

**REIS NAAR DE TOEKOMST**

*Voor mijn liefhebbende vrouw Shizue  
en mijn dochters Michelle en Alyson*

**MICHIO KAKU**

**REIS NAAR DE TOEKOMST**

HET LEVEN IN HET JAAR 2100

Nieuw Amsterdam *Uitgevers*

## INHOUD

WOORD VAN DANK vii

INLEIDING *Een voorspelling voor de komende honderd jaar* 1

1 DE TOEKOMST VAN DE COMPUTER *Triomf van de geest over het lichaam* 21

2 DE TOEKOMST VAN DE KUNSTMATIGE INTELLIGENTIE *Opkomst van de robots* 75

3 DE TOEKOMST VAN DE GENEESKUNDE *Op weg naar perfectie* 141

4 NANOTECHNOLOGIE *Alles uit niets?* 205

5 DE TOEKOMST VAN DE ENERGIE *De sterren als energiebron* 251

6 DE TOEKOMST VAN DE RUIMTEVAART *Naar de sterren* 305

7 DE TOEKOMST VAN DE WELVAART *Winnaars en verliezers* 353

8 DE TOEKOMST VAN DE MENSHEID *Een planetaire beschaving* 391

9 HET DAGELIJKS LEVEN IN 2100 *1 januari 2100, 6:15 uur* 421

NOTEN 439

Vertaling Oscar ten Houten en Toon Dohmen

Oorspronkelijke titel *Physics of the Future. How Science Will Shape Human Destiny and Our Daily Lives by the Year 2100.*

Doubleday, a division of Random House, Inc., New York

© 2011 Michio Kaku

Nederlandse vertaling © 2011 Nieuw Amsterdam *Uitgevers*

Alle rechten voorbehouden

Vertaling Oscar ten Houten (hoofdstuk 1 t/m 5) en

Toon Dohmen (hoofdstuk 6 t/m 9)

Tekstredactie Steven Bolt en Leo Polak

Register Ansfried Scheifes

Omslagontwerp Studio Pollmann

Omslagfoto Getty Images/Yoshinori Kuwahara

Auteursfoto Andrea Brizzi

NUR 740; 950

ISBN 978 90 468 1128 3

[www.nieuwamsterdam.nl/michiokaku](http://www.nieuwamsterdam.nl/michiokaku)

AANBEVOLEN LITERATUUR 449

REGISTER 451

ILLUSTRATIES 464



## WOORD VAN DANK

Ik wil graag iedereen bedanken die zich onvermoeibaar heeft ingezet om dit boek tot een goed einde te brengen. Ten eerste wil ik mijn redacteuren bedanken. Roger Scholl heeft me door vele eerdere boeken geloodst en kwam ook met het idee voor dit opwindende boek op de proppen. En de ontelbare suggesties en interventies van Edward Kastenmeier hebben dit boek tot het samenhangende geheel gemaakt dat het nu is. Ook is een woord van dank op zijn plaats voor mijn agent Stuart Krichevsky, die mij door de jaren steeds heeft aangemoedigd om nieuwe en grotere uitdagingen aan te gaan.

En uiteraard wil ik de meer dan driehonderd wetenschappers bedanken die ik heb geïnterviewd en met wie ik vele gesprekken over wetenschappelijke onderwerpen heb gevoerd. Ik wil hierbij mijn excuses aanbieden voor het feit dat ik met cameraploegen van de BBC, Discovery Channel en Science Channel hun laboratoria ben binnengevallen en microfoons en lenzen in hun gezicht heb geduwd.

Daarmee verstoorde ik waarschijnlijk hun onderzoek, maar ik hoop dat het resultaat de overlast goedmaakt.

Verder wil ik de volgende pioniers en wegbereiders bedanken:

Eric Chivian, Nobelprijswinnaar, Center for Health and the Global Environment, Harvard Medical School

Peter Doherty, Nobelprijswinnaar, St. Jude Children's Research Hospital

Gerald Edelman, Nobelprijswinnaar, Scripps Research Institute

Murray Gell-Mann, Nobelprijswinnaar, Santa Fe Institute en het California Institute of Technology

Walter Gilbert, Nobelprijswinnaar, Harvard University

David Gross, Nobelprijswinnaar, Kavli Institute for Theoretical Physics

Henry Kendall (†), Nobelprijswinnaar, Massachusetts Institute of Technology

Leon Lederman, Nobelprijswinnaar, Illinois Institute of Technology

Yoichiro Nambu, Nobelprijswinnaar, University of Chicago

Henry Pollack, Nobelprijswinnaar, University of Michigan

Joseph Rotblat, Nobelprijswinnaar, St. Bartholomew's Hospital

Steven Weinberg, Nobelprijswinnaar, University of Texas in Austin

Frank Wilczek, Nobelprijswinnaar, Massachusetts Institute of Technology

Amir Aczel, schrijver van het boek *Uranium Wars*

Buzz Aldrin, voormalig NASA-astronaut en de tweede mens op de maan

Geoff Andersen, onderzoeker aan de United States Air Force Academy en schrijver van het boek *The Telescope*

Jay Barbree, NBC-verslaggever en mede-auteur van het boek *Moon Shot*

John Barrow, natuurkundige aan de University of Cambridge en schrijver van het boek *Impossibility*

Marcia Bartusiak, schrijver van het boek *Einstein's Unfinished Symphony*

Jim Bell, hoogleraar sterrenkunde aan de Cornell University

Jeffrey Bennet, schrijver van het boek *Beyond UFOs*

Bob Berman, sterrenkundige en schrijver van het boek *Secrets of the Night Sky*

Leslie Biesecker, hoofd van de Genetic Disease Research Branch, National Institutes of Health

Piers Bizony, schrijver van het sciencefictionboek *How to Build Your Own Spaceship*

Michael Blaese, voormalig onderzoeker aan de National Institutes of Health

Alex Boese, bedenker van de website Museum of Hoaxes

Nick Bostrom, transhumanist aan de University of Oxford

Luitenant-kolonel Robert Bowman, Institute for Space and Security Studies

Lawrence Brody, hoofd van de Genome Technology Branch, National Institutes of Health

Rodney Brooks, voormalig directeur van het MIT Artificial Intelligence Laboratory

Lester Brown, oprichter van het Earth Policy Institute

Michael Brown, hoogleraar sterrenkunde aan het California Institute of Technology

James Canton, oprichter van het Institute for Global Futures en schrijver van het boek *The Extreme Future*

Arthur Caplan, directeur van het Center for Bioethics, University of Pennsylvania

Fritjof Capra, schrijver van het boek *The Science of Leonardo*

Sean Carroll, kosmoloog aan het California Institute of Technology

Andrew Chaikin, schrijver van het boek *A Man on the Moon*

Leroy Chiao, voormalig NASA-astronaut

George Church, directeur van het Center for Computational Genetics, Harvard Medical School

Thomas Cochran, natuurkundige van de Natural Resources Defense Council

Christopher Cokinos, schrijver van het boek *The Fallen Sky*

Francis Collins, directeur van de National Institutes of Health

Vicki Colvin, directeur van het Center for Biological and Environmental Nanotechnology, Rice University

Neil Comins, schrijver van het boek *The Hazards of Space Travel*

Steve Cook, voormalig NASA-woordvoerder en directeur van de afdeling Space Technologies bij het bedrijf Dynetics

Christine Cosgrove, schrijver van het boek *Normal at Any Cost*  
 Steve Cousins, algemeen directeur van het bedrijf Willow Garage  
 Brian Cox, natuurkundige aan de University of Manchester en BBC-presentator  
 Phillip Coyle, voormalig Amerikaans onderminister van Defensie  
 Daniel Crevier, algemeen directeur van het bedrijf Coreco en schrijver van het boek *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence*  
 Ken Crowell, sterrenkundige en schrijver van het boek *Magnificent Universe*  
 Steven Cummer, computerwetenschapper aan de Duke University  
 Mark Cutkosky, werktuigbouwkundige aan de Stanford University  
 Paul Davies, natuurkundige en schrijver van het boek *Superforce*  
 Aubrey de Gray, hoofdonderzoeker van de SENS Foundation  
 Michael Dertouzos (†), voormalig directeur van het MIT Laboratory for Computer Science  
 Jared Diamond, Pulitzer Prize-winnaar, hoogleraar geografie aan de University of California in Los Angeles  
 Mariette DiChristina, hoofdredacteur van *Scientific American*  
 Peter Dilworth, voormalig AI-onderzoeker aan het MIT  
 John Donoghue, bedenker van BrainGate, Brown University  
 Ann Druyan, weduwe van Carl Sagan, grondlegger van Cosmos Studios  
 Freeman Dyson, emeritus hoogleraar natuurkunde aan het Institute for Advanced Study, Princeton University  
 Jonathan Ellis, natuurkundige, verbonden aan CERN  
 Daniel Fairbanks, schrijver van het boek *Relics of Eden*  
 Timothy Ferris, emeritus hoogleraar aan de University of California in Berkeley en schrijver van het boek *Coming of Age in the Milky Way*  
 Maria Finitzo, Peabody Award-winnaar en maker van de documentaire *Mapping Stem Cell Research*  
 Robert Finkelstein, AI-deskundige  
 Christopher Flavin, directeur van het World Watch Institute  
 Louis Friedman, mede-oprichter van de Planetary Society  
 James Garvin, voormalig hoofdonderzoeker van het NASA Goddard Space Flight Center

Evalyn Gates, schrijver van het boek *Einstein's Telescope*  
 Jack Geiger, mede-oprichter van Physicians for Social Responsibility  
 David Gelernter, hoogleraar computerwetenschappen aan de Yale University  
 Neil Gershenfeld, directeur van het Center of Bits and Atoms van het MIT  
 Paul Gilster, schrijver van het boek *Centauri Dreams*  
 Rebecca Goldberg, voormalig hoofdonderzoeker van het Environmental Defense Fund en directeur van de afdeling Marine Science van de Pew Charitable Trusts  
 Don Goldsmith, sterrenkundige en schrijver van het boek *The Runaway Universe*  
 Seth Goldstein, hoogleraar computerwetenschappen aan de Carnegie Mellon University  
 David Goodstein, hoogleraar natuurkunde en voormalig bestuurslid van het California Institute of Technology  
 J. Richard Gott III, hoogleraar astrofysica aan de Princeton University en schrijver van het boek *Time Travel in Einstein's Universe*  
 Stephen Jay Gould (†), bioloog, Harvard University  
 Thomas Graham, deskundige op het gebied van spionagesatellieten  
 John Grant, schrijver van het boek *Corrupted Science*  
 Eric Green, directeur van het National Human Genome Research Institute, National Institutes of Health  
 Ronald Green, schrijver van het boek *Babies by Design*  
 Brian Greene, hoogleraar wiskunde en natuurkunde aan de Columbia University en schrijver van het boek *The Elegant Universe*  
 Alan Guth, hoogleraar natuurkunde aan het MIT en schrijver van het boek *The Inflationary Universe*  
 William Hanson, schrijver van het boek *The Edge of Medicine*  
 Leonard Hayflick, hoogleraar anatomie aan de School of Medicine, University of California in San Francisco  
 Donald Hillebrand, directeur van het Center for Transportation Research, Argonne National Laboratory  
 Frank von Hippel, natuurkundige aan de Princeton University  
 Jeffrey Hoffman, voormalig NASA-astronaut en hoogleraar lucht- en ruimtevaarttechniek aan het MIT

Douglas Hofstadter, Pulitzer Prize-winner en schrijver van het boek *Gödel, Escher, Bach*

John Horgan, verbonden aan het Stevens Institute of Technology en schrijver van het boek *The End of Science*

Jamie Hyneman, presentator van *MythBusters*

Chris Impey, hoogleraar sterrenkunde aan de University of Arizona en schrijver van het boek *The Living Cosmos*

Robert Irie, voormalig AI-onderzoeker aan het MIT

P. J. Jacobowitz, medewerker van *PC Magazine*

Jay Jaroslav, voormalig AI-onderzoeker aan het MIT

Donald Johanson, paleoantropoloog en ontdekker van Lucy

George Johnson, wetenschapsjournalist van *The New York Times*

Tom Jones, voormalig NASA-astronaut

Steve Kates, sterrenkundige en radiopresentator

Jack Kessler, hoogleraar neurologie en directeur van het Feinberg Neuroscience Institute, Northwestern University

Robert Kirshner, sterrenkundige aan de Harvard University

Kris Koenig, filmmaker en sterrenkundige

Lawrence Krauss, verbonden aan de Arizona State University en schrijver van het boek *The Physics of Star Trek*

Robert Lawrence Kuhn, filosoof en maker van de documentaire-serie *Closer to Truth*

Ray Kurzweil, uitvinder en schrijver van het boek *The Age of Spiritual Machines*

Robert Lanza, biotechnoloog, verbonden aan het bedrijf Advanced Cell Technology

Roger Launius, mede-auteur van het boek *Robots in Space*

Stan Lee, oprichter van Marvel Comics en bedenker van Spider-Man

Michael Lemonick, voormalig wetenschapsjournalist van *Time* en nu verbonden aan Climate Central

Arthur Lerner-Lam, geoloog en vulkanoloog aan de Columbia University

Simon LeVay, schrijver van het boek *When Science Goes Wrong*

John Lewis, sterrenkundige aan de University of Arizona

Alan Lightman, verbonden aan het MIT en schrijver van het boek *Einstein's Dreams*

George Linehan, schrijver van het boek *SpaceShipOne*

Seth Lloyd, verbonden aan het MIT en schrijver van het boek *Programming the Universe*

Joseph Lykken, natuurkundige aan het Fermi National Accelerator Laboratory

Pattie Maes, MIT Media Laboratory

Robert Mann, schrijver van het boek *Forensic Detective*

Michael Paul Mason, schrijver van het boek *Head Cases*

W. Patrick McCray, schrijver van het boek *Keep Watching the Skies!*

Glenn McGee, schrijver van het boek *The Perfect Baby*

James McLurkin, voormalig AI-onderzoeker aan het MIT en nu verbonden aan de Rice University

Robert McMillan, directeur van het Spacewatch-programma van de University of Arizona

Fulvio Melia, hoogleraar natuurkunde en sterrenkunde aan de University of Arizona

William Meller, schrijver van het boek *Evolution Rx*

Paul Meltzer, National Institutes of Health

Marvin Minsky, verbonden aan het MIT en schrijver van het boek *The Society of Mind*

Hans Moravec, hoogleraar en onderzoeker aan de Carnegie Mellon University en schrijver van het boek *Robot*

Phillip Morrison (†), natuurkundige aan het MIT

Richard Muller, astrofysicus aan de University of California in Berkeley

David Nahamoo, was verbonden aan IBM Human Language Technology

Christina Neal, vulkanoloog van het Alaska Volcano Observatory, U.S. Geological Survey

Michael Novacek, conservator van de afdeling Fossiele Zoogdieren, American Museum of Natural History

Michael Oppenheimer, ecoloog aan de Princeton University

Dean Ornish, hoogleraar geneeskunde aan de University of California in San Francisco

Peter Palese, hoogleraar microbiologie, Mt. Sinai School of Medicine

Charles Pellerin, voormalig NASA-functionaris

Sidney Perkowitz, hoogleraar natuurkunde aan de Emory University en schrijver van het boek *Hollywood Science*

John Pike, directeur van GlobalSecurity.org

Jena Pincott, schrijver van het boek *Do Gentlemen Really Prefer Blondes?*

Tomaso Poggio, AI-deskundige aan het MIT

Correy Powell, hoofdredacteur van het tijdschrift *Discover*

John Powell, oprichter van JP Aerospace

Richard Preston, schrijver van de boeken *The Hot Zone* en *The Demon in the Freezer*

Raman Prinja, hoogleraar astrofysica aan het University College London

David Quammen, wetenschapsjournalist en schrijver van het boek *The Reluctant Mr. Darwin*

Katherine Ramsland, forensisch onderzoeker

Lisa Randall, hoogleraar theoretische natuurkunde aan de Harvard University en schrijver van het boek *Warped Passages*

Martin Rees, hoogleraar kosmologie en astrofysica aan de University of Cambridge en schrijver van het boek *Before the Beginning*

Jeremy Rifkin, oprichter van de Foundation on Economic Trends

David Riquier, directeur van Corporate Outreach, MIT Media Lab

Jane Rissler, Union of Concerned Scientists

Steven Rosenberg, National Cancer Institute, National Institutes of Health

Paul Saffo, futurist, was verbonden aan het Institute for the Future, tegenwoordig werkzaam aan de Stanford University

Carl Sagan (†), was verbonden aan de Cornell University en schrijver van het boek *Cosmos*

Nick Sagan, mede-auteur van het boek *You Call This the Future?*

Michael Salamon, verbonden aan het Beyond Einstein-programma van de NASA

Adam Savage, presentator van *MythBusters*

Peter Schwartz, futurist, mede-oprichter van het Global Business Network en schrijver van het boek *The Long View*

Michael Shermer, oprichter van de Skeptics Society en het tijdschrift *Skeptic*

Donna Shirley, voormalig manager van het Mars Exploration Program van de NASA

Seth Shostak, SETI Institute

Neil Shubin, hoogleraar evolutiebiologie en anatomie aan de University of Chicago en schrijver van het boek *Your Inner Fish*

Paul Shuch, voormalig directeur van de SETI League

Peter Singer, verboden aan het Brookings Institute en schrijver van het boek *Wired for War*

Simon Singh, schrijver van het boek *Big Bang*

Gary Small, mede-auteur van het boek *iBrain*

Paul Spudis, verbonden aan het Planetary Geology Program van het NASA Office of Space Science, Solar System Division

Steven Squyres, hoogleraar sterrenkunde aan de Cornell University

Paul Steinhardt, hoogleraar natuurkunde aan de Princeton University en mede-auteur van het boek *Endless Universe*

Gregory Stock, verbonden aan de University of California in Los Angeles en schrijver van het boek *Redesigning Humans*

Richard Stone, schrijver van het artikel 'The Last Great Impact on Earth', gepubliceerd in het tijdschrift *Discover*

Brian Sullivan, voorheen verbonden aan het Hayden Planetarium

Leonard Susskind, hoogleraar natuurkunde aan de Stanford University

Daniel Tammet, idiot savant en schrijver van het boek *Born on a Blue Day*

Geoffrey Taylor, natuurkundige aan de University of Melbourne

Ted Taylor (†), ontwerper van Amerikaanse kernwapens

Max Tegmark, natuurkundige aan het MIT

Alvin Toffler, schrijver van het boek *The Third Wave*

Patrick Tucker, World Future Society

Stansfield Turner, voormalig directeur van de CIA

Chris Turney, verbonden aan de University of Exeter en schrijver van het boek *Ice, Mud and Blood*

Neil deGrasse Tyson, directeur van het Hayden Planetarium

Sesh Velamoor, Foundation for the Future

Robert Wallace, voormalig directeur van het Office of Technical Services van de CIA en mede-auteur van het boek *Spycraft*



Kevin Warwick, hoogleraar cybernetica aan de University of Reading

Fred Watson, sterrenkundige en schrijver van het boek *Stargazer*

Mark Weiser (†), Xerox PARC

Alan Weisman, schrijver van het boek *The World Without Us*

Daniel Werthimer, SETI at Home, University of California at Berkeley

Mike Wessler, voormalig AI-onderzoeker aan het MIT

Arthur Wiggins, schrijver van *The Joy of Physics*

Anthony Wynshaw-Boris, National Institutes of Health

Carl Zimmer, wetenschapsjournalist en schrijver van het boek *Evolution*

Robert Zimmerman, schrijver van het boek *Leaving Earth*

Robert Zubrin, oprichter van de Mars Society

‘Het wereldrijk van de toekomst zal een rijk van de geest zijn.’

– WINSTON CHURCHILL

## INLEIDING

*Een voorspelling voor de komende honderd jaar*

Twee ervaringen uit mijn kindertijd zijn bepalend geweest voor de persoon die ik nu ben – ervaringen waar de passies uit zijn voortgekomen die vorm hebben gegeven aan mijn leven.

Toen ik acht jaar oud was, hadden alle onderwijzers op mijn school het over een grote wetenschapper die zojuist was overleden. Diezelfde avond stond er een foto van zijn werkkamer in de krant, met een onvoltooid manuscript op zijn bureau. Volgens het onderschrift was de grootste wetenschapper van onze tijd er niet in geslaagd om zijn eigen meesterwerk af te ronden. Wat kon er zo moeilijk zijn, vroeg ik me af, dat zelfs zo'n genie het niet op kan lossen? Wat kon er zo ingewikkeld en tegelijkertijd zo belangrijk zijn? Deze vragen waren raadselachtiger en intrigerender voor mij dan welke avonturenroman of welk detectiveverhaal ook. Ik moest weten wat er in dat onvoltooid manuscript stond.

Later kwam ik erachter dat die wetenschapper Albert Einstein heette en dat het onvoltooid manuscript de kroon

op zijn werk had moeten worden, een poging om tot een ‘theorie van alles’ te komen: een vergelijking van niet meer dan een paar centimeter lang die alle geheimen van het heelal zou verklaren en die de mens misschien in staat zou stellen om ‘Gods gedachten te lezen.’

De andere cruciale ervaring uit mijn kindertijd was het kijken naar tv-programma’s op zaterdagochtend, en dan vooral de *Flash Gordon*-serie met Buster Crabbe. Elke week zat ik aan het scherm gekluisterd. Als bij toverslag kwam ik terecht in een geheimzinnige wereld van monsters, buitenaardse wezens, ruimteschepen, laserzwaarden en onderzeese steden. Ik was compleet verslaafd. Het was de eerste keer dat ik te maken kreeg met de wereld van de toekomst. Mijn kinderlijke verwondering over hoe de toekomst eruit zou zien, heb ik sindsdien altijd behouden.

Maar nadat ik alle afleveringen van de serie had gezien, realiseerde ik me dat Flash helemaal niet het belangrijkste personage was, ook al draaide alles om hem. Het was de wetenschapper dr. Zarkov die de serie zo interessant maakte. Hij was degene die het ruimteschip ontwierp, en het onzichtbaarheidsschild, en de energiebron voor de stad in de lucht, enzovoort. Zonder wetenschapper geen toekomst. Schoonheid en elegantie kunnen de bewondering van de maatschappij oogsten, maar alle uitvindingen die onze verbazing wekken en onze fantasie stimuleren, zijn het werk van onbekende en anonieme wetenschappers.

Toen ik later op de middelbare school zat, besloot ik om in hun voetstappen te treden. Ik wilde mijn kennis op de proef stellen. Ik wilde een bijdrage leveren aan de grote revolutie waarvan ik zeker wist dat ze de wereld kon veranderen. Ik besloot een atoomkraker te bouwen. Ik vroeg mijn moeder of ik in de garage een deeltjesversneller van 2,3 miljoen elektronvolt mocht installeren. Ze was nogal verbaasd, maar het mocht. Daarop ging ik naar de doe-het-zelfzaak. Ik kocht er 160 kilo transformatorblik en 35 kilometer koperdraad en vervolgens knutselde ik in mijn moeders garage een bètatron-versneller in elkaar.

Eerder al had ik een nevelkamer met een sterk magnetisch veld gebouwd waarmee ik sporen van antimaterie kon fotograferen. Maar het fotograferen van antimaterie was niet genoeg voor mij. Ik wilde zelf antimaterie kunnen maken, en ik wilde het kunnen bundelen in een straal. De magnetische spoelen van de atoomkraker konden met succes

een magnetisch veld van 10 000 gauss opwekken (ongeveer 20 000 keer zo sterk als het magnetische veld van de aarde, genoeg om een hamer uit je hand te rukken). Het apparaat slurpte meer dan 6 kilowatt aan energie, oftewel al het elektrische vermogen dat onze huisaansluiting kon leveren. Het kwam dan ook geregeld voor dat alle stoppen doorsloegen wanneer ik het apparaat aanzette. (Mijn arme moeder moet zich geregeld afgevraagd hebben waarom ze geen zoon had die gewoon ging voetballen, net als andere kinderen.)

Twee passies hebben mijn leven dus beheerst: het verlangen om alle natuurwetten van het heelal in één samenhangende theorie te verenigen, en het verlangen om in de toekomst te kijken. Uiteindelijk beseftte ik dat deze twee passies elkaar aanvullen. Wie de toekomst wil begrijpen, moet eerst de fundamentele natuurwetten doorzien, om ze vervolgens toe te passen op uitvindingen, machines en geneeswijzen die onze beschaving tot ver in de toekomst vorm zullen geven.

Ik ben erachter gekomen dat er talloze pogingen zijn gedaan om de toekomst te voorspellen. Vele daarvan zijn nuttig en verhelderend geweest. Toch staat het merendeel ervan op naam van historici, sociologen, sciencefictionschrijvers en ‘futuristen’. Met andere woorden: buitenstaanders die de wetenschappelijke wereld proberen te voorspellen zonder over wetenschappelijke kennis te beschikken. De wetenschappers zelf – de mensen die dagelijks bezig zijn om in hun laboratoria de toekomst te creëren – hebben het veel te druk met nieuwe ontdekkingen om voor het grote publiek boeken over de toekomst te schrijven.

Daarom is dit boek anders. Ik hoop de lezer mee te nemen achter de schermen en hem of haar een beeld te geven van de wonderbaarlijke ontdekkingen die ons te wachten staan. Ik hoop dat dit daarmee het meest authentieke en gezaghebbende boek over de wereld van het jaar 2100 zal worden.

Natuurlijk is het onmogelijk om de toekomst met volledige nauwkeurigheid te voorspellen. Ik heb ervoor gekozen om de gedachten te verkennen van de mensen die in de frontlijn van de wetenschap werken, de mensen die werkelijk bezig zijn de toekomst uit te vinden. Zij zijn het die de apparaten, de technologieën en de geneeswijzen aan het ontwikkelen zijn die voor een omwenteling van onze beschaving zullen

zorgen. Dit boek is hun verhaal. Ik had de mogelijkheid om bij deze revolutie op de eerste rij te zitten, aangezien ik voor radio en televisie meer dan driehonderd van 's werelds grootste wetenschappers, denkers en dromers heb geïnterviewd. Ook ben ik met cameraploegen hun laboratoria binnengegaan om de prototypes te filmen van de wonderbaarlijke vindingen waarover we in de toekomst nog veel zullen horen. Ik heb de eer gehad om wetenschapsprogramma's te presenteren voor de BBC, voor Discovery Channel en voor Science Channel. Hierin heb ik de opmerkelijke uitvindingen en ontdekkingen getoond van de mensen die met heel veel verbeeldingskracht onze toekomst vorm proberen te geven. Aangezien ik alle vrijheid heb om aan de ene kant onderzoek te doen naar de snaartheorie en aan de andere kant de mensen aan te horen die de grenzen van onze kennis aan het verleggen zijn, heb ik het gevoel dat ik een van de meest benijdenswaardige banen binnen de wetenschappelijke wereld heb. De droom uit mijn kindertijd is werkelijkheid geworden.

Dit boek is anders dan mijn vorige boeken. In *Beyond Einstein, Hyperspace* en *Parallel Worlds* had ik het over de frisse wind die opgestoken was in mijn vakgebied, de theoretische natuurkunde. Deze boeken gingen over de ontdekking van nieuwe manieren om het heelal te begrijpen. In *Physics of the Impossible* (in het Nederlands verschenen als *Onmogelijke natuurkunde*) beschreef ik hoe de laatste ontwikkelingen in de natuurkunde de weg vrijmaken voor de verwezenlijking van de wildste ideeën uit de sciencefiction.

Dit boek lijkt nog het meest op mijn boek *Visions*, waarin ik beschreef hoe de wetenschap zich in de komende decennia zal ontwikkelen. Met voldoening stel ik vast dat veel van mijn voorspellingen uit dat boek vandaag de dag gerealiseerd worden. De nauwkeurigheid van het boek was grotendeels te danken aan de wijsheid en het inzicht van de vele wetenschappers die ik ervoor geïnterviewd heb.

Maar dit boek gaat nog een stap verder. Het geeft een breder beeld van de toekomst omdat het gaat over de technologieën die in de komende honderd jaar ontwikkeld kunnen worden en die uiteindelijk het lot van de mensheid zullen bepalen. De manier waarop we met de mogelijkheden en de uitdagingen van de komende honderd jaar omgaan, bepaalt de route die het menselijk ras zal volgen.

## HET VOORSPELLEN VAN DE KOMENDE EEUW

Het voorspellen van de komende paar jaar, laat staan van de volgende eeuw, is een hachelijke zaak. Toch stelt het ons in staat om te dromen over technologieën die op een dag ons leven zullen veranderen.

In 1863 ondernam de grote schrijver Jules Verne zijn waarschijnlijk meest ambitieuze project. Hij schreef een profetische roman getiteld *Parijs in de twintigste eeuw*, waarin hij al zijn fantasie en zijn enorme talent de vrije loop liet om de volgende eeuw te voorspellen. Helaas ging het manuscript verloren in de nevelen van de tijd, totdat zijn achterkleinzoon er bij toeval op stuitte in een kluis waar het bijna 130 jaar lang veilig gelegen had. Hij beseftte onmiddellijk dat hij een schat had gevonden. Hij liet het in 1994 publiceren en het werd een bestseller.

In 1863, toen het boek geschreven werd, heersten koningen en keizers nog altijd over eeuwenoude rijken, terwijl straatarme boeren dag in, dag uit met gekromde ruggen het land bewerkten. De Verenigde Staten werden geteisterd door een vernietigende burgeroorlog die het land bijna in tweeën scheurde. En stoommachines waren nog maar net begonnen om de wereld grootschalig te veranderen. Maar Verne voorspelde dat Parijs in 1960 glazen wolkenkrabbers zou hebben, en airconditioning, tv, liften, hogesnelheidstreinen, automobielen aangedreven door benzine, faxmachines en zelfs iets dat op internet leek. Met verbazingwekkende nauwkeurigheid schilderde Verne het leven in het moderne Parijs.

Het was geen toevalstreffer, want een paar jaar later deed hij een andere spectaculaire voorspelling. In 1865 schreef hij *Van de aarde naar de maan*, waarin hij de details voorspelde van de missie die astronauten honderd jaar later, in 1969, naar de maan bracht. Hij voorspelde met grote precisie de omvang van de ruimtecapsule, de plaats van de lanceerbasis in Florida niet ver van Cape Canaveral, het aantal astronauten aan boord, de lengte van de reis, de gewichtloosheid die de astronauten zouden ondervinden en ten slotte bij terugkeer de finale plons van de capsule in de oceaan. (De enige grote fout in zijn voorspelling was het gebruik van buskruit in plaats van raketbrandstof om de astronauten naar de maan te schieten. Maar vloeibare raketbrandstof zou pas zeventig jaar later uitgevonden worden.)