

door Fred Muller

## Tijd wacht op niemand

Filosofische visies op het bestaan van de vierde dimensie

*De Academische Boekengids* 47, november 2004, pp. 7-9.

**Het fenomeen tijd speelt een rol in vele academische disciplines, van geschiedenis tot kosmologie, maar over de aard ervan bestaat grote onenigheid. Zijn er vele mogelijke toekomst, of is het onderscheid tussen heden, toekomst en verleden een vorm van bewustzijnsbegoocheling?**

Tijd is een eeuwig dankbaar onderwerp. Als geen ander speelt het in zoveel academische disciplines tegelijk - natuurkunde, psychologie, wijsbegeerte, techniek, kosmologie, taalkunde en geschiedenis, om de belangrijkste te noemen. En volgens sommigen gaat alle kunst uiteindelijk over de vergankelijkheid, en dus over de tijd. 'Time can tear down a building, or destroy a woman's face; hours are like diamonds, don't let them waste', zong Mick Jagger in 1974. Vier jaar eerder had Jagger - verrassend gekleed in smetteloos wit - bij het herdenkingsconcert voor Brian Jones in het Londense Hyde Park de volgende regels uit 1821 van een verwante ziel voorgedragen: 'Invulnerable nothings. We decay / Like corpses in a charnel; fear and grief / Convulse us and consume us day by day, / And cold hopes swarm like worms within our living clay.' De tijd wacht op niemand, zoveel is zeker.

Denkers slagen er soms in een nieuw licht te laten schijnen over de tijd. Dat in tegenstelling tot dichters, die in wezen steeds hetzelfde klaaglied over de tijd aanheffen, kennelijk omdat wij daar geen genoeg van kunnen krijgen. Het is in het bijzonder de twintigste-eeuwse natuurkunde geweest, en de door haar beïnvloede wijsbegeerte, waar de meest vernieuwende inzichten over de tijd vandaan kwamen. Toen daarom de British Academy de vooraanstaande exacte wijsgeer Jeremy Butterfield - de opvolger van Isaiah Berlin in *All Souls College* te Oxford - verzocht ter gelegenheid van haar honderdjarig bestaan, in 2002, over zijn vakgebied een bundel uit te brengen, was de keuze snel gemaakt. Het resultaat is *The Arguments of Time*, met negen overzichtsupstellen van niveau: vier zijn geheel gewijd aan tijd in de natuurkunde, andere gedeeltelijk; de overige onderwerpen zijn tijd in de literatuur, in de taal en in onze psyche.

*Four-Dimensionalism* is een wijsgerige monografie over tijd en bestaan. Daarmee won Theodore Sider in 2003 de prijs van de American Philosophy Association voor het beste filosofische boek van de twee voorgaande jaren. *Einstein's Clocks and Poincaré's Maps* is de jongste vrucht van de oorspronkelijkste natuurkundehistoricus van zijn generatie, Peter Galison. Het boek handelt over de tot op heden verwaarloosde rol die klokken en kaarten hebben gespeeld bij het ontstaan van de speciale relativiteitstheorie.

Het eerste hoofdonderwerp uit *Four-Dimensionalism* betreft een betrekkelijk recent debat onder filosofen, namelijk tussen de *enduristen* en de *perduristen*. Dit debat spitst zich toe op de vraag of objecten 'tijd-delen' hebben. Volgens de enduristen luidt het antwoord nee. Zij menen dat objecten 3-dimensioneel ruimtelijk zijn uitgebreid - de endurist Descartes sprak van *res extensa*. Op ieder moment dat objecten bestaan, bestaan ze geheel en niet slechts gedeeltelijk. Maar volgens de perduristen luidt het antwoord bevestigend: objecten bestaan op ieder moment slechts gedeeltelijk; hun totale bestaan omvat hun 'geschiedenis door de tijd'. Objecten zijn 3+1-dimensioneel: hun totale bestaan omvat 3 ruimtelijke dimensies en 1 tijd-dimensie. Bijvoorbeeld: mijn leven als peuter en als puber zijn *tijd-delen* van mij, beide delen zijn weer tijd-delen van mijn jeugd, die op zijn beurt weer een tijd-deel is van mij als geheel. Net zoals mijn voet en neus *ruimte-delen* zijn van mij, mijn neus een ruimte-deel is van mijn gezicht, dat ook weer een ruimte-deel is van mij als geheel. Dit debat tussen enduristen en perduristen is verweven met een oud thema in de filosofie, namelijk de vraag waar de identiteit van een object in gelegen is: *waarom* ben ik dezelfde persoon die ik gisteren was? Sider gaat er uitvoerig op in.

HET DEBAT TUSSEN ENDURISTEN EN PERDURISTEN IS VERWEVEN MET EEN OUD  
THEMA IN DE FILOSOFIE, NAMELIJK DE VRAAG WAAR DE IDENTITEIT VAN EEN  
OBJECT IN GELEGEN IS: WAAROM BEN IK DEZELFDE PERSOON DIE IK GISTEREN  
WAS?

Het tweede hoofdonderwerp uit *Four-Dimensionalism* is het debat tussen de aanhangers van wat we gemakshalve *de menselijke visie* en *de goddelijke visie* op tijd zullen noemen. Dit debat heeft de filosofische gemoederen regelmatig verhit. Volgens de menselijke visie bestaat er een objectief onderscheid tussen toekomst en verleden, die immers structureel van elkaar gescheiden zijn door het heden: de toekomst is onbepaald, terwijl het verleden onveranderlijk vastligt. Mogelijke toekomstige gebeurtenissen zijn *nu* geen van alle werkelijk; sommige zullen werkelijk worden op het moment dat de tijd bij hun tijd-coördinaten is aangeland. Dan *gebeuren* ze en vanaf dat moment behoren ze tot het onveranderlijke verleden. Mogelijke gebeurtenissen die niet plaatsvinden, zoals 'In 2000 won Al Gore de verkiezingen van G.W. Bush', behoren niet tot het verleden. Aristoteles was de eerste filosoof die tot een

dergelijke visie geraakte naar aanleiding van zijn befaamde *Zeeslag-redenering*. Die luidt als volgt.

Indien beweringen waar of onwaar zijn, en waarheid correspondeert met datgene wat gebeurt (en onwaarheid met datgene wat niet gebeurt), en indien waarheid tijdloos is, dan ligt het vandaag vast wie morgen de zeeslag bij plaats *P* zal winnen, namelijk partij *X* die genoemd wordt in de ware bewering 'Partij *X* wint op datum *T* de zeeslag bij plaats *P*'. Hoewel wij nu niet weten welke bewering over morgen waar is, ligt nu al wel vast wat er gaat gebeuren. In filosofische terminologie: de toekomst is *epistemisch* onbepaald maar *ontologisch* bepaald (epistemologie is kenleer en ontologie is zijnsleer).

Teneinde deze fatalistische conclusie af te wenden, verwierp Aristoteles de premisse dat waarheid en onwaarheid van beweringen over gebeurtenissen in de wereld *tijdloos* zijn. Beweringen over de toekomst zijn *nu* waar noch onwaar; beweringen over het heden en het verleden zijn *nu* wel waar of onwaar. Dit is in harmonie met de menselijke visie op de tijd. Deze verwoordt onze alledaagse tijdsbeleving en is verankerd in onze taal: wij vervoegen werkwoorden in verleden, heden en toekomstige tijd. De goddelijke visie ontkent dit alles: het onderscheid tussen heden, verleden en toekomst is ontologisch leeg en is een soort van bewustzijnsbegoocheling, door de wetenschapsfilosoof Adolf Grünbaum vergeleken met het zien van kleuren. *Nu* en *toen* hebben geen andere ontologische status dan *hier* en *daar*. Iedere bewering over de wereld is tijd- en plaatsloos waar of onwaar. De goddelijke visie past uitstekend bij het perdurisme, terwijl de menselijke visie aansluit bij het endurisme; hoewel Sider driftig beargumenteert dat ook enduristen de goddelijke visie op tijd kunnen aanhangen. Het verschil tussen beide visies op de tijd heeft onverwacht verstrekkende gevolgen.

Een befaamd gevolg is dat de menselijke visie moeilijk te verenigen lijkt met de speciale relativiteitstheorie. Voor de goddelijke visie is dat een peulenschil. Immers: wanneer we het heden definiëren als de verzameling gebeurtenissen met dezelfde tijd-coördinaat (kijk op de kalender om te weten welke), dan gaat de vraag of een gebeurtenis heeft plaatsgevonden of niet, afhangen van de manier waarop wij ons referentiestelsel, inclusief tijdrekening kiezen - vanwege de relativiteit van gelijktijdigheid. Voor ten opzichte van elkaar bewegende referentiestelsels *verschillen* de verzamelingen gelijktijdige gebeurtenissen, en de discrepantie groeit naarmate het snelheidsverschil de lichtsnelheid nadert. Voor aardbewoners ligt een zekere gebeurtenis aan het andere uiteinde van het heelal in het verleden en heeft dus plaatsgevonden, terwijl voor een ander wezen, langs de aarde schierend in zijn ruimteschip, die gebeurtenis in de toekomst ligt en dus niet heeft plaatsgevonden; en dus in beginsel voorkomen kan worden (hoewel niet door dat wezen). Dit botst met de menselijke visie: we kunnen niet kiezen of een gebeurtenis heeft plaatsgevonden of niet. Wél kunnen we kiezen welke ruimte-tijd-coördinaten we aan de gebeurtenissen toeschrijven. En sommige mogelijke toekomstige gebeurtenissen die binnen onze macht liggen, kunnen we laten gebeuren of voorkomen, zoals de gebeurtenis om dadelijk *Adonais* van Shelley eens te lezen, of het nummer *Time waits for no one* van de Rolling Stones te beluisteren. Maar ik ben geboren in dit heelal en *dat* kan niemand veranderen door op de trein te stappen, op aarde of op de planeet Bracchus aan het andere uiteinde van het heelal. Kortom: de menselijke visie lijkt frontaal te botsen met de speciale relativiteitstheorie door de relativiteit van gelijktijdigheid.

MAAR IK BEN GEBOREN IN DIT HEELAL EN DAT KAN NIEMAND VERANDEREN DOOR OP DE TREIN TE STAPPEN, OP AARDE OF OP DE PLANEET BRACCHUS AAN HET ANDERE UITEINDE VAN HET HEELAL. KORTOM: DE MENSELIJKE VISIE LIJKT FRONTAAL TE BOTSSEN MET DE SPECIALE RELATIVITEITSTHEORIE DOOR DE RELATIVITEIT VAN GELIJKTJDIGHEID.

*Four-Dimensionalism* is een beoordelende samenvatting van de hedendaagse stand van zaken in deze twee debatten: de menselijke versus de goddelijke visie op tijd, het endurisme versus het perdurisme. Metafysische, wetenschappelijke en linguïstische argumenten wisselen elkaar af. Sider schroomt niet te laten zien waar hij staat - om niet te zeggen dat hij daar geen genoeg van kan krijgen: hij toont zich een overtuigd perdurist die de goddelijke visie op de tijd aanhangt.

Bij wijze van kritische kanttekening moet mij van het hart dat Siders behandeling van de tijdlogica, die ontegenzeggelijk een paradepaard van de analytische filosofie is - op olympisch kwaliteitsniveau bereden door A.N. Prior (1914-1969), onder andere in zijn meesterwerken *Time and Modality* (1957) en *Past, Present and Future* (1967) - ronduit amateuristisch aandoet. En een grote lacune in *Four-Dimensionalism* is de afwezigheid van het artikel 'Past, Present, Future and Special Relativity' van Nataša Rakić, verschenen in *The British Journal for the Philosophy of Science* (1997). Dat geschrift reken ik zonder aarzelen tot de tien belangwekkendste bijdragen op het terrein van het tijdsvisiedebat over de speciale relativiteitstheorie. Deze promovenda van de Amsterdamse logicus Johan van Benthem heeft een formele axiomatisering van de ruimte-tijd van Minkowski (de kern van de speciale relativiteitstheorie) opgesteld, het idee van de menselijke visie op tijd geformaliseerd, *bewezen* dat de menselijke visie ondefinieerbaar is in de ruimte-tijd van Minkowski en *bewezen* dat de menselijke visie consistent toegevoegd kan worden aan de speciale relativiteitstheorie. Het laatste impliceert dat het debat over de logische verenigbaarheid van de speciale relativiteitstheorie en de menselijke visie op tijd achterhaald is. Niettemin sluit Sider zijn bespreking van de menselijke visie in de context van de speciale relativiteitstheorie doodleuk af met de tegengestelde conclusie, namelijk dat voorlopige *verwerping* van de menselijke visie in orde is.

Galison's bijdrage aan de geschiedschrijving van de theorie die de hoofdrol speelt in de filosofische debatten over tijd, namelijk de speciale relativiteitstheorie, zal van blijvende waarde zijn. Want Galison brengt een element in die geschiedschrijving dat tot nu toe over het hoofd is gezien. Gedurende de tweede helft van de negentiende eeuw leidde de enorme maatschappelijke behoefte aan nauwkeurige klokken en kaarten in de beschaafde wereld tot een even enorme aandacht voor het probleem van de synchronisatie van klokken die verspreid staan over de gehele aarde. De koopvaardij, de marine, de landmacht, de politiek (denk aan het bepalen van landsgrenzen, in het bijzonder die van de toenmalige koloniën), de wetenschap (aardrijkskunde, geologie, sterrenkunde), de spoorwegen, de post: de roep om wereldwijde overeenstemming over plaats en tijd kwam uit alle mogelijke richtingen, in een oorverdovend crescendo. De techniek spon een wereldwijd web van honderdduizenden kilometers telegraafdraad en -kabel. Als gigantische stalen spinnen kropen de oceaanstomers over de Atlantische Oceaan en rolden hun mandikke kabels op de bodem uit. Eenmaal gelegd, deed zich het synchronisatieprobleem voor: hoe zet je klokken gelijk die op transatlantische afstanden van elkaar staan? Eigenlijk een technisch probleem.

Wie dit heeft opgelost, weet niemand. Negentiende-eeuwse technici gebruikten hiervoor de *telegraafvergelijking*. Wanneer een signaal van Oost naar West reist, zeg door een transatlantische kabel van Europa naar Amerika, dan is het schijnbare tijdsverschil gelijk aan het werkelijke, gemeten tijdsverschil in lengtegraad *plus* de *transmissietijd* (de tijd die nodig is voor het signaal om de kabel te doorlopen). Gaat een signaal van West naar Oost, dan moet men van het schijnbare tijdsverschil de transmissietijd *afrekken*, omdat de aarde in West-Oostelijke richting draait, en niet andersom. Dit leidt tot twee lineaire vergelijkingen van plaats en tijd. Maar de exacte bepaling van het werkelijke verschil in lengtegraad is moeilijk: om dat te bepalen, moest men *gelijktijdig* de positie van de klokken in Europa en Amerika bepalen ten opzichte van een gekozen referentiepunt in de sterrenhemel. Dat is lastig, want dag en nacht vallen in Europa en Amerika niet samen en sterren kun je alleen aan een nachthemel zien. Fataal is echter dat men bezig was met een synchronisatieprocedure: wanneer die procedure het bestaan van gelijklopende klokken in Europa en Amerika vooronderstelt, dan zitten we gevangen in een cirkel. Het verlossende inzicht is nu dat we het werkelijke tijdsverschil niet hoeven te weten, omdat we dat verschil uit de twee bovengenoemde lineaire vergelijkingen kunnen elimineren door ze te combineren (met wiskunde uit de tweede klas van de middelbare school). De oplossing luidt dat de transmissietijd gelijk is aan de helft van het verschil tussen het verschil tussen het schijnbare Oost-West verschil en het schijnbare West-Oost verschil; dit resultaat heet de telegraafvergelijking. Het schijnbare verschil is exact te bepalen: dat is het verschil tussen vertrek- en aankomsttijd van het signaal, en die tijden kun je nauwkeurig aflezen op de twee plaatselijke klokken. Eenvoud is het kenmerk van het ware.

Henri Poincaré, Franse baanbreker in de wiskunde, zette als jarenlange medewerker van het *Bureau des Longitudes* synchronisatie-expedities op touw. Hij kon de telegraafvergelijking dromen. Einstein zag gedurende zijn achtjarige loopbaan (1901-1909) als beoordelaar van octrooiaanvragen te Bern talloze ontwerpen van elektrische klokken en toestellen voorbijkomen; die wilde men gebruiken bij synchronisatienetwerken. Hoewel er geen direct bewijs is dat de telegraafvergelijking ooit onder Einsteins ogen is gekomen, acht Galison het zeer onwaarschijnlijk dat zij niet in enige octrooiaanvraag voorkwam (dit valt niet meer te achterhalen uit het archiefmateriaal). Bekend is dat Einstein een Duitse vertaling van de wetenschapsfilosofische kassakraker van Poincaré heeft gelezen, *La science et l'hypothèse* uit 1902, waarin ook een deel van diens artikel 'Tijdmeting' was opgenomen. Daarin komt de telegraafvergelijking voor, in de vorm die iedere natuurkundestudent kent: de synchronisatievergelijking van klokken in het algemeen. Einsteins vermaarde artikel uit 1905, 'Zur Elektrodynamik bewegter Körper', munt uit in precieze beschrijvingen, bevat weinig formules en nauwelijks verwijzingen. Daardoor vertoont het meer overeenkomsten met een octrooiaanvraag dan met een gangbaar theoretisch-fysisch artikel, aldus Galison.

Poincaré was, zoals onder wetenschapshistorici genoegzaam bekend, een eind op weg naar de speciale relativiteitstheorie voordat Einstein haar vond. Beiden namen het relativiteitsbeginsel van Galilei als pijler. Volgens dit beginsel hebben dezelfde experimenten uitgevoerd in ten opzichte van elkaar eenparig bewegende referentiestelsels dezelfde resultaten, zodat de relatieve snelheid tussen referentiestelsels niet mag voorkomen in de wiskundige formulering van de natuurwetten – die immers alle experimentele resultaten dienen te omvatten. Beiden kwamen uit bij de transformatieformules van H.A. Lorentz om de resultaten van referentiestelsels in elkaar om te zetten. Maar Einstein voegde daaraan het lichtpostulaat toe, die zegt dat de snelheid van het licht onafhankelijk is van de snelheid van de lichtbron. De synchronisatieprocedure is de ijzeren brug die Einstein tussen het relativiteitsbeginsel en het lichtpostulaat hing. Op basis daarvan bouwde hij de speciale relativiteitstheorie op en leidde hij spectaculaire gevolgen af, zonder een beroep te doen op de 'ether', zoals *lengtekrimp* (bewegende meetlatten worden korter), *tijdrek* (bewegende klokken lopen langzamer), de onmogelijkheid om materie sneller dan het licht te laten bewegen, en de omzetbaarheid van materie in energie:  $E=mc^2$ .

Een beslissend verschil tussen Poincaré en Einstein is dat de Fransman het bestaan onloochenbaar achtte van een medium waarin lichtgolven zich voortplanten – zoals lucht het voortplantingsmedium is van geluidsgolven en de zee van tsunami's. Einstein schafte dit medium, de *ether* genaamd, af, en verkondigde dat licht, en elektromagnetische golven in het algemeen, periodieke, op zichzelf bestaande elektromagnetische velden zijn, oplossingen van de vergelijkingen van Maxwell, die zich door de lege ruimte kunnen voortplanten. Men kan volhouden dat Einstein het etherpostulaat van Poincaré en Lorentz verving door zijn lichtpostulaat.

In de wordingsgeschiedenis van de speciale relativiteitstheorie, beweert Galison, zien we overal lokale fluctuaties tussen idee en instrument, tussen het abstracte en het concrete, tussen fabriek en laboratorium, tussen wijsbegeerte en technologie. Er is geen sprake van eenrichtingsverkeer tussen al deze polen, zo benadrukt Galison.

Het verschil tussen Poincaré en Einstein is dat de bejaarde, behoudende Fransman continuïteit met de traditie in de natuurkunde vooropstelde en zijn werk naadloos zag aansluiten bij de klassieke elektrodynamica. Daarin is de ether het trillende medium waarin licht zich voortplant. De jonge, rebelse Zwitser daarentegen forceerde zelfbewust een breuk met de traditie door de ether af te schaffen en de golven op te vatten als een periodiek veranderend op zichzelf staand elektromagnetisch veld – spoedig opgevat als een stroom van energiepakketjes, later *fotonen* genaamd. Galison laat overtuigend zien dat Poincaré aan tweerichtingsverkeer deelneemt. Maar de zaak voor Einstein wankelt en bibbert. Met de zojuist genoemde beslissende stap die Einstein wel zet en Poincaré niet, weet Galison eigenlijk geen raad. Ineens maken de plaatjes in zijn boek van klokkentorens in Bern en advertenties van de *Elektrotechnische Fabrik* van vader Jacob Einstein & Cie., teneinde aannemelijk te maken dat ook bij Einstein externe invloeden hun aandeel opeisen, een machteloze indruk. De beslissende stap van Einstein is de intellectuele stoutmoedigheid die het historisch onnavolgbare genie definitief onderscheidt van al zijn tijdgenoten. Het is dezelfde stoutmoedigheid die Einstein onmiddellijk deed inzien welke onverwachte gevolgen zijn theorie had.

De speciale relativiteitstheorie dateert van 1905. Sindsdien is er meer gebeurd in de natuurkunde dat repercussies heeft voor ons begrip van tijd. Gedurende de periode 1907-1916 bedacht Einstein ook de algemene relativiteitstheorie. Volgens deze theorie beïnvloedt materie de structuur van de ruimte-tijd en bestaat zwaarte niet langer als wisselwerking tussen materie: licht en lichamen waarop geen krachten werken, volgen altijd de kortste weg door de ruimte-tijd (geodeten). Die weg hoeft niet recht te zijn, doordat materie de ruimte-tijd *kromt*. Kromming is zwaarte. In een gekromde ruimte is een kromme de kortste verbinding tussen twee punten – denk aan een boloppervlak. Niet alleen de bewegingstoestand van een klok ten opzichte van een andere klok beïnvloedt het tijdsverschil tussen beide, zoals de speciale relativiteitstheorie dicteert, ook de aanwezigheid van materie beïnvloedt de loop van de klokken, via de kromming van de ruimte-tijd, zo dicteert de algemene relativiteitstheorie. Ineens krijgt het spreekwoord ‘Zoals het klokje thuis tikt, tikt het nergens’ een onverwachte wetenschappelijke lading.

INEENS KRIJGT HET SPREEKWOORD ‘ZOALS HET KLOKJE THUIS TIKT, TIKT HET NERGENS’ EEN ONVERWACHT WETENSCHAPPELIJKE LADING.

En dan zijn er ‘singulariteiten’: punt-gaatjes in de ruimte-tijd die ontstaan wanneer zware sterren aan het einde van hun levensloop imploderen. J.A. Wheeler noemde ze ooit *zwarte gaten* omdat ze alle opvallende straling absorberen. Daarin ‘bestaat tijd en ruimte niet’. Zulke gaatjes zijn ‘het niets’. Tijd en ruimte zijn er overigens niet altijd geweest. Met de oerknal is alles er gekomen: ruimte-tijd en energie. En via een lange en moeizame evolutie ook complexe moleculen, en zelfs het bewustzijn. (Oerknalkosmologie is trouwens een uitvloeisel van de algemene relativiteitstheorie.)

In *The Arguments of Time* komen naast de beide relativiteitstheorieën andere, jongere, speculatieve natuurkundige theorieën aan bod, in het bijzonder de pogingen om een kwantumversie van de algemene relativiteitstheorie te maken. Hoewel laatstgenoemde theorie een gigantisch bereik heeft, van planeet tot heelal, is de algemene verwachting dat zij op zeer kleine afstandschaal hopeloos ontoereikend zal blijken. Want in de microfysische wereld regeert de kwantumfysica. In diverse ‘kwantum-zwaartetheorieën’ die thans op de markt zijn, is de ruimte-tijd, en daarmee ook de tijd, zoekgeraakt. Men kan niets in deze theorieën ondubbelzinnig aanwijzen als datgene wat door klokken wordt gemeten. Tijd is vermoedelijk in zulke theorieën niet meer ‘fundamenteel’ – geen ‘primitief begrip’, in logisch jargon – maar zal uit andere, ‘meer fundamentele’ structuren moeten ‘verschijnen’. De vraag is hoe we dat moeten begrijpen – een vraag die menig exact wijsgeer doet kwijlen. De gezamenlijke bijdrage van samensteller Butterfield en wiskundig natuurkundige C.J. Isham is een even inzichtrijke als hypergeorganiseerde inleiding op deze vraag in de context van zogenaamde canonieke kwantum-zwaartetheorieën. De theoretisch natuurkundige Karel Kuchař treedt meer in de bijzonderheden van het probleem van de verloren tijd.

*The Arguments of Time* is geen samenraapsel van essays over een enkel thema, maar een sterk samenhangende bundel geworden. De essays verwijzen naar elkaar, vullen elkaar aan en verdiepen elkaar soms. Het is natuurkunde wat de klok slaat. De auteurs zijn zonder uitzondering kopstukken. De geestdriftige en informatieve bijdrage van Julian Barbour, bekend van *The End of Time* (1999), over het lot van de kritiek op absolute tijd (Mach), mag hier niet onvermeld blijven. Evenmin die van Gregory Currie, die zich afvraagt of literaire fictie ons iets leert over tijd – Past, Present, Proust – en met lege handen eindigt.

Kuchař vertelt in een voetnoot dat toen de Italiaanse kernfysicus Enrico Fermi naar de Verenigde Staten was geëmigreerd, hij een dollarcent gaf voor iedere correctie van zijn Engels, en voegt toe \$1.56 schuldig te zijn aan de samensteller. Dit zegt iets over de ernst en nauwgezetheid waarmee Butterfield zich van zijn taak heeft gekweten. Het is aan alle kanten af te lezen van dit monument van het denken over tijd. Met *The Arguments of Time* is men verzekerd van uren van heerlijke intellectuele inspanning: over tijd in de wijsbegeerte, in de taal, in de kunst, in de psyche en vooral in de natuurkunde.

**F.A. Muller** is als postdoc in de exacte wijsbegeerte verbonden aan het Instituut voor Geschiedenis en Grondslagen van de Natuurwetenschappen van de Universiteit Utrecht en aan de Faculteit Wijsbegeerte van de Erasmus Universiteit Rotterdam.

**Besproken boeken:**

*Einstein's Clocks and Poincaré's Maps. Empires of Time*

door **P. Galison**

Sceptre. Londen 2003.

389 pag., € 29,10

*Four-Dimensionalism. An Ontology of Persistence and Time*

door **T. Sider**

Oxford University Press. Oxford 2001.

xxiv + 255 pag., € 66,60

*The Arguments of Time*

door **J.N. Butterfield (red.)**

Oxford University Press. Oxford 1999.

xvi + 253 pag., € 50,40