstoffen overbodig 56

**JUNE GRUBER**

Emoties, leefomgeving en welzijn 60

**MILFORD H. WOLPOFF**

Waarom de zoveelste opwarming van de aarde  
de mensheid nu wel bedreigt 62

**GIULIO BOCCALETTI**

Blauwe knikker 2.0 65

**TOR NØRRETRANDERS**

Hightech stenen tijdperk 69

**RORY SUTHERLAND**

De dematerialisatie van de consumptie 72

**BRUCE PARKER**

Mogelijk gemaakt door de wetenschap 74

**DUSTIN YELLIN**

Het brein is een vreemde planeet 76

**DONALD D. HOFFMAN**

De teloorgang van de ruimtetijd 78

**ANTONY GARRETT LISI**

Het nieuws dat er niet was 81

**LEE SMOLIN**

Geen nieuws is verbluffend nieuws 83

**SETH LLOYD**

Honderd jaar mislukkingen 86

**GERALD HOLTON**

Een onverwacht, opdringerig signaal 90

**LEONARD SUSSKIND**

Nieuws over hoe de fysieke wereld werkt 91

**FRANK TIPLER**

Ongepubliceerde implicaties van hawkingstraling 93

**ANDREI LINDE**

De energie van het niets 96

**PAUL J. STEINHARDT**

De oerknal: we zaten er compleet naast 99

**STEPHON H. ALEXANDER**

Anomalieën 102

**BRIAN G. KEATING**

Op zoek in het donker 105

**NEIL TUROK**

Eenvoud 108

**PETER HAGOORT**

It is the facts, stupid 111

**GORDON KANE**

De Large Hadron Collider werkt op volle kracht 113

**STEVE GIDDINGS**

Nieuw onderzoek naar Einsteins gekromde  
ruimtetijd – en daar voorbij? 115

**CARLO ROVELLI**

Gigantische zwarte gaten in het centrum van  
melkwegstelsels 118

**RUDY RUCKER**

Het universum is oneindig 119

**PAUL DAVIES**

Advanced LIGO en Advanced Virgo 121

**FRANK WILCZEK**

Het nieuws is niet het nieuws 123

**SEAN CARROLL**

We kennen alle deeltjes en krachten waaruit we bestaan 125

**AMANDA GEFTER**

Computationele complexiteit en de  
ware aard van de werkelijkheid 128

**HANS HALVORSON**

Einstein had het mis 132

**ANTON ZEILINGER**

Kwantumverstrengeling is onafhankelijk van ruimte en tijd 135

**LISA RANDALL**

Doorbraken gaan deel uitmaken van de cultuur 138

**ROBERT PROVINE**

Ruimteverkenningen in oude en nieuwe stijl 141

**NICHOLAS A. CHRISTAKIS**

Pluto is de zoveelste mijlpaal 142

**GREGORY BENFORD**

Eerst Pluto, en dan 550 AE van de zon 145

**LAWRENCE M. KRAUSS**

Een verrassing van het heelal, dicht bij huis 148

**GEORGE DYSON**

Vorderingen in de rakettechniek 151

**PETER SCHWARTZ**

Het ruimtetijdperk is eindelijk gestart...  
en weer veilig geland 153

**SCOTT AARONSON**

Hoe ver moeten we om ons heen kijken? 156

**JOHN NAUGHTON**

Een nieuw algoritme dat laat zien wat  
computers wel en niet kunnen 159

**MARK PAGEL**

Designermensen 161

**ROGER HIGHFIELD**

Cellulaire alchemie 163

**PAUL DOLAN**

Het programmeren van DNA 166

**DAVID HAIG**

Menselijke chimere 168

**JOHN TOOBY**

De wedloop tussen genetische rampspoed  
en sleutelen aan de kiemlijn 169

**ROBERT KURZBAN**

De niet-aflatende strijd tegen pathogenen 173

**AUBREY DE GREY**

De antibiotica zijn dood – lang leve de antibiotica! 175

**ERIC TOPOL**

De 6 miljard letters van ons genoom 177

**STUART A. KAUFFMAN**

Systeemgeneeskunde 180

**SIMON BARON-COHEN**

Hersens kweken in een schaal? 182

**STEWART BRAND**

De ‘zelfsturende’ genen komen eraan 185

**JUAN ENRÍQUEZ**

Divergerend leven 188

**STUART FIRESTEIN**

Absoluut nieuwswaardig 191

**W. TECUMSEH FITCH**

Paleo-DNA en de-extinctie 193

**MAX TEGMARK**

De urgentie van de inhaalrace van de wijsheid 197

**YURI MILNER**

Tabby’s Ster 201

**DAVID CHRISTIAN**

Buitenaardse wezens landen niet op aarde! 203

**ESTHER QUAEDACKERS**

(Vrijwel) alles of niets? 206

**ANDRIAN KREYE**

We zijn niet uniek, maar wel heel erg alleen 209

**MARTIN J. REES**

Breakthrough Listen 211

**MICHAEL I. NORTON**

Er is (al) leven op Mars 214

**CHRIS J. ANDERSON**

De adembenemende toekomst van een verbonden wereld 216

**JOSCHA BACH**

Alles is computatie 218

**PAMELA MCCORDUCK**

Identificatie van de principes, of mogelijk  
de wetten, van intelligentie 221

**NOGA ARIKHA**

Neuronieuws 224

**PAMELA ROSENKRANZ**

Microbiële aantrekkingskracht 226

**MATT RIDLEY**

De epidemie van afwezigheid 229

**NINA JABLONSKI**

Beestjes, beestjes, allemaal beestjes 231

**JOICHI ITO**

Fecale microbiotatransplantatie 234

**ALAN ALDA**

Hoi, jongens 237

**DIRK HELBING**

De antidemocratische trend 239

**QUENTIN HARDY**

Het kennistijdperk 242



**NATHALIE NAHAI**

Persoonlijkheidsonderzoek op grote schaal 244

**CHARLES SEIFE**

De onderwerping van de menselijke maat 246

**MARGARET LEVI**

Big data en beter bestuur 248

**ROGER SCHANK**

Die irritante reclames? Een goed voorteken 250

**THALIA WHEATLEY**

Biologie versus keuze 253

**GLORIA ORIGGI**

Samen slecht zijn loont ook 255

**ELLEN WINNER**

De crisis van de psychologie 257

**JUDITH RICH HARRIS**

De warigheid van wetenschappelijk onderzoek 258

**GARY KLEIN**

Verblind door data 261

**PHILIP TETLOCK**

De epistemische ravage van de zachte psychologie 265

**PAUL BLOOM**

De wetenschap zelf 267

**NICHOLAS HUMPHREY**

Rommelwetenschap 268

**JONATHAN SCHOOLER**

Het prille stadium van de metawetenschap 270

**RICHARD NISBETT**

De ontgoocheling en onvrede van arme blanke Amerikanen 274

**S. ABBAS RAZA**

De ongelijkheid van welvaart: een ontspoord proces 277

**PETER GABRIEL**

Het tijdperk van zichtbare gedachten 279

**HOWARD GARDNER**

Onze veranderende opvattingen over  
wat het betekent om mens te zijn 282

**KAI KRAUSE**

Complete hoofdtransplantaties 284

**REBECCA NEWBERGER GOLDSTEIN**

De genderkleuring van genialiteit 287

**GINO SEGRÈ**

Diversiteit in de wetenschap 291

**MICHAEL SHERMER**

De democratisering van de wetenschap 293

**SHEIZAF RAFAELI**

Nieuws over wetenschapsnieuws 295

**TANIA LOMBROZO**

Hoe de reikwijdte van de wetenschap steeds breder wordt 298

**NIGEL GOLDENFELD**

Q-Bio 300

**CLIFFORD PICKOVER**

Wiskunde en werkelijkheid 303

**JOHAN VAN LEEUWAARDEN**

Bolstapelingen in de wiskunde 305

**KEVIN KELLY**

Synthetisch leren 308

**KEITH DEVLIN**

Een werkelijke wetenschap van het leren 310

**JOHN C. MATHER**

Bayesian Program Learning, of: Wanneer zal mijn digitale  
assistent snappen wat ik wil? 314

**JAEWEON CHO**

FSG (fecesstandaardgeld) 316

**JIM HOLT**

De ironie van de hogere rekenkunde 318

**MICHAEL VASSAR**

Platzak, en toch op straat slingerende  
briefjes van twintig negeren 320

**DAVID G. MYERS**

We zijn bang voor de verkeerde dingen 323

**GERD GIGERENZER**

Leven in angst voor terrorisme 325

**STEVEN R. QUARTZ**

De wereld is er niet zo erg aan toe als je denkt 327

**ED REGIS**

Het gezonde dieet op z'n kop 330

**PETER TURCHIN**

Vet eten is goed voor je 332

**JONATHAN HAIDT**

Partijpolitieke vijandschap 335

**STEPHEN P. STICH**

Cognitieve wetenschappen hervormen de moraalfilosofie 338

**OLIVER SCOTT CURRY**

Ethiek is van vlees en bloed 341

**JAMES J. O'DONNELL**

Mensen doden omdat het gerechtvaardigd is 343

**ZIYAD MARAR**

Interdisciplinair onderzoek binnen de sociale wetenschappen 345

**ADAM ALTER**

Intellectuele convergentie 348

**TIMOTHY TAYLOR**

Wapentechnologie als motor voor de evolutie van de mens 350

**BUDDHINI SAMARASINGHE**

Het immuunsysteem: een Grote Verenigende  
Theorie voor biomedisch onderzoek 355

**MICHAEL E. HOCHBERG**

Hoe wapenen we onze natuurlijke afweer tegen kanker? 358

**TODD C. SACKTOR**

Kankermedicijnen voor hersenziekten 361

**GEORGE JOHNSON**

Het krachtigste carcinogeen zou  
weleens entropie kunnen zijn 364

**A.C. GRAYLING**

De neergang van kanker 365

**DAVID M. BUSS**

De relatiemarktcrisis bij hoogopgeleide vrouwen 366

**JARED DIAMOND**

De belangrijkste X... Y... Z... 370

**HELEN FISHER**

De verslaving aller verslavingen 371

**CHRISTIAN KEYSERS**

Optogenetica 373

**TERRENCE J. SEJNOWSKI**

De stand van zaken in de hersenwetenschap 375

**GEORGE CHURCH**

Noötropisch neurale nieuws 378

**KATE JEFFERY**

Het geheugen is een labiele constructie 381

**STEPHEN M. KOSSLYN**

Je bent steeds weer nieuw 384

**ALISON GOPNIK**

Peuters kunnen computeren 386

**LISA FELDMAN BARRETT**

Het voorspellende brein 389

**ALUN ANDERSON**

Een nieuwe beeldvormingstechniek 391

**PAUL SAFFO**

Sensoren: tempoversnelling van  
wetenschappelijke ontdekkingen 393

**SYED TASNIM RAZA**

3D-printen op medisch gebied 396

**BRIAN KNUTSON**

Diepe wetenschap 398

**ALEX (SANDY) PENTLAND**

Een wereld die telt 401

**NEIL GERSHENFELD**

De werkelijkheid programmeren 404

**N.J. ENFIELD**

Wijzen is een eerste vereiste voor taal 406

**EDUARDO SALCEDO-ALBARÁN**

Macrocriminele netwerken 408

**THOMAS METZINGER**

Virtuele realiteit wordt mainstream 410

**TIMO HANNAY**

De twee getijdenbewegingen van verandering 413

**ANDY CLARK**

Deep learning in beeld gebracht 415

**JAMSHED BHARUCHA**

Het neurale netwerk reloaded 417

**DAVID DALRYMPLE**

Differentieerbaar programmeren 420

**STEVE OMOHUNDRO**

Deep learning, semantiek en maatschappij 423

**THOMAS A. BASS**

Ons bionische ik 426

**DOUGLAS RUSHKOFF**

Wetenschap en afwijzing 428

**RODNEY A. BROOKS**

Een nieuwe kijk op kunstmatige intelligentie 430

**LUC STEELS**

Artificiële intelligentie is de onschuld voorbij 433

**ALEXANDER WISSNER-GROSS**

Datasets, geen algoritmen 436

**ABIGAIL MARSH**

Neuropredictie 439

**JOEL GOLD**

De dunne scheidslijn tussen een zieke en een gezonde geest 441

**ARA NORENZAYAN**

Geloofsdiversiteit 444

**GREGORY PAUL**

De moderniteit is aan het winnen 447

**MICHAEL MCCULLOUGH**

Religiositeit zit grotendeels onder de gordel 450

**LUCA DE BIASE**

Een wetenschap van de consequenties 454

**DAVID BERREBY**

Bouwen aan een maatschappij zonder ‘etnische meerderheid’ 457

**IRENE PEPPERBERG**

Onderlinge verbondenheid 461

**LINDA WILBRECHT**

Achterstelling in de vroege jeugd en collectieve resultaten 463

**MARY CATHERINE BATESON**

We lopen nog steeds achter 467

**DANIEL GOLEMAN**

Neurohacking, handafdrukken en empathietekort 469

**DIANA REISS**

Laat de drones maar komen 471

**SUSAN BLACKMORE**

Die jurk 473

**ERIC R. WEINSTEIN**

Antropisch kapitalisme en de nieuwe gimmick-economie 476

**GREGORY COCHRAN**

De herkomst van Europeanen 480

**HAZEL ROSE MARKUS**

De platinaregel: compact, zwaar, maar de moeite waard 482

**JOHN MCWHORTER**

Wennen aan gevederde dinosaurussen 485

**LAURA BETZIG**

Mensen zijn dieren 488

**DIANA DEUTSCH**

De levensduur van nieuws 490

**SAMUEL ARBESMAN**

Weersvoorspellingen zijn stilletjesaan beter geworden 492

**BRIAN CHRISTIAN**

Het woord: eerst als kunst, dan als wetenschap 494

**VICTORIA WYATT**

Het samengaan van beelden en technologie 497

**CHRISTINE FINN**

Mindful overeenstemming 501

**JOSÉ KERSTHOLT**

Beter beslissen door mindfulness 503



**ERNST PÖPPEL**

Carpe diem 506

**ELIZABETH WRIGLEY-FIELD**

Integratie van niveaus van menselijke variatie 509

**STEVE FULLER**

Vraagtekens bij de waarde van een universitaire opleiding 511

**MAXIMILIAN SCHICH**

De hermeneutische hypercyclus 514

**MELANIE SWAN**

Heroverweging van gezag met de  
cryptoverlichting van blockchains 517

**ROBERT SAPOLSKY**

Slotakkoord: Wie weet komen we allemaal  
gruwelijk aan ons eind 520

Noten 525

Register 527

# Inleiding: De Edge-vraag

**John Brockman**

Uitgever van *Edge*

Wetenschappelijke onderwerpen die de laatste paar jaar veel aandacht hebben gekregen in dagbladen en tijdschriften zijn onder andere moleculaire biologie, kunstmatige intelligentie, kunstmatig leven, chaostheorie, computatie met massief parallelisme, neurale netwerken, het uitdijend heelal, fractalen, complexe adaptieve systemen, superstringtheorie, biodiversiteit, nanotechnologie, het menselijk genoom, expertsystemen, onderbroken evenwicht in de evolutie, cellulaire automaten, fuzzy logic, biosferen in de ruimte, de Gaia-hypothese, virtuele realiteit, cyberspace, computers met teraflopcapaciteit...

Anders dan bij eerdere intellectuele ondernemingen zijn de resultaten van de derde cultuur niet het twistzieke grommel in de marge vanuit de ivoren toren; nee, ze zullen het leven van alles en iedereen op onze planeet gaan beïnvloeden.

21

Je denkt misschien dat de bovenstaande opsomming van onderwerpen de opmaat vormt voor de Edge-vraag van 2016, maar dan zit je eraan. Ze stond centraal in mijn essay 'The Third Culture', verschenen in de *Los Angeles Times* van 19 september 1991: vijfentwintig jaar geleden. Dit essay, bedoeld als manifest, was de vrucht van een gezamenlijk project met inbreng van Stephen Jay Gould, Murray Gell-Mann, Richard Dawkins, Daniel C. Dennett, Jared Diamond, Stuart Kauffman, Nicholas Humphrey en andere eminente wetenschappers en denkers. Het verkondigde dat 'de derde cultuur wordt gevormd door die empirisch georiënteerde wetenschappers en denkers die in hun onderzoek en verklarende geschreven werk de plaats innemen van de traditionele intellectueel, doordat zij de diepere betekenis van ons leven zichtbaar maken en een nieuwe definitie geven van wie en wat we zijn'; en het vervolgde aldus:

Wat traditioneel 'wetenschap' wordt genoemd, is nu 'openbare cultuur' geworden. Stewart Brand schrijft: 'Wetenschap is het enige nieuws. Wanneer je een krant of tijd-

schrift doorneemt, is al het zachte nieuws het welbekende hij-zei-zij-zei, politiek en economie zijn dezelfde almaar terugkerende treurnis, [...] zelfs technologie is voorspelbaar als je weet hoe ze wetenschappelijk in elkaar steekt. De menselijke aard verandert niet zoveel; de wetenschap wél, en die verandering wordt steeds groter, en daardoor is de wereld onomkeerbaar aan het veranderen.’ De wereld van nu is een wereld waarin het tempo van de verandering de grootste verandering is.

Wetenschap is derhalve een groot verhaal geworden, zo niet hét grote verhaal: nieuws dat nieuws blijft.

Dit blijkt wel uit het feit dat de in dat essay uit 1991 opgesomde wetenschappelijke onderwerpen nog niets aan actualiteit hebben ingeboet, terwijl ze al relevant waren vóór de tijd van internet, sociale media, mobiele communicatie, *deep learning*, big data. Tijd voor een update...

22

**Wat beschouw jij als het interessantste recente [wetenschappelijke] nieuws? Waarom is het belangrijk?**

De online reacties komen dit jaar uit op net onder de tweehonderd bijdragen. Hier is het nieuws, ontleed door degenen die vaak zelf in het nieuws zijn.

# De menselijke vooruitgang gekwantificeerd

Steven Pinker

Bekleedt de Johnstone Family-leerstoel aan de faculteit Psychologie van Harvard University; auteur van *The Sense of Style*

De menselijke intuïtie heeft, helaas, weinig voeling met de werkelijkheid. Een halve eeuw psychologisch onderzoek heeft aangetoond dat mensen die proberen risico's in te schatten of de toekomst te voorspellen vooral komen aanzetten met stereotypen, opzienbarende gebeurtenissen, wilde scenario's en moralistische commentaren.

Gelukkig ontstaat er, doordat de mankementen in de menselijke cognitie inmiddels algemeen bekend zijn, steeds meer aandacht voor het alternatief – objectieve data – en worden op velerlei terrein de gutfeelings vervangen door kwantitatieve analyse. Die revolutie heeft zich in de sport voltrokken door *Moneyball*, op beleidsgebied door *Nudge*, in de wereld van voorspellingen van uitslagen door *forecasting tournaments* en voorspellingsmarkten, in de filantropie door effectief altruïsme en in de gezondheidszorg door geneeskunde op basis van bewijs.

Dat is interessant nieuws, en ook wetenschappelijk nieuws, omdat de diagnose uit de cognitieve wetenschap afkomstig is en de remedie uit de datawetenschap. Maar het allerinteressantste hiervan is dat de 'kwantificatie van het leven' zich nu ook bezighoudt met de belangrijkste aller vragen: kunnen we spreken van vooruitgang? Hebben de collectieve pogingen van de mensheid om entropie en de nare kantjes van de evolutie te bestrijden geleid tot verbetering van de condition humaine?

Vanzelfsprekend meenden de verlichtingsdenkers van wel, en in de victoriaanse tijd werd vooruitgang een belangrijk thema in het Anglo-Amerikaanse denken. Maar sindsdien heeft het pessimisme van de romantici en anderen die zich tegen het verlichtingsdenken keerden grote delen van het intellectuele domein geconfisqueerd, aangewakkerd door historische rampen als de beide wereldoorlogen en de – na de jaren zestig opgekomen – zorgen over door de mens veroorzaakte problemen als milieuvervuiling en sociale ongelijkheid. Tegenwoordig lees je vaak over 'vertrouwen' in de vooruitgang (vaak 'naïef' vertrouwen genoemd) versus heimwee naar

het verleden (toen alles beter was); dan gaat het over de huidige verloedering en de angst voor de dystopie die zeker zal komen.

Maar de cognitieve revoluties en datarevoluties waarschuwen ons om ons bij het vormen van een mening over *wat dan ook* niet te laten leiden door subjectieve indrukken of incidenten die in ons straatje passen. Zolang het 'slechte' niet is uitgeroeid, zal er altijd genoeg 'slechts' zijn om het nieuws te vullen, en het publiek zal daaruit afleiden dat de wereld vergaat. De enige manier om die illusie te ontcrachten, is goede en slechte gebeurtenissen plotten in een tijdgrafiek. De meeste mensen zijn het erover eens dat leven beter is dan dood, gezondheid beter dan ziekte, rijkdom beter dan armoede, kennis beter dan onwetendheid, vrede beter dan oorlog, veiligheid beter dan geweld, vrijheid beter dan dwang. Dat geeft ons een serie toetsstenen waarmee we kunnen meten of er werkelijk vooruitgang is geboekt.

24 Interessant nieuws: het antwoord is meestal 'ja'. Dat vermoeden kreeg ik voor het eerst naar aanleiding van de reacties van kwantitatieve historici en politicologen op mijn bijdrage aan de Edge-vraag van 2007 ('What Are You Optimistic About?'): ze stuurden me datasets waaruit bleek dat het aantal moorden en oorlogsdoden in de loop van de tijd spectaculair was gedaald. Sindsdien is ook op basis van andere toetsstenen ontdekt dat er vooruitgang is geboekt. Economisch historici en ontwikkelingswetenschappers (onder wie Gregory Clark, Angus Deaton, Charles Kenny en Steven Radelet) hebben de welvaartsgroei in kaart gebracht, en dit alles wordt nóg aanschouwelijker gemaakt op websites met innovatieve graphics, zoals *Gapminder*, *Our World in Data* en *Human Progress* van respectievelijk Hans Rosling, Max Roser en Marian Tupy.

Er zijn nog meer veranderingen ten goede: mensen leven langer en gezonder, niet alleen in de welvarende landen maar in de wereld als geheel. Een stuk of tien besmettelijke en parasitaire infectieziekten zijn uitgeroeid of op sterven na dood. Er gaan aanzienlijk meer kinderen naar school. De extreme armoede is wereldwijd gedaald van 85 naar 10 procent. Afgezien van plaatselijke verslechteringen is de wereld democratischer dan ooit. Vrouwen zijn beter opgeleid, trouwen later, verdienen meer en bekleden meer invloedrijke posities. Er zijn minder raciale vooroordelen en hatecrimes sinds gegevens daarover worden bijgehouden. De wereld wordt

zelfs slimmer: in alle landen is het IQ elk decennium met drie punten gestegen.

Natuurlijk moeten we ‘gekwantificeerde vooruitgang’ zien als een serie empirische bevindingen. Er is geen sprake van mystiek, utopisme of goddelijke genade. Daarom moeten we ook niet vreemd opkijken als er domeinen in het leven zijn waar niets veranderd is, waar verslechtering is opgetreden of die gewoon niet kwantificeerbaar zijn (zoals het eindeloze aantal apocalypsen die aan de menselijke verbeelding kunnen ontspruiten). De uitstoot van broeikasgassen neemt toe, de zoetwatervoorraad slinkt, soorten sterven uit en er zijn nog steeds kernwapens.

Maar ook hier kan kwantificatie behulpzaam zijn. ‘Ecomodernisten’ als Stewart Brand, Jesse Ausubel en Ruth DeFries hebben aangetoond dat een groot aantal factoren die wijzen op een gezonde leefomgeving de laatste vijftig jaar zijn verbeterd, en dat bepaalde historische langetermijnprocessen – zoals het terugdringen van het gebruik van fossiele brandstoffen, het verminderen van consumptie en van landgebruik voor akkerbouw – verder kunnen worden gestimuleerd. Sinds Nagasaki zijn er geen atoombommen meer gevallen, het aantal kernproeven is tot vrijwel nul gedaald, de proliferatie is beperkt gebleven tot negen landen (terwijl in de jaren zestig nog werd gerekend op dertig of meer), zeventien landen zijn gestopt met hun atoomprogramma’s, en het aantal kernwapens (en dus ook het aantal potentiële gevallen van diefstal, ongelukken en obstakels voor het bereiken van de uiteindelijke ‘nullijn’) is met vijfdesde gereduceerd.

Waarom is dit alles zo belangrijk? In de eerste plaats omdat gekwantificeerde vooruitgang de feedback levert voor eventueel noodzakelijke aanpassingen. De vruchten van de vooruitgang die wij mogen smaken zijn het resultaat van instituties en normen die zich de afgelopen twee eeuwen in onze wereld hebben verankerd: rede, wetenschap, technologie, onderwijs, expertise, democratie, gereguleerde markten en een moreel commitment aan mensenrechten en menselijke ontplooiing. Critici van het verlichtingsdenken hebben lange tijd beweerd dat er geen enkele garantie is dat we van deze ontwikkelingen beter zouden worden. Maar nu weten we dat we er daadwerkelijk beter van zijn geworden. Dat betekent dat we door die instituties en normen van de moderne tijd op het juiste spoor zijn gezet, hoe ver Utopia ook nog verwijderd is. Daarom

moeten we eraan blijven werken om ze te verbeteren, in plaats van ze af te branden in de overtuiging dat er niets ergers bestaat dan onze huidige decadentie en in de vage hoop dat er uit de as iets beters zal oprijzen.

Bovendien worden we door de vooruitgang aangespoord om nog méér vooruitgang te willen. Onder activisten is het bon ton om te denken dat elk optimistisch onderzoeksresultaat moet worden weggemoffeld omdat mensen daar maar zelfingenomen van worden. Ze vinden dat je de mensen juist bij de les moet houden door te jammeren over voortdurende crises, en dat je tegen ze tekeer moet gaan omdat ze niet bang genoeg zijn. Helaas kan dit leiden tot weer een ander gevaar: fatalisme. Als je steeds maar hoort dat armoede onuitroeibaar is, dat de goden ons zullen straffen voor onze hybris, dat de natuur zich zal wreken op de plunderingen die wij aanrichten en dat de klok onverbiddeijk aftikt naar het moment van de nucleaire holocaust en de klimaatcatastrofe, ligt de conclusie voor de hand dat verzet geen zin heeft en dat we maar beter feestend ten onder kunnen gaan. Het positieve van een grafiek daarentegen is dat ze je uitnodigt goed te kijken welke krachten een curve naar omhoog of juist naar omlaag beschrijven, en op basis daarvan die krachten in te zetten om verder te gaan in de juiste richting.

# Meer doen met minder

**Freeman Dyson**

Theoretisch fysicus; auteur van *Dreams of Earth and Sky*

Een van de wetenschappelijke helden van onze tijd is Pieter van Dokkum, hoogleraar Astronomie aan Yale University en auteur van *Dragonflies*, een recent verschenen boek over insecten, geïllustreerd met prachtige, in hun natuurlijke habitat door de schrijver genomen foto's van libellen. Als astronoom werkt hij met een ander type libel: de Dragonfly Telephoto Array-telescoop, bestaande uit tien 400 mm-lenzen die zo zijn uitgelijnd dat ze lijken op het samengestelde oog van een libel. De refractorlenzen zijn gecoat met een speciale optische laag die ze uiterst gevoelig maakt voor verre, vage objecten in de sterrenhemel. Voor dat doel is de Dragonfly ongeveer tien keer gevoeliger dan de beste grote telescopen. En hij is ook ongeveer duizend keer goedkoper. De tien refractors kosten samen zo'n 100.000 dollar, een grote telescoop zo'n 100 miljoen dollar.

Dragonfly heeft onlangs 47 'ultradiffuse' sterrenstelsels ontdekt in de Comacluster, en dat is meer dan computermodellen hadden voorspeld. Elk sterrenstelsel bevindt zich in een halo van donkere materie, waarvan de massa kan worden bepaald met behulp van de gemeten snelheid van de zichtbare sterren. De sterrenstelsels bevatten ongeveer honderd keer meer donkere materie dan zichtbare materie; vergelijk dat met de 10:1-verhouding tussen donkere en zichtbare materie in onze eigen Melkweg. De waarnemingen van de Dragonfly onthullen een universum met een intens subtiele structuur van brokken donkere materie, veel brokkeliger dan de standaardtheorie van de oerknalkosmologie ooit had voorspeld.

En zo kan het gebeuren dat een goedkope, kleine telescoop een grootse nieuwe ontdekking doet over de structuur van het heelal. Als de kosteneffectiviteit van een telescoop gemeten wordt als de verhouding tussen wetenschappelijke output en financiële input, is de Dragonfly de grote winnaar. Dit verhaal heeft een moraal, maar die moraal is niet dat we al ons geld moeten steken in kleine telescopen. We hebben nog steeds grote telescopen en grote organisaties nodig om astronomie op wereldniveau te kunnen bedrijven. Nee, de moraal is dat we een bescheiden fractie van het astronomiebudget, misschien een derde, zouden moeten reserveren voor



## **Freeman Dyson**

kleine, goedkope projecten. En dan komt daar vast weer een volgende winnaar van het kaliber van Dragonfly uit.

# De 'uitzonderlijkheid' van de mensheid

**Kurt Gray**

Universitair docent psychologie, University of  
North Carolina, Chapel Hill

'En de Heere God had den mens geformeerd uit het stof der aarde, en in zijn neusgaten geblazen den adem des levens; alzo werd de mens tot een levende ziel' – Genesis 2:7

Wij mensen zijn altijd overtuigd geweest van onze uitzonderlijkheid en van onze plek in het centrum van het heelal. Nog niet zo lang geleden zagen we onszelf als Gods favoriete schepsel, neergezet op de pas geschapen aarde, waaromheen alle andere hemellichamen rondcirkelden. We geloofden dat mensen fundamenteel verschilden van andere dieren en een niet te evenaren intelligentie bezaten. Op grond van die ideeën voelden we ons prettig en veilig, en daarom was het niet moeilijk erin te geloven. Alleen, het klopte niet.

Copernicus en Galileo bewezen dat de zon, en niet de aarde, in het centrum van ons zonnestelsel lag. Charles Lyell bewees dat de aarde veel ouder was dan gedacht. Darwin bewees dat mensen niet fundamenteel verschilden van andere dieren. Al die wetenschappelijke ontdekkingen zetten vraagtekens bij onze veronderstelde uniekheid. En zelfs al waren mensen niets anders dan apen met een grote frontale cortex, dan nog konden we ons erop laten voorstaan dat we deel uitmaakten van een heel bijzondere club – de club van levende wezens. Ach, de schoonheid van het leven, de verscheidenheid aan planten, dieren, insecten en bacteriën...

Helaas wordt de uitzonderlijkheid van al wat leeft onderuitgehaald door een recente theorie.

Jeremy England, een aan het MIT verbonden fysicus, poneert dat 'leven' niet meer is dan een onvermijdelijke consequentie van de wetten van de thermodynamica. Hij stelt dat levende systemen beter dan wat ook in staat zijn om energie te halen uit een externe bron: bacteriën, kevers en mensen zijn de efficiëntste manier om zonlicht te benutten. Volgens England houdt entropie in dat moleculen die lang genoeg onder een warmtebron verblijven uiteindelijk

gaan metaboliseren, bewegen en zichzelf repliceren — met andere woorden: gaan leven. Toegegeven, dit proces kan miljarden jaren duren, maar in deze optiek verschillen levende wezens weinig van andere fysieke structuren die bewegen en zich repliceren na toevoeging van energie, zoals draaikolken in water (aangedreven door de zwaartekracht) en zandduinen in de woestijn (aangedreven door de wind). Door deze theorie van England vervaagt niet alleen de grens tussen levend en niet-levend, maar wordt bovendien de uitzonderlijkheid van de mens nóg verder ondermijnd. Hij suggereert dat de mens vooral heel goed is in het benutten en verbruiken van energie (en dat doen we dan ook vol enthousiasme) — een soort uitzonderlijkheid waar we niet persé trots op hoeven zijn...