

Frans Saris

## Fysica in fictie

### Over het beeld van de wetenschap in scheppend proza

*De Academische Boekengids* 55, maart 2006, pp. 21-23.

**De door Einstein, Lorentz, Bohr, Heisenberg en anderen veroorzaakte wetenschappelijke revolutie heeft niet alleen onze samenleving veranderd, maar ook het werk van schrijvers als Harry Mulisch, Michael Frayn en Michael Crichton. Hun pessimistisch wereldbeeld, waarin de fundamentele stuwende krachten van de natuur onvermijdelijk leiden tot maximale wanorde en chaos, berust echter op een verkeerd beeld van de Wetten van de Fysica.**

*'In this world, the passage of time brings increasing order. Order is the law of nature, the universal trend, the cosmic direction. If time is an arrow, that arrow points toward order. The future is pattern, organization, union, intensification; the past, randomness, confusion, disintegration, dissipation.'*

Over Albert Einstein is veel bekend maar niet wat hij droomde toen hij werkte aan zijn speciale relativiteitstheorie. Voor Alan Lightman, de fysicus en romanschrijver die ik hierboven citeer, is dit een prachtige gelegenheid om vierentwintig soorten tijd te bedenken in evenveel fabels gedroomd in net zoveel nachten. Het zijn allemaal visies, lichtvoetige verkenningen over de essentie van tijd, over het avontuur van creativiteit, over alles wat mogelijk is en over de schoonheid van *Einstein's dreams*.

In ons dagelijks leven zijn de effecten van Einsteins relativiteitstheorie zo gering dat we er nauwelijks iets van merken. Het fascinerende van Alan Lightmans roman is dat hij een link legt tussen onze verrassende ervaringen en de onbegrijpelijke kanten van de tijd. Ervaringen die hebben geleid tot gezegden als: de tijd vliegt, te allen tijde, in deze tijd, goede tijden, slechte tijden, de tijd is op, tegelijkertijd, tijd maken, de tijd bijhouden, in een mum van tijd et cetera. Over elk van deze soorten tijd schreef Lightman een kort verhaal, een droom. Uit een van *Einstein's dreams* koos ik het citaat over mijn favoriete 'arrow of time'. Het is de pijl die wijst naar orde. De natuurkunde leert ons dat deze droom werkelijkheid wordt - maar de lezer kan gerust zijn: dit wordt geen pleidooi voor 'Intelligent Design'.

In het jubileumnummer van *De Gids*, ter gelegenheid van de 150ste jaargang, stelde een van de kopstukken uit de Nederlandse natuurwetenschappen van de twintigste eeuw, H.B.G. Casimir, de vraag: 'Zou een toekomstig archeoloog, die het over enige duizenden jaren aan zal durven in de nog steeds radioactieve puinhopen van onze door kernwapens vernietigde beschaving te gaan graven en die door een wonder een nog gave collectie van gedichten in handen krijgt, maar geen andere geschriften, zou die archeoloog daaruit ook maar enigermate een inzicht krijgen in onze huidige maatschappij?'

Het aantal dichters dat in het *Gids*artikel geciteerd wordt, is heel beperkt (een voetnoot vermeldt wel dat Gerrit Achterberg zijn beelden vaak ontleende aan wetenschap en techniek). Toch concludeerde Casimir dat er zo'n grote kloof gaapt tussen dichtkunst en natuurwetenschap dat zijn archeoloog weliswaar een 'stralend' maar toch onnauwkeurig beeld zal krijgen van onze huidige maatschappij: 'natuurwetenschappelijke kennis is een aanzienlijk deel van onze kennis, op wetenschap gebaseerde technologie is een essentieel element van onze materiële omgeving. Vindt men dit nu weerspiegeld in de dichtkunst? Ik meen van niet.'

Casimir is geen Komrij en misschien loont het de moeite *De Nederlandse Poëzie van de 19de en 20ste eeuw in 1000 en enige gedichten* te onderwerpen aan een analyse op natuurwetenschap en techniek. Maar waarom zou de archeoloog zich beperken tot poëzie? Stel dat hij *De ontdekking van de hemel* zou vinden, of *Nooit meer slapen*: romans die zo doordrongen zijn van moderne wetenschap en techniek dat ze alleen in de twintigste eeuw geschreven kunnen zijn. En alle non-fictieliteratuur niet te vergeten, een genre dat naar zijn aard een weergave is van de ontwikkelingen in wetenschap en techniek en zo populair is geworden dat het soms lijkt alsof de roman aan het verdwijnen is.

Het algemeen cultureel tijdschrift *De Gids* publiceert zowel poëzie, korte verhalen als essays. Het zou slecht gesteld zijn met dit blad als je alleen aan de jaargang op het omslag kon zien in welk tijdsgewricht de inhoud tot stand is gekomen. Stel dat Casimirs archeoloog als door een wonder de nog gave en gebundelde jaargangen van *De Gids* tussen de puinhopen van de twintigste eeuw zou vinden, zou hij dan wél enigermate een inzicht krijgen in onze huidige maatschappij?

Op zoek naar een antwoord op deze vraag werd een bibliografie gemaakt van alle artikelen over natuurwetenschappen in *De Gids* van 1900 tot 2000. Dit bleken er 929 te zijn van 340 auteurs die samen 9000 pagina's vulden met wetenschap: bijna 8 procent van de totale inhoud van het tijdschrift in de twintigste eeuw. Hieruit selecteerden Rob Visser en ik 60 essays en een enkel gedicht voor een bloemlezing onder de titel *Trots en twijfel. Kopstukken uit de Nederlandse natuurwetenschap van de twintigste eeuw*.

De artikelen uit de eerste helft van die eeuw tonen wat onder wetenschapshistorici onze Tweede Gouden Eeuw is gaan heten, met Nobelprijswinnaars als Van 't Hoff, Van der Waals, Lorentz, Zeeman en Kamerlingh Onnes. In de tweede helft van de eeuw gaan de artikelen meer over de revoluties die vooral de natuurkunde heeft veroorzaakt. Inderdaad, de relativiteitstheorie, de kwantummechanica en de 'Big Bang' hebben ons wereldbeeld drastisch gewijzigd terwijl de wereldorde dramatisch is veranderd door de bom, de computer en lasers.

Deze wetenschappelijke ontwikkelingen hebben ook een plaats gekregen in de non-fictieliteratuur in *De Gids*. Maar waarom zouden we ons beperken tot essays over wetenschap in *De Gids*? Waarom niet het hele spectrum van de literatuur onder de loep genomen en fictie in het bijzonder? Hier wil ik een kleine bloemlezing presenteren van fysica in fictie.

Mijn kampioen is Harry Mulisch, want natuur- en sterrenkunde spelen een belangrijke rol in *De ontdekking van de hemel*. Omdat men in de hemel ontdekt heeft dat de mens sinds de opkomst van de moderne wetenschap niet meer aan God maar alleen aan zichzelf gelooft, wordt het verbond met de mensheid opgezegd. In een fenomenale plot die in mensenogen alleen op toeval kan berusten, maar in werkelijkheid door een onzichtbare hand wordt gestuurd, gaan de tien geboden terug naar de hemel. En passant doet Mulisch zelf twee 'ontdekkingen' op het gebied van natuur- en sterrenkunde die een nadere analyse waard zijn.

Iedereen weet dat als wij naar een ster kijken, het licht van die ster lange tijd door de ruimte heeft gereisd voordat het ons oog treft. Daarom zien we licht dat lang geleden is uitgezonden en nemen wij de ster waar op een positie en in een toestand die inmiddels veranderd zullen zijn. De dichtstbijzijnde ster zien we op een plek en met een helderheid van vier jaar geleden. We kunnen ook sterren waarnemen die miljoenen lichtjaren hiervandaan staan: we zien ze dan in een toestand van miljoenen jaren geleden. Hoe ze nu eruitzien, kunnen we nog niet waarnemen.

Mulisch draait het om en vraagt zich af hoe de aarde eruitziet als je er vanuit de sterren naar zou kunnen kijken. Vanuit de dichtstbijzijnde ster kun je de aarde zien in een toestand zoals die hier vier jaar geleden was; vanuit een ster die op een afstand van duizend lichtjaren staat, moet je de aarde kunnen waarnemen zoals die er duizend jaar geleden uitzag. Door het heelal zweven, volgens Mulisch, alle beelden van de hele geschiedenis van onze aarde vanaf haar ontstaan tot het heden.

Strikt genomen is dit niet helemaal correct, want er zweven geen beelden door het heelal maar lichtstralen. Pas door te kijken, het licht te focuseren, zou men een afbeelding kunnen maken van onze aarde, vier, duizend of een miljoen jaar geleden. Hoe fascinerend dat ook is, wij zullen die beelden uit onze eigen geschiedenis nooit met onze eigen ogen zien want daarvoor zouden wij ze moeten inhalen en dus sneller door het heelal moeten kunnen reizen dan het licht. Helaas is ons dat niet gegeven. Wel kunnen ruimtereizigers in de toekomst een oogje in het zeil houden door af en toe achterom te kijken naar de aarde om te zien wat er na hun vertrek van terecht is gekomen.

Mulisch zou toch liever de beelden van onze geschiedenis willen zien. Dus heeft hij bedacht dat hemellichamen het licht weerkaatsen. In principe zouden wij dus onze eigen geschiedenis moeten kunnen waarnemen door naar het licht te kijken dat de aarde in het verleden heeft uitgezonden en dat door alle hemellichamen in het heelal terug naar de aarde weerkaatst wordt.

Ook dit idee is fascinerend als het kon, maar dan moet wel een aanzienlijk deel van het licht dat door het heelal reist teruggekaatst worden. Dat is niet zo. In de sterrenkunde is dit bekend als de Olbers-paradox. Als het licht niet zou ontsnappen en altijd wel ergens in het heelal zou worden teruggekaatst, dan zou de hemel 's nachts net zo licht zijn als overdag. Dat is niet het geval, omdat er in het heelal zo weinig materie is dat de vrije weglengte van het licht groter is dan de omvang van ons heelal. De recent ontdekte 'donkere materie' zal ons in deze niet helpen, want de wisselwerking met het licht is kennelijk zo gering dat deze materie 'donker' is. Het licht ontsnapt dus en daarmee gaat ook onze geschiedenis voorgoed verloren.

Mulisch beschrijft ook nog een sterrenkundige die plotseling bedenkt dat de onbegrijpelijke signalen die hij heeft opgevangen afkomstig zouden kunnen zijn van de plek in het heelal waar we naar de oorspronkelijke oerknal kijken. De signalen vanuit deze plek zouden nog meer roodverschuiving vertonen dan tot nu toe was waargenomen en daarom leek alles eerst zo onbegrijpelijk. De sterrenkundige heeft opeens het oneindig-kleine, oneindig-dichte, verdwijnpunt, de hemel zelf, ontdekt. Hij zal het niet kunnen navertellen want hij wordt door een steen uit de hemel gedood.

Dit is natuurlijk een fascinerend beeld. Maar wij zullen de oerknal nooit zo kunnen zien. Alleen vanuit een positie buiten ons heelal zou men de oerknal misschien kunnen waarnemen zoals Mulisch die beschrijft: een oneindig kleine punt waaruit alles tevoorschijn komt. Helaas is ons mensen ook dit niet gegeven want wij zitten midden in die punt. Wij staan er niet buiten maar maken deel uit van de oerknal en zien om ons heen een uitdijend heelal. Wij kunnen onmogelijk buiten ons heelal staan om te kijken hoe dit uitdijt. Dit is niet de positie van de mens maar die van God.

Enige tijd hebben natuur- en sterrenkundigen werkelijk geloofd de positie van God te kunnen innemen en zij hebben dat ook rondgebazuind. Dit heeft onder andere bijgedragen tot massale geloofsafval en

overdreven verwachtingen die door de wetenschap gekoesterd werden. Volgens Mulisch zal de zogenaamde beheersing van de natuur door wetenschap en technologie ertoe leiden dat 'de mensen uiteindelijk zichzelf nucleair zullen opstoken, verbranden via het gat dat zij in de ozonlaag hebben geslagen, oplossen in de zure regen, braden in het broeikaseffect, elkaar dooddrukken door hun aantallen, zichzelf ophangen aan de dubbele helix van het DNA, stikken in hun eigen afval'.

Dit pessimisme is typisch voor moderne literatuur. Mulisch is niet alleen. Vele schrijvers zijn ervan overtuigd dat, in de afwezigheid van de sturende hand van boven, wanorde en chaos de universele trend zullen zijn, een ontwikkeling die te wijten is aan een fundamentele natuurwet. Maar deze overtuiging berust op een verkeerd beeld van de wetenschap, zoals we hieronder nog zullen zien.

Voor een vleugje relativiteit ging ik te raden bij Alan Lightmans korte verhalen, voor de oerknal kwam ik terecht bij de fictie van Harry Mulisch. Voor de kwantummechanica, de derde revolutie in de moderne fysica, geef ik de voorkeur aan toneel. In zijn toneelstuk *Copenhagen* introduceert Michael Frayn drie karakters: Niels Bohr, zijn vrouw Margarethe en zijn collega Werner Heisenberg. Zij vertegenwoordigen drie kwesties, respectievelijk de kwantummechanica, het publiek begrip van de wetenschap en het maken van de atoombom.

Met de kwantummechanica kwam er een eind aan de klassieke natuurkunde van de negentiende eeuw. Dit gebeurde niet abrupt, want het kostte de twee helden Bohr en Heisenberg drie jaar voordat zij begrepen hoe de kwantummechanica moest worden geïnterpreteerd. Vandaag de dag is de kwantummechanica voor de meeste fysici nog steeds vreemd: Hoe kan een deeltje zich ook gedragen als een golf? Hoe is puur toeval te rijmen met causaliteit? Wat gebeurt er precies gedurende een fysisch experiment vóór de meting? In intrigerende gesprekken tussen de drie acteurs illustreert Frayn zowel de essentie als het vreemde van de kwantummechanica, de onzekerheidsrelatie of beter: het onbepaaldheidsprincipe.

*'Bohr: It starts with Einstein. He shows that measurement - measurement, on which the whole possibility of science depends - measurement is not an impersonal event that occurs with impartial universality. It's a human act, carried out from a specific point of view in time and space, from the one particular viewpoint of a possible observer. Then, here in Copenhagen in those three years in the mid-twenties we discover that there is no precisely determinable objective universe. That the universe exists only as a series of approximations. Only within the limits determined by our relationship with it. Only through the understanding lodged inside the human head.'*

Met deze woorden toont Frayn aan dat wij volgens Bohr en Heisenberg nooit zullen weten wat materie eigenlijk is noch waarvan het gemaakt is. Maar dit verhindert ons niet de kwantummechanica te gebruiken om heel nauwkeurig de uitkomst te voorspellen van onze experimenten. Voor Bohr betekende het begrijpen van de fysica dat hij het kon uitleggen aan zijn Margarethe.

*'Margarethe: Explain it to me? You couldn't even explain it to each other! You went on arguing into the small hours every night! You both got so angry!'*

Een van de onzekerheden waarover het toneelstuk gaat, is die van de menselijke herinnering, of in ieder geval van de geschiedschrijving. Heisenbergs rol in de Tweede Wereldoorlog wordt de verpersoonlijking, de icoon van deze onzekerheid. Heeft hij gewerkt aan Hitlers bom of heeft hij dit werk juist tegengehouden? Dat is de vraag.

*'Heisenberg: Most interesting. So interesting that it never even occurred to you. Complementarity, once again. I'm your enemy; I'm also your friend. I'm a danger to mankind; I'm also your guest. I'm a particle; I'm also a wave. We have one set of obligations to the world in general, and we have other sets, never to be reconciled, to our fellow-countrymen, to our neighbors, to our friends, to our family, to our children. We have to go through not two slits at the same time but twenty-two. All we can do is to look afterwards, and see what happened.'*

Natuurlijk hebben we studieboeken nodig bij het leren van de relativiteitstheorie, de kosmologie en de kwantummechanica, maar ik denk dat we hiervoor ook zouden moeten lezen in *Einstein's Dreams*, *De ontdekking van de hemel* en *Copenhagen*. Door fysica ook in fictie te bestuderen, leren we de filosofie, de geschiedenis, de sociologie, de ethiek en het publiek begrip van de wetenschap kennen.

**'ZOALS ZOVEEL SCHRIJVERS KIEST CRICHTON VOOR DE KANT VAN MULISCH EN ZIJN PESSIMISME: DE GENETICI ZULLEN DOOR HUN HEBZUCHT EN ARROGANTIE DE WERELD VERANDEREN IN EEN ANGSTAANJAGEND PARK VAN WILDE BEESTEN, DAT UITEINDELIJK ZAL LEIDEN TOT CHAOS EN HET UITSTERVEN VAN HET MENSDOM.'**

Op de grens tussen literatuur, sciencefiction en thrillers krijgen we eveneens een beeld van de wetenschap van de eenentwintigste eeuw. In dit genre spreekt Michael Crichton misschien wel het meest tot de verbeelding. Ik citeer:

*'He could not have wished a more knowledgeable audience. The Santa Fe Institute had been formed in*

*the mid-1980s by a group of scientists interested in the implications of chaos theory. The scientists came from many fields – physics, economics, biology, computer science. What they had in common was a belief that the complexity of the world concealed an underlying order which had previously eluded science, and which would be revealed by chaos theory, now known as complexity theory. In the words of one, complexity theory was “the science of the twenty-first century.”*

Eerst in zijn *Jurassic Park* en dan in *The Lost World*, waaruit dit citaat komt, laat Crichton er geen enkele twijfel over bestaan hoe hij denkt over wetenschap en technologie in de toekomst: zoals fysica de wetenschap was van de twintigste eeuw, zo zullen de bio- en levenswetenschappen de dienst uitmaken in de eenentwintigste eeuw. Zoals zoveel schrijvers kiest Crichton voor de kant van Mulisch en zijn pessimisme: de genetici zullen door hun hebzucht en arrogantie de wereld veranderen in een angstaanjagend park van wilde beesten, dat uiteindelijk zal leiden tot chaos en het uitsterven van het mensdom.

‘DOOR FYSICA OOK IN FICTIE TE BESTUDEREN, LEREN WE DE FILOSOFIE, DE GESCHIEDENIS, DE SOCIOLOGIE, DE ETHIEK EN HET PUBLIEK BEGRIIP VAN DE WETENSCHAP KENNEN.’

Om uiting te geven aan zijn ongerustheid over de ontwikkelingen in de wetenschap van de twintigste eeuw en het einde van de klassieke fysica citeert Bertrand Russell (in *The ABC to Relativity*) vier regels uit Lewis Carroll:

*‘But I was thinking of a plan  
To dye one’s whiskers green,  
And always use so large a fan  
That they could not be seen.’*

Dezelfde regels gebruikte Arthur Eddington in *The Nature of the Physical World* maar met een diepere betekenis: de gewoonte die de natuur kennelijk heeft om voor altijd haar fundamenteën voor ons verborgen te houden. In de eeuw sinds Lewis Carroll is een complete bibliotheek ontstaan van literatuur – fictie zowel als non-fictie – over de rol van wetenschappers; maar in deze eeuw is het optimisme van de Verlichting verdwenen om plaats te maken voor een postmodern pessimisme. De spiegel van de literatuur is beschadigd en verveerd en geeft een erg somber en verbrokken beeld van de wetenschap.

Moderne wetenschappers zijn in de literatuur het minst populair. Dit is de belangrijkste conclusie van Roslynn Haynes’ boek *From Faust to Strangelove*, een complete beschrijving van de wetenschapper in westerse literatuur. Met voorbeelden uit Britse, Amerikaanse, Duitse, Franse en Russische boeken onderzoekt Haynes de ‘persistent folklore of mad doctors of science’ en hun relatie tot de angst bij de burgers voor een onpersoonlijk, door mannen gedomineerd, sociaal onverantwoord bedrijven van wetenschappelijk onderzoek omwille van de wetenschap.

Zij komt tot de conclusie dat maar weinig echte wetenschappers – met uitzondering van Isaac Newton, Marie Curie en Albert Einstein – bepalend zijn geweest voor het gangbare beeld van de wetenschapper. Daarentegen zijn romanfiguren als Dr. Faustus, Frankenstein, Moreau, Jekyll en Dr. Strangelove extreem invloedrijk geweest in de evolutie tot het impopulaire stereotype. Haynes beargumenteert dat dit hoofdzakelijk te wijten is aan een gebrek aan communicatie:

*‘By failing to discuss with nonscientists what they are doing, scientists not only endanger society but limit themselves and their research in a number of ways. They may fail to perceive directions that would be profitable to their work; they may fail to convince funding bodies that what they are doing has any economic or social value; they may be left with no control over what is done with their research; and they will almost certainly be diminished as people.’*

Dit is alles goed en wel en communicatie is belangrijk, maar er is meer. Het is niet alleen het *publieke* begrip van de wetenschap maar ook het *juiste* begrip van de wetenschap dat telt. In zijn meest recente roman *State of Fear* vermengt Michael Crichton zijn fictie met een groot aantal grafieken van wetenschappelijke resultaten in één boek. Is dit de ultieme synthese tussen wetenschap en literatuur? Crichtons boodschap is luid en duidelijk: het juiste begrip van wetenschap is essentieel zowel voor de wetenschapper als voor de leek.

Crichton illustreert dit aan de hand van gegevens over klimaatverandering, waarvan de perceptie sterk afhangt van de maatschappelijke omgeving van de lezer. Als je lid bent van Greenpeace of afhankelijk bent van de olie-industrie, als je leeft in een beschaafd land beneden zeeniveau of in een van de ontwikkelingslanden, dan zul je een ander belang hechten aan de uitstoot van CO<sub>2</sub>. Bovendien kennen we het opzettelijk negeren van wetenschappelijke resultaten die een bepaalde groep in onze samenleving onwelgevallig is.

Het zal duidelijk zijn dat er sinds C.P. Snow iets veranderd is in onze cultuur. De door Einstein, Lorentz, Bohr, Heisenberg en anderen veroorzaakte wetenschappelijke revolutie heeft onze samenleving veranderd, evenals ons wereldbeeld zoals dat wordt weergegeven in onze literatuur. Maar zijn de verworvenheden van de moderne wetenschap wel op de juiste wijze doorgedrongen in onze cultuur?

Nauwelijks, zo merkte de Britse schrijver en wetenschapper Snow op:

*'A good many times I have been present at gatherings of people who, by standards of the traditional culture, are thought highly educated and who have with considerable gusto been expressing their incredulity at the illiteracy of scientists. Once or twice I have been provoked and have asked the company how many of them could describe the Second Law of Thermodynamics. The response was cold: it was also negative. Yet I was asking something which is about the scientific equivalent of: Have you read a work of Shakespeare's?'*

Wat is er met de Tweede Hoofdwet van de Thermodynamica dat deze net zo belangrijk maakt als het werk van Shakespeare? Veel mensen geloven dat de Tweede Hoofdwet stelt dat er in de natuur een tendens bestaat naar maximalisering van wanorde. Dat is een dramatische misvatting! Erwin Schrödinger vroeg het zich al af in zijn boekje *What is Life?*: Hoe heeft het leven kunnen ontstaan? Hoe is het mogelijk dat orde is ontstaan uit wanorde als de Tweede Hoofdwet van de Thermodynamica ons vertelt dat de natuur wanorde verkiest boven orde? Geen wonder dat Snow aandacht vroeg voor dit thema. Het is inderdaad een raadselachtige kwestie.

**'ZOWEL IN DE EXACTE ALS IN DE GEESTESWETENSCHAPPEN LEEFT IN BREDE KRING DE OPVATTING DAT "ZONDER HET INGRIJPEN VAN GOD" DE FUNDAMENTELE NATUURKRACHTEN ZULLEN LEIDEN TOT EEN MAXIMALE WANORDE EN CHAOS. IN WERKELIJKHEID WIJST ALLES IN HET LEVEN OP HET TEGENGESTELDE.'**

Non-fictieschrijvers als Richard Dawkins, Stephen J. Gould, Peter Atkins, Ilya Prigogine en Brian Greene hebben in feite Schrödinger gevolgd. Als de natuur de tendens heeft om wanorde te maximaliseren, zo stelden deze autoriteiten, dan is evolutie in feite een zinloze opeenvolging van mutaties en natuurlijke selectie die uiteindelijk leidt tot niets dan willekeur, desintegratie en chaos. Het is dan ook geen wonder dat de fictie van moderne auteurs als Michael Frayn, Harry Mulisch en Michael Crichton vandaag de dag even pessimistisch en uitzichtloos als populair is. Sinds C.P. Snow hebben beide culturen - wetenschap en literatuur - een gemeenschappelijke basis gevonden: het Postmoderne Pessimisme.

Zowel in de exacte als in de geesteswetenschappen leeft in brede kring de opvatting dat 'zonder het ingrijpen van God' de fundamentele natuurkrachten zullen leiden tot een maximale wanorde en chaos. In werkelijkheid wijst alles in het leven op het tegengestelde.

De Eerste Hoofdwet van de Thermodynamica stelt dat energie behouden moet blijven, maar de natuur heeft de vrijheid om die energie te verdelen. De natuur doet dat op zo'n manier dat - in overeenstemming met de Tweede Hoofdwet - de totale bewegingsvrijheid toeneemt. In sommige gevallen kan dit tot wanorde leiden, maar in andere kan de bewegingsvrijheid aanzienlijk toenemen wanneer een ordening wordt aangebracht, zoals door kristallisatie, die - zoals computersimulaties hebben aangetoond - optreedt omdat in het kristal de bewegingsvrijheid van moleculen groter is dan in de wanordelijke toestand. En zo blijkt het ook in werkelijkheid te gaan.

Dus anders dan alom wordt verondersteld, gaat de Tweede Hoofdwet niet over wanorde en is het maximaliseren van wanorde niet een drijvende kracht van de natuur. De Tweede Hoofdwet gaat over de energie die de natuur nodig heeft om met behoud van energie meer bewegingsvrijheid te verkrijgen, niet over een noodzakelijke toename van wanorde. De Noorse wetenschapper Lars Onsager vestigde als eerste hierop de aandacht, al in de tijd van Schrödinger. Recentere laboratoriumexperimenten en computersimulaties van structurele veranderingen in complexe moleculaire systemen hebben een toename in ordening laten zien onder condities waarin de bewegingsvrijheid toenam.

Vandaag de dag is een nieuwe verwijdering ontstaan tussen culturen. De oude tegenstelling tussen wetenschap en literatuur wordt overschaduwd door tegengestelde interpretaties van de Tweede Hoofdwet van de Thermodynamica. Aan de ene kant zegeviert het pessimistische wereldbeeld - in de moderne wetenschap net zo goed als in de literatuur - waar geloofd wordt dat de fundamentele stuwende krachten van de natuur leiden tot maximale wanorde en chaos.

Zoals we allemaal weten, zijn de mensen verantwoordelijk voor het creëren van chaos, in het bijzonder in de twintigste eeuw en met de hulp van wetenschappers. Maar in mijn ogen is de gedachte ongegrond dat dit te rechtvaardigen is en welhaast onvermijdelijk zou zijn vanwege de fundamentele stuwende krachten van de natuur.

Gelukkig bestaat er een positievere visie, die wordt ondersteund door recente theorievorming en experimenten. Die stelt dat de natuur energie nodig heeft om haar bewegingsvrijheid te maximaliseren. Het zou een enorm verschil maken in onze cultuur, wetenschap en literatuur, als we onze wereld niet langer zien als een wereld die tot wanorde gedreven wordt, maar als een wereld waarvan de stuwende kracht tot doel heeft de bewegingsvrijheid te maximaliseren.

**Frans W. Saris** is fysicus en decaan van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen aan de Universiteit Leiden. Dit is de bewerkte versie van een lustrumoratie gehouden in de Pieterskerk op 7 juni 2005 ter gelegenheid van de viering van het 430-jarig bestaan van de Universiteit Leiden.

## Besproken boeken:

*Copenhagen*  
door **Michael Frayn**  
Methuen Publishing Ltd. Londen 1998.  
116 pag., € 17,50

*De ontdekking van de hemel*  
door **Harry Mulisch**  
De Bezige Bij. Amsterdam 2006. (39ste druk)  
901 pag., € 20,00

*Einstein's Dreams*  
door **Alan Lightman**  
Bloomsbury Publishing. Londen 1994.  
192 pag., € 18,60

*State of Fear*  
door **Michael Crichton**  
HarperCollins Publishers. New York 2004.  
400 pag., € 22,95

*The Lost World*  
door **Michael Crichton**  
Alfred A. Knopf. New York 1995.  
416 pag., € 12,95

*Trots en twijfel. Kopstukken uit de Nederlandse natuurwetenschap van de twintigste eeuw*  
door **Frans W. Saris en Rob Visser**  
Uitgeverij Meulenhoff. Amsterdam 2005.  
528 pag., € 29,95

## Literatuur:

- **Michael Crichton** (1990). *Jurassic Park*. New York: Alfred A. Knopf.
- **Arthur Eddington** (1928). *The Nature of the Physical World*. Londen: The MacMillan Company.
- **Roslynn D. Haynes** (1994). *From Faust to Strangelove. Representations of the Scientist in Western Literature*. Baltimore/Londen: The Johns Hopkins University Press.
- **Bertrand Russell** (1997). *The ABC to Relativity. Understanding Einstein*. Londen: Routledge (5e herz. druk).
- **Erwin Schrödinger** (1992). *What is Life?* Cambridge: Cambridge University Press.
- **C.P. Snow** (1993). *The Two Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press.