

De tijd ter discussie: Einsteins revolutie

Marcel Janssen

Wat is tijd? Als niemand me er over vraagt, weet ik het, maar als ik het aan vrager moet beantwoorden, weet ik het niet.

St. Augustinus

De bestudering van het verleden is niet alleen voorbehouden aan de geschiedeniswetenschap. Er zijn andere wetenschappen waar het verleden weliswaar niet het centrale object van studie is, maar die wel fenomenen uit een vervlogen tijd bestuderen. Eén van die studies is de sterrenkunde. Op het eerste gezicht lijkt zij niets te maken te hebben met het verleden, zij bestudeert immers hemellichamen die wij vaak met het blote oog waar kunnen nemen. Wij zien de zon, de maan en de sterren aan het firmament, hoe kunnen die dan tot het verleden behoren? Een nadere bestudering zal aan het licht brengen dat er toch sprake is van een gebeurtenis die zich in het verleden heeft afgespeeld.

Het licht afkomstig van een ster die zich miljarden lichtjaren van de aarde bevindt zal niet onmiddellijk nadat het die ster heeft verlaten voor de mens te zien zijn. Het licht heeft een bepaalde tijd nodig voordat het op aarde waarneembaar is. De astronoom kijkt dus naar de toestand van een ster zoals die was toen het licht miljarden jaren geleden werd uitgezonden. De Leidse kosmoloog Icke heeft dat omschreven als: 'uitkijken in de ruimte is terugkijken in de tijd'. Een voorbeeld dat dit verschijnsel kan illustreren is de zogenaamde *Kosmische achtergrondstraling*. Deze is onmiddellijk na de geboorte van het heelal ontstaan (na de befaamde 'oerknal', ongeveer tien miljard jaar geleden) maar toch zijn sterrekundigen pas sinds 1968 in staat deze achtergrondstraling te bestuderen; toen bereikte zij de aarde.

Eén tijd?

De mens heeft zich in de loop van de geschiedenis nooit echt bekommerd om het karakter van de tijd. Zij was een absoluut gegeven waar niet al te veel bij stil werd gestaan. Toch waren er al vóór Einstein geluiden te horen die het absolute karakter van de tijd in twijfel trokken. Zo was voor Newton de tijd absoluut, waar en wiskundig: zij kon niet worden gemeten en zij was onafhankelijk van materie en

ruimte. Iets wat 'nu' in London wordt genoemd, is ook 'nu' in Hamburg, Peking en op de maan en op Sirius. Maar daarnaast bestond er volgens Newton ook een andere tijd die hij omschreef als de 'relatieve', de 'gewone' tijd. Tot deze relatieve tijd konden een uur, een dag en een maand worden gerekend. Ook de natuurkundige Mach heeft het concept van de absolute tijd in twijfel getrokken. Volgens hem is het een zinloos metafysisch concept omdat zij niet kon worden gemeten. De Franse wetenschapper Henri Poincaré verkondigde één jaar voordat Einstein zijn speciale relativiteitstheorie publiceerde, in een artikel de stelling dat 'er geen absolute tijd was' en dat het niet mogelijk was 'de gelijktijdigheid van twee gebeurtenissen te omvatten/begrijpen'. Zijn ideeën hebben zoveel gemeen met die van Einstein dat men zich wel eens heeft afgevraagd waarom niet hij maar de Duitse wetenschapper de relativiteitstheorie heeft 'bedacht'.¹ Het is echter Einstein geweest die het tijdsconcept in zijn *Speciale relativiteitstheorie* overhoop gooide. Samen met de *Algemene relativiteitstheorie* kan zij tot één van de grootste wetenschappelijke revoluties in de geschiedenis worden gerekend. Zij heeft verregaande implicaties gehad voor de conceptie van tijd en ruimte. In onderstaande wil ik dit dit gewijzigde tijdsconcept kort aanstippen.

De eindigheid van de lichtsnelheid speelt bij de verandering van het tijdsconcept zoals die door Einstein is verwoord een zeer belangrijke rol. Niets in de door ons bekende wereld gaat sneller dan het licht: het reist altijd met 300.000 kilometer per seconde door het heelal. Dit feit werd bewezen door het beroemde experiment dat Michaelson en Morley in 1887-1888 uitvoerden. Zij kwamen tot de conclusie dat de lichtsnelheid onveranderlijk blijft, zelfs als het licht zich in een voortbewegend voorwerp bevindt.

Dit concept van de constante snelheid van het licht zou uiteindelijk gevolgen hebben voor de manier waarop wij naar de tijd kijken. Want wat blijkt? Volgens Einstein zullen klokken in een bewegend object langzamer gaan lopen dan klokken die zich in een voorwerp in ruste bevinden. Met andere woorden: er is geen absolute tijd meer er is juist sprake van het bestaan van vele tijden! Einstein omschreef het principe in zijn artikel over de speciale relativiteitstheorie uit 1905 als volgt: 'Een klok die zich bevindt op de evenaar van de aarde, moet een klein beetje langzamer lopen dan een absoluut identieke klok (...) op de polen van de aarde'.

Om dit feit nader te verklaren wordt vaak het volgende voorbeeld gebruikt. Een lichtsignaal dat zich tussen twee stilstaande spiegels verplaatst, doet er bijvoorbeeld 0,5 seconde over om van de ene naar de andere spiegel te komen. Aangezien

1 Th. Glick (ed.) *The comparative reception of relativity* (Dordrecht 1987) 118-122.

het licht er één seconde over doet om een afstand van 300.000 km af te leggen, weet je dat als het licht tussen twee meetpunten een halve seconde reist het een afstand van 150.000 km moet hebben afgelegd. Maar wat gebeurt er nu als die lichtklok zich in een bewegend voorwerp, bijvoorbeeld in een trein bevindt? Voor een persoon die in de trein meereist zal er niets veranderen, zijn tijdsbeleving zal dezelfde zijn als toen hij nog niet met een bewegend voorwerp meereisde. Voor een observant die de trein ziet passeren zal er echter iets veranderen. De lichtweg die de klok in de trein aflegt lijkt voor hem langer te zijn omdat het licht in de trein door de beweging een schuin pad af legt. De weg die het licht in de trein aflegt om de andere spiegel te bereiken is volgens de observant langer dan volgens de man in de trein. En aangezien het licht nooit sneller kan reizen dan 300.000 km per seconde, moet de klok in de trein wel langzamer lopen om dit verschijnsel te verklaren.

Een ander beroemd voorbeeld is de zogenaamde *tweelingparadox*. Als je één van de twee met een raket met een snelheid gelijk aan die van het licht de ruimte in schiet terwijl de andere op aarde achter blijft, zal diegene die is weggeschoten als hij na een aantal jaren terugkeert op aarde zijn tweelingzus niet meer aantreffen: die zal het tijdige voor het eeuwige hebben verwisseld. Voor de ruimtevaarder mag er dan maar een aantal jaren zijn verstreken, op aarde zijn er in de tussentijd honderderden jaren verstreken.

Het empirische bewijs van Einsteins gelijk dat een klok in een bewegend voorwerp langzamer loopt werd in 1971 geleverd. Toen vloog een vliegtuig met aan boord een zeer nauwkeurige atoomklok enige tijd boven het aardoppervlak. Toen de tijd die de atoomklok aanwees werd vergeleken met de tijd die een atoomklok op aarde liet zien, bleek de tijd van de klok die zich in het vliegtuig had bevonden achter te lopen op de tijd die de klok aanwees die op aarde was achtergebleven.

Voor Einstein was dit tijdsconcept niet zomaar een interessante 'brainwave', maar het vormde daarentegen een belangrijk onderdeel van de speciale relativiteitstheorie:

Ik heb het probleem volledig opgelost. Een analyse van het concept van de tijd was mijn oplossing. Tijd kan niet absoluut worden gedefinieerd, en er is een onafscheidelijke relatie tussen tijd en de snelheid van het signaal.²

2 A. Fölsing, *Albert Einstein. A biography* (New York 1997) 155.

De minuut in gevaar

De man die in 1905 zijn eerste van twee baanbrekende artikelen in de *Annalen der Physik* publiceerde was geen bekende in de universitaire wereld. Sterker nog, hij was niet eens verbonden aan een universiteit. Einstein werkte in 1905 als ambtenaar op het patentbureau te Zwitserland. Dat hij wel degelijk pogingen heeft ondernomen een wetenschappelijke aanstelling te krijgen blijkt onder andere uit een sollicitatiebrief die hij schreef aan professor Kamerlingh-Onnes in Leiden. Een reactie op zijn sollicitatie mocht hij echter nooit ontvangen.

De publicatie in de *Annalen der Physik* leidde in eerste instantie niet tot een stortvloed aan reacties. Volgens zijn zuster was dat voor Einstein een teleurstelling. Zijn verwachting dat er diverse reacties op zijn artikel zouden komen kwam niet uit. Er volgde in eerste instantie absolute stilte: in de nummers volgend op het nummer waarin zijn artikel had gestaan werd geen gewag gemaakt van de theorie.³

De eerste gerenommeerde wetenschapper die meer dan een normale belangstelling voor het artikel van Einstein aan de dag legde was Max Planck. Hij schreef naar aanleiding van de publicatie een brief aan Einstein met het verzoek om nadere informatie over de theorie. De inhoud moet hem zeer hebben aangesproken want reeds in datzelfde jaar hield hij in Berlijn een lezing over het in de *Annalen* verschenen artikel. Twee andere wetenschappers, Minkowski en Röntgen, lieten door het opvragen van een kopie van het artikel eveneens blijken interesse te hebben in datgene dat Einstein had geschreven.⁴

De man die er indirect voor verantwoordelijk kan worden gehouden dat Einstein steeds meer steun en waardering kreeg voor zijn theorie was de al eerder genoemde Hermann Minkowski uit Göttingen. Hij zorgde enerzijds voor een wiskundige onderbouwing van de theorie, en anderzijds voor een popularisering daarvan door zijn lezing *Raum und Zeit* die hij in 1908 voor het *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* hield. Op dat congres heeft hij de volgende profetische woorden gesproken:

Vanaf heden zullen ruimte als zelfstandige eenheid en tijd als zelfstandige eenheid volledig als schaduw wegzinken en alleen nog een soort unie van beide zal zelfstandigheid behouden.

3 A. Pais, *'Subtle is the Lord...'* (New York 1982) 149-150.

4 Fölsing, *Einstein* 202.

Maar het meest in het oog springende wapenfeit dat op zijn conto kan worden geschreven is de benaming *vierde dimensie* die hij aan de tijd toekende. Einstein zelf was in het begin vrij ironisch over de term *vierde dimensie*: 'En toch, geen enkele bewering kan banaler zijn dan dat onze bekende wereld een vier-dimensioneel ruimte-tijd continuum is.'⁵

Dat Einstein zich wel degelijk realiseerde dat hij veel te danken had aan Minkowski blijkt uit zijn bewering dat hij de algemene theorie nooit geschreven zou hebben indien Minkowski zich niet over de speciale theorie gebogen had. En dit ondanks het feit dat hij over de door Minkowski gegeven mathematische onderbouwing van zijn eigen theorie het volgende opmerkte: 'Sinds de wiskundigen de relativiteitstheorie opgepakt hebben, begrijp ik haar zelf niet'.⁶

De aandacht vanuit de Angelsaksische wetenschappelijke wereld liet even op zich wachten, maar kwam er uiteindelijk wel. In 1908 hielden Amerikaanse wetenschappers zich al bezig met de relativiteitstheorie. Naast instemming met de theorie werd er ook kritiek geventileerd. De eerste reacties uit Groot-Brittannië droegen eenzelfde gemengd karakter. Enerzijds werd er gesproken over Einsteins principe van de tijd als 'het meest revolutionaire principe sinds de dagen van Riemann', anderzijds kon de theorie weinig goedkeuring wegdragen. Het volgende gesprekje tussen de Nobelprijswinnaars Wilhem Wien en Ernest Rutherford kan dat illustreren. Op de opmerking van Wien dat 'geen enkele Brit de relativiteit begrijpt' antwoordt Rutherford dat 'zij [de Britten] daarvoor teveel verstand hebben'. Een dergelijk antwoord kan representatief worden genoemd voor een grote groep Britse natuurkundigen die twijfelden over het belang van de theorie.⁷ In hoeverre hierbij een anti-Duits sentiment een rol heeft gespeeld kan niet met zekerheid worden gesteld.

Er was zelfs al belangstelling uit andere niet-Duitstalige landen. Professor Witkowski uit Polen was zo onder de indruk van het artikel dat hij een vriend adviseerde het te gaan lezen. Naar zijn inzicht was er een 'nieuwe Copernicus' geboren. Een andere fysicus sprak na het lezen van het artikel van 'een openbaring'. Daarnaast verscheen in 1910 de eerste Japanse publicatie over de relativiteitstheorie.

De interesse vanuit de tweede grote Europese mogendheid, Frankrijk, was echter uiterst bescheiden. De relativiteitstheorie bleef tot aan 1919 zo goed als

5 Ibidem, 245.

6 R. Clark, *Albert Einstein. Leben und Werk* (München 1974) 90-91.

7 Glick, *Comparative reception* 54-55.

onbekend bij de Franse wetenschappers. En als men wel op de hoogte was van de theorie werd die met onverschilligheid en vijandigheid bejegend.⁸

De eerste stap naar wetenschappelijke erkenning werd in 1909 gezet door de chemicus W. Ostwald. Hij stelde voor de Nobelprijs voor natuurkunde aan Einstein toe te kennen, en wel voor zijn speciale relativiteitstheorie. Het comite besloot de Nobelprijs niet aan Einstein toe te kennen omdat de theorie nog niet voldoende experimenteel geverifieerd was. Ook in de jaren 1912 tot en met 1914 en 1916 tot en met 1920 werd Einstein jaarlijks (!) voorgedragen voor de Nobelprijs. En ook voor deze nominaties geldt dat de voordracht (mede) was gebaseerd op de relativiteitstheorie.⁹ Einstein zou echter tot 1921 moeten wachten voordat hij de Nobelprijs voor natuurkunde in ontvangst mocht nemen (al deed hij dat niet zelf, op het moment van de prijsuitreiking bevond hij zich in Japan). De prijs werd hem niet toegekend voor de relativiteitstheorie maar voor zijn 'verdiensten voor de ontwikkeling van de theoretische natuurkunde en voor zijn ontwikkeling van de wet van het foto-electrisch effect'! De relativiteitstheorie werd niet als argument gebruikt. Dat nam niet weg dat in het 'juryrapport' wel zijdelings werd gerefereerd aan de relativiteitstheorie.

Er kan echter al eerder een serieuze wetenschappelijke erkenning met concrete gevolgen voor Einstein worden geconstateerd. In 1913 hadden de wetenschappers Planck en Nernst een succesvolle poging ondernomen Einstein lid te maken van de Pruisische Academie van Wetenschappen. In hun voordracht schrijven zij onder andere het volgende:

Zijn naam is vooral bekend geworden door het door hem in zijn beroemde verhandeling 'über die elektrodynamik bewegter Körper' [het artikel uit 1905] opgestelde principe van de relativiteit, (...) dat een met de aarde meebewegende beschouwer zich van een andere tijdrekening bedient dan een zich in een heliocentrisch systeem bevindende stilstaande beschouwer. De revolutionaire gevolgen van deze nieuwe opvatting van het tijdsbegrip, die invloed hebben op de gehele natuurkunde (...) hebben later door de wiskundige Minkowski een formulering gevonden, die het gehele systeem van de natuurkunde een nieuw eenheidsconcept geeft, waarin de tijddimensie als volledig gelijkwaardig met de drie ruimtedimensies optreedt.¹⁰

8 Ibidem, 113.

9 A. Pais, *Einstein lived here* (New York 1994) 70-72.

10 Clark, *Einstein* 125.

Of deze voordracht die als argument onder andere de nieuwe perceptie van de tijd aandroeg, de doorslag gegeven heeft om hem te benoemen is niet zeker, zeker is wel dat de deur voor de academie voor Einstein door deze lovende woorden open werd gezet. Op 20 november verklaarde de minister dat de keizer instemde met de benoeming van Einstein. Die liet op zijn beurt op 7 december 1913 weten zijn benoeming tot lid van de academie te aanvaarden. De eerste formele erkenning vanuit de wetenschappelijke wereld was daarmee een feit.

Tot nu toe is de aandacht vooral geconcentreerd geweest op de wetenschappelijke wereld, en dat is ook niet vreemd. Voor de niet-wetenschappelijke wereld bleef Einstein zo goed als onbekend. De bescheiden aandacht van het grote publiek die er voor zijn persoon was, was vooral te vinden in het Duitstalige gebied. Zo leidde zijn benoeming tot hoogleraar in Praag in 1911 tot een aankondiging in het *Prager Tageblatt*. Deze had tot gevolg dat zijn eerste publieke lezing in die stad druk werd bezocht. De hele Praagse intelligentsia was toegestroomd om de Duitse geleerde aan te horen. De Duitstalige krant de *Bohemia* schreef over de komst van Einstein het volgende:

Professor Einstein is nog een jonge wetenschapper maar reeds een leidende persoonlijkheid in de school van de theoretische fysica. Hij en Planck zijn de uitvinders van de relativiteitstheorie waarin de tijd is geïntroduceerd in de natuurkundewetenschap als een vierde dimensie.¹¹

Naast de lezers van deze krant, konden ook de lezers van een Weense krant en van *Die Vossische Zeitung* kennis maken met het gewijzigde concept van de tijd. De Weense krant maakte in 1912 gewag van de veranderde perceptie van de tijd in een artikel waarvan de kop luidde: 'De minuut in gevaar, een sensatie in de wiskunde wetenschap'. In *Die Vossische Zeitung* verscheen in 1914 een artikel over de relativiteitstheorie dat door Einstein zelf was geschreven.¹²

Gedurende de oorlogsjaren begon de faam van Einstein zich verder te verspreiden. Dit maal waren het niet alleen wetenschappers, maar ook filosofen die geïnteresseerd raakten in de relativiteitstheorie. De echte doorbraak zou echter pas na de eerste wereldoorlog volgen, en wat voor één dat zou blijken te zijn!

11 Pais, *Einstein* 141.

12 Pais, *Subtle* 308.

Het tweede artikel: de algemene relativiteitstheorie

Tot nu toe was de bekendheid van Einstein vooral beperkt gebleven tot het Duitstalige gebied: zowel onder wetenschappers als onder niet-wetenschappers. Alleen de niet-duitsstalige wetenschappelijke wereld was op de hoogte van het bestaan van Einstein. Daar zou vanaf 1916 echter een drastische verandering in komen. In dat jaar publiceerde Einstein in de *Annalen der Physik* zijn tweede verhandeling over de relativiteitstheorie, ditmaal over de algemene. In tegenstelling tot het vorige artikel zou dit artikel binnen vier jaar een wetenschappelijke revolutie op wereldschaal veroorzaken.

Dat is mede te danken aan het doortastende optreden van een Nederlandse wetenschapper: Willem de Sitter. Deze Leidse hoogleraar astronomie had van Einstein een kopie van het tweede artikel toegestuurd gekregen. De Sitter was tevens lid van de Royal Astronomical Society van Engeland en in die hoedanigheid stuurde hij het artikel op aan Arthur Eddington, de secretaris van de Society. Eddington was zo onder de indruk van dit stuk dat hij besloot De Sitter te vragen drie artikelen hierover voor de *Monthly Notices* van de Astronomical Society te schrijven. De Sitter ging op dat verzoek in. Met deze Leidse hulp werd de algemene theorie prijsgegeven aan de niet-Duitstalige wereld.¹³

Einsteins algemene relativiteitstheorie had echter een mankement waaraan in principe iedere theorie lijdt: zij was nog steeds alleen maar een theorie. Er was geen empirisch onderzoek gedaan naar het werkelijkheidsgehalte van datgene wat Einstein geschreven had: waren de veronderstellingen ook daadwerkelijk waarneembaar? Ja, er was wel onderzoek in de laboratoria gedaan (iets wat de Royal Astronomical Society ertoe verleidde in 1917 te schrijven dat 'de experimentele bevestiging [v.d. algemene theorie] volledig toereikend was geweest') maar de wetenschappers wilden meer. De zonsverduistering van 1919 bood een uitstekende gelegenheid om de algemene theorie te testen. Het zou één van de gedenkwaardigste experimenten uit de geschiedenis van de natuurwetenschap worden.

Volgens het nieuwe tijd-ruimte concept van het heelal zou licht, dat langs een ander lichaam reisde, door de aantrekkingskracht van dat lichaam worden afgebogen en aldus geen rechte baan meer volgen. Een kromming in tijd en ruimte zou het gevolg zijn. Dat betekende dat volgens de algemene relativiteitstheorie de plaatsbepaling van de sterren zoals wij die op aarde hadden gedaan niet correct was.

13 Clark, *Einstein* 154.

Met andere woorden: de sterren zouden niet op die plaatsen staan die wij hen hadden toebedeeld. Omdat de mens op aarde bij het uitkijken in de ruimte volledig gehinderd wordt door het licht van onze eigen zon is het onder normale omstandigheden niet mogelijk andere sterren bij daglicht te zien. In geval van een zonsverduistering zijn de wetenschappers wel in staat de andere sterren in onze omgeving bij daglicht te bestuderen.

Op 3 juni van het jaar 1919 stelde een zonsverduistering een contingent Engelse wetenschappers in staat de theorie van Einstein te toetsten aan de praktijk. Na nauwkeurige bestudering van de resultaten bleek Einstein het bij het rechte eind te hebben: een ster in de nabijheid van de zon bleek op een andere plaats te staan dan al die tijd was aangenomen. Het licht dat van die ster straalde werd op zijn weg naar de aarde afgebogen door onze zon. Op 27 september van datzelfde jaar stuurde Lorentz Einstein een telegram waarin hij hem meedeelde dat zijn theorie experimenteel was bevestigd.

De experimentele bevestiging zou echter nog enige tijd voor de buitenwereld verborgen blijven. Het eerste tijpje van de sluier wordt tijdens een bezoek van Einstein aan Nederland in oktober 1919 opgelicht. Op een bijeenkomst van de Koninklijke Academie van Wetenschappen te Amsterdam deelde Lorentz de verzamelde aanwezigen, waaronder Einstein, mee dat de theorie experimenteel was bevestigd.

De echte doorbraak zou op 6 november 1919 volgen. Op die dag kwamen de leden van van Royal Society en de Royal Astronomical Society in Londen bijeen. Daar werd officieel bekend gemaakt dat de zonsverduistering het gelijk van Einstein had aangetoond. Op die dag werd Einstein, zo schrijft zijn biograaf Pais, gecanoniseerd, de daarop volgende dag begon de Einsteinlegende.¹⁴

Wereldster

Reeds de dag na de bijeenkomst van de academische gezelschappen in Londen verscheen in *The Times* een bericht met de titel 'Revolutie in de wetenschap' (*The Times* 7 nov 1919). Ook in de *New York Times*, de *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, de Zwitserse *Neue Züricher Zeitung*, de *Corriere della sera* en in de *NRC* verschenen binnen korte tijd artikelen die de ontdekking van de Britse wetenschap-

14 Pais, *Subtle* 305-306.

pers beschreven. De *New York Times* onderkende het belang van de ontdekking maar liet haar lezers tevens weten dat het volgens de president van de Royal Society, Thompson, geen zin had de theorie aan de 'de man in de straat' uit te leggen omdat die uitleg alleen wetenschappelijk en met gebruikmaking van wiskundige termen mogelijk was! Diezelfde Thompson sprak tevens over de grootste wetenschappelijke ontdekking sedert de door Newton opgestelde gravitatiewetten.¹⁵

Vanaf dat moment kwam het leven van Einstein in een stroomversnelling terecht. Door de complexiteit van de theorie bestond er bij de pers veel belangstelling voor artikelen die een vereenvoudigde weergave van de theorie konden geven. De kranten waren bereid daar veel geld voor te betalen. Eén van de eerste populair-wetenschappelijke artikelen over de relativiteitstheorie verscheen op 28 november 1919 in *The Times* en was door Einstein zelf geschreven. De aandacht van de media was zo enorm dat Einstein in een brief van 9 december 1919 aan Born verzuchtte dat er zo veel publiciteit was dat hij niet maar aan 'verstandige arbeid' toekwam.¹⁶

Door het succesvolle experiment in 1919 zou ook het Amerikaanse publiek voor het eerst kennis maken met Einstein. Over de relativiteitstheorie was in de VS dan ook zo goed als niets bekend. Opmerkelijk zijn de eerste reacties in bijvoorbeeld de *New York Times*. In tegenstelling tot de Engelse pers was er in de VS behoorlijk wat scepsis gerezen t.a.v. de nieuwe theorie. Het absurde van de theorie, de consequenties daarvan die tegen alle logica indruisten, leidde ertoe dat de Amerikanen niet direct overstag gingen. Het volgende commentaar van de *New York Times* uit 1919 kan dat illustreren:

Het optreden van godslasterlijke stemmen tegen tijd en ruimte, dreef sommige mensen in een staat van angst waar zij voor het eerst voelden [...] dat de fundamenteën van al het menselijke denken aan het wankelen werden gebracht.

De stemming in de VS sloeg echter al snel in positieve zin om. Binnen enige jaren na de corroboratie door de Engelse wetenschappers vond er al een herwaardering van Einstein en zijn theorie plaats.¹⁷ (Dat neemt niet weg dat de Amerikaanse kardinaal O'Connell in 1929 nog waarschuwde tegen de godslasterlijke relativiteitsthe-

15 Clark, *Einstein* 171.

16 Ibidem, 175-176.

17 Ibidem.

orie.¹⁸⁾

De reacties in Groot-Brittannië na de publicaties in *The Times* waren van een geheel andere aard. De correspondent van *Nature* in het Verenigd Koninkrijk schreef het volgende: 'De discussie gaat hier alleen nog maar over Einstein, en als hij hier nu naar toe zou gaan, zou hij, geloof ik, als een zegevierende generaal worden ontvangen'. Ook Eddington refereert aan de gekte die in Engeland was ontstaan: '[sinds 6 november 1919] spreekt heel Engeland van uw theorie (...) Het is zondermeer het beste dat kon gebeuren, m.b.t. de wetenschappelijke betrekkingen tussen Engeland en Duitsland'. De relativiteitstheorie kwam zelfs ter sprake in het Engelse Lagerhuis!¹⁹

In Duitsland was Einstein al veel bekender, reden waarom in de Duitse pers de sensatiezucht ontbrak die wel in de Engelse en Amerikaanse pers te vinden was. De bijdragen die in de diverse Duitse kranten verschenen, droegen dan ook een serieuzer, een meer populair-wetenschappelijk karakter. Toch was er ook in Duitsland een sensationeel aspect te vinden. De lezingen introductie tot de *relativiteitstheorie* die Einstein in 1920 in Berlijn gaf vormden een toeristische attractie voor de stad: je moest ze hebben gehoord net zoals je de Brandenburger Tor moest hebben bezocht.²⁰

Zelfs in Communistisch Rusland werd Einstein in het begin van de jaren twintig beroemd, zowel bij physici als bij niet-physici. Door Lenin werd hij één van de grootste hervormers van de natuurwetenschappen genoemd en in 1922 werd hij benoemd tot buitenlands lid van de Russische Academie van Wetenschappen. Ook verschenen er populair-wetenschappelijke boeken en werden er diverse artikelen gepubliceerd.²¹

De meer dan 100 boeken die binnen een jaar verschenen (in het voorjaar van 1922 waren er maar liefst al 650 artikelen, boeken e.d. gepubliceerd!), de artikelen in de *Times Educational Supplement*, de productie van een heuse 'Einsteinsigaar', de oprichting van Einsteingezelschappen, de lezingen die (zelfs op het Poolse platteland) werden georganiseerd en het verschijnen van karikaturen waarin Einstein figureerde geven aan dat de roem van Einstein vanaf 1920 een hoge vlucht nam.²² Eén van die karikaturen (verschenen in een Franse krant) laat heel duidelijk zien dat

18 Pais, *Einstein* 152.

19 Pais, *Subtle*.303.

20 Fölsing, *Einstein* 459.

21 Glick, *Comparative reception* 285.

22 Clark, *Einstein* 182-184.

de theorie van Einstein niet altijd even goed begrepen werd. In deze cartoon werd gebruik gemaakt van het feit dat in het Frans het woord voor de tijd en het weer dezelfde is namelijk *temps*. De cartoon liet een man met een paraplu zien die wacht totdat de regen is gestopt om dan te zeggen: 'Einstein heeft gelijk, de tijd bestaat niet'.²³ Dat Einstein iets dergelijks nooit heeft verkondigd (net zomin als hij ooit verkondigd heeft dat alles relatief is) deed nauwelijks terzake. Met één misinterpretatie in een cartoon was het kwaad al geschied en worden diverse lezers op het verkeerde spoor gezet. In 1920 werd door het Amerikaanse tijdschrift *Scientific Journal* zelfs een wedstrijd uitgeschreven voor het artikel dat de beste populair-wetenschappelijke relativiteitstheorie zou weergeven. Einsteins eigen boek *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie* werd in 1920 al in het Engels vertaald.

Het meest duidelijke bewijs voor de snelheid waarmee de theorie beroemd werd was het verschijnen van de eerste film over de relativiteitstheorie. In 1922, dus drie jaar na de zonsverduistering die het gelijk van Einstein aangetoond had, werd er een film geproduceerd die in vier delen de relativiteitstheorie probeerde te verklaren.

Einstein wist zijn groeiende bekendheid direkt te gelde te maken. Zonder zijn toestemming was het namelijk niet mogelijk foto's van hem zelf af te drukken. En die toestemming werd alleen verkregen als er een bedrag op zijn rekening werd gestort. (We spreken nog steeds over het jaar 1919!) Het zou echter niet terecht zijn Einstein als een geldwolf af te schilderen. Eén van de journalisten kreeg namelijk van Einsteins vrouw te horen dat dit geld gebruikt zou worden voor de arme kinderen in Wenen. Ook op zijn reis naar de VS in 1930 weet hij nog geld voor het goede doel in te zamelen. Er is zoveel aandacht van de passagiers voor zijn persoon dat Einstein daarover in zijn dagboek het volgende schrijft: 'Het gaat zeer goed met de liefdadigheidzaken omtrent mijn handtekeningen. Ze zijn helemaal gek op mij geworden. Hoe zal dit eindigen?'²⁴

Het was echter niet alles goud wat er blonk. Dat er diverse wetenschappers waren die niet direct instemden met de vreemde gevolgen van de relativiteitstheorie mag geen verrassing heten. Zowel in Duitsland, Frankrijk, Groot-Brittannië als in de Verenigde Staten waren er geleerden die met wetenschappelijke argumenten de theorie te lijf gingen. Dat de kritiek ook een geheel andere wending kon nemen blijkt uit de woorden van de Britse wetenschapper A. Robb. Hij richtte zijn pijlen

23 Glick, *Comparative reception* 183.

24 Clark, *Einstein*, 176; Fölsing, *Einstein* 636.

niet op de theorie zelf (integendeel, hij was één van de eersten die zich geïnteresseerd had getoond in de relativiteitstheorie) maar op de persoon van Einstein. Of, om nauwkeuriger te zijn, op de hype die de persoon van Einstein teweeg had gebracht. Robb schreef in 1914 al dat naar zijn mening de belangrijkste natuurkundige onderbouwingen waren aangedragen door Lamor en Lorentz. Hij twijfelde dus openlijk aan de bijdrage van Einstein aan de speciale relativiteitstheorie. In 1919 produceerde Robb een *Hymne auf Einstein* (gezet op de tonen van het Duitse volkslied) die de spot dreef met de vergoddelijking van Einstein. Daarin uit hij ook kritiek op de jacht die de journalisten op Einstein hadden geopend.²⁵

De meest in het oog springende kritiek kwam van de in 1920 in Berlijn opgerichte *Arbeitsgemeinschaft Deutscher Naturforscher*. Deze organisatie was het niet eens met de relativiteitstheorie van Einstein maar zij droeg daar geen wetenschappelijke argumenten voor aan. Integendeel, zij zag de theorie als onderdeel van een semitische samenzwering om de wereld in het algemeen en Duitsland in het bijzonder in het verderf te storten en benadrukten daarom het Joodse karakter van de theorie. Einstein sprak zelf schertsenderwijs over de *Anti-relativistische Gesellschaft mit beschränkter Haftung* en trok zich niet al te veel aan van deze organisatie.²⁶

Wereldtournee

Tot nu toe is alleen gesproken over Einstein als lijdend voorwerp van de 'relativiteitsboom' die zich vanaf 1919-1920 heeft voltrokken. In deze paragraaf wil ik aantonen dat hij wel degelijk het heft in eigen hand heeft genomen. In 1921 begon Einstein een wereldtournee die niet enkele weken, niet enkele maanden maar enkele jaren in beslag zou nemen en hem naar drie continenten zou leiden. Einstein heeft optimaal geprofiteerd van de gelegenheid om zijn relativiteitstheorie wereldwijd te promoten.

Die tournee begon in 1921 en bracht hem eerst naar Praag. In die stad gaf hij een lezing die massaal werd bezocht. De meeste bezoekers kwamen echter niet om kennis te nemen van de inhoud van de theorie maar om een 'happening' bij te wonen. Je zou het kunnen vergelijken met de bezoekers van zijn lezing in Berlijn:

25 Clark, *Einstein* 179-180.

26 Ibidem, 189-191.

die kwamen naar zijn voordracht als bezochten zij een toeristische attractie. In datzelfde jaar gaf hij ook zijn eerste grote lezing in Wenen voor een gehoor van drieduizend mensen (!). Ook hier komen we hetzelfde beeld als in Praag tegen: de mensenmassa was gekomen om een bijzondere gebeurtenis bij te wonen, niet om te horen wat Einstein te vertellen had.²⁷

Het bezoek dat Einstein in 1921 aan Engeland bracht was een groot succes. Hij hield lezingen in Manchester en Londen, bracht een bezoek aan Oxford en werd ontvangen op een bijeenkomst van de *Royal Astronomical Society*. Opmerkelijke bijkomstigheid van dit bezoek was dat het ook werd beschouwd als een goede gelegenheid om de vijanden uit de Eerste Wereldoorlog met elkaar te verzoenen. Zo schreef de Engelse krant *The Nation* dat de hartelijke ontvangst van Einstein door het Verenigd Koninkrijk ervoor zou zorgen dat de culturele en intellectuele eenheid van Europa die voor de oorlog had bestaan, door het bezoek van Einstein weer zou kunnen worden hersteld.

Ook in Frankrijk was de ontvangst zeer hartelijk. De pers was hem ook hier zeer welgezind. De vier lezingen die hij in Parijs gaf aan het Collège de France werden druk bezocht, zowel door beroemdheden, studenten als toute Paris. De *Berliner Tageblatt* schreef dat Einstein de grote mode was geworden in Parijs.²⁸ In de meeste Franse kranten was het bezoek van Einstein aan Parijs het belangrijkste nieuwsitem. Vooral het door Einstein geponeerde tijdsconcept kon op de gewaardeerde belangstelling van de pers rekenen. Al kan niet worden gezegd dat die waardering altijd een even juiste weergave van de feiten te zien gaf. Het tijdsconcept werd door de kranten kort en bondig, maar geheel fout, samengevat in de stelling: 'Tijd bestaat niet meer, zegt Einstein'. Een onjuiste interpretatie die ook al bleek uit de in bovenstaande besproken cartoon. De Fransen wisten zich niet goed raad met de vreemde gevolgen die de theorie had voor het tijdsconcept. Vooral de ideeën met betrekking tot de onafscheidelijke verbintenis tussen tijd en ruimte en het langzamer lopen van klokken werden door de Franse wetenschappers onder vuur genomen.²⁹

De Franse wetenschappelijke wereld bleef dus zeer wantrouwend ondanks het enthousiaste onthaal. Zij liet dat ook, zij het op een indirecte manier, duidelijk blijken. Zo werd Einstein in Parijs niet uitgenodigd voor een bezoek aan de *Société Française de Physique*. Een uitnodiging van de *Académie des Sciences* sloeg hij zelf af omdat het merendeel van de leden hem zeer vijandig gezind was; zo vijandig

27 Fölsing, *Einstein* 485.

28 Pais, *Einstein* 157.

29 Glick, *Comparative reception* 146, 183-184.

zelfs dat dertig van hen vooraf lieten weten de *Académie* demonstratief te verlaten mocht Einstein de zaal betreden. Het zou dan ook tot de jaren vijftig duren voordat Einsteins theorie in Frankrijk de serieuze belangstelling kreeg die het verdiende.³⁰ Zijn wereldtournee voerde hem ook naar de Verenigde Staten. Bij zijn aankomst in New York in 1921 werd hij opgewacht door duizenden mensen, journalisten alsmede een aantal cameramensen. Toen één van die journalisten Einstein vroeg of hij de relativiteitstheorie kort kon verklaren gaf hij het volgende antwoord:

Als u het antwoord niet zo serieus wilt nemen en het alleen als een soort van scherts wilt beschouwen, dan kan ik het u aldus verklaren. Vroeger geloofde men dat, wanneer alle dingen uit de wereld zouden zijn verdwenen, er altijd nog ruimte en tijd over zouden blijven. Na de relativiteitstheorie verdwijnen echter ruimte en tijd met de dingen.

Einstein zou gedurende zijn bezoek lezingen geven in New York, Princeton, Chicago en Washington. Toch was hij in eerste instantie niet echt gewenst in de VS. Hij vroeg namelijk aan enkele universiteiten dermate hoge bedragen voor het houden van een voordracht dat die universiteiten afzagen van een bezoek van Einstein. Voor Einstein kwam dit niet als een totale verrassing. Hij wist dat hij veel geld vroeg en hield al rekening met een afwijzing.³¹ Zo gewild was hij in de Verenigde Staten dus nog niet!

Maar het was niet alleen de westerse wereld die belangstelling aan de dag legde voor Einstein. Toen Bertrand Russel van de Japanse uitgever Kaizosha de vraag kreeg voorgelegd wie de drie belangrijkste nog levende mannen op aarde waren noemde de Britse geleerde de namen van Lenin en Einstein; een derde was er volgens hem niet. Kaizosha besloot hierop Einstein uit te nodigen voor een bezoek aan het Verre Oosten. In de winter van 1922-1923 begon Einstein zijn tournee door Japan die hem bracht naar steden als Tokyo, Sendai, Osaka en Kyoto. In Japan werd hij met alle eerbewijzing behandeld en als een 'wetenschappelijke curiositeit' beschouwd. Toen hij in januari van het jaar 1923 op het station van Tokyo arriveerde werd hij door een enthousiaste menigte ontvangen. En net zoals in Engeland hielden ook in Japan politici zich bezig met de relativiteitstheorie. Hier waren het de ministers die discussieerden over de theorie: zij vroegen zich af of die wel voor

30 Ibidem, 113, 179.

31 Fölsing, *Einstein* 487.

leken te begrijpen zou zijn. (N.B. Het succes van de relativiteitstheorie in Japan wordt wel gekscherend toegeschreven aan de overeenkomst tussen het karakter voor liefde en seks en het karakter voor de relativiteitstheorie!³²) Ondanks het succesvolle bezoek van Einstein, werd er toch een kleine kanttekening geplaatst door de -commentator van de *The Japan Weekly Chronicle*: ‘het is treurig vast te moeten stellen, dat de Japaners zich desondanks zo verheugd tonen over een nieuwe wetenschappelijke theorie’. Maar de pers had ook lovende woorden voor Einstein. In één van de kranten werd hij zelfs omschreven als de ‘vernietiger van het absolute beeld van de ruimte-tijd’. Op de terugreis naar Duitsland volgde nog een bezoek aan Palestina en Spanje. Ook deze bezoeken droegen hetzelfde karakter van een juichende mensenmassa, het geven van lezingen en een enthousiaste pers. In Spanje schreef een columnist dat bijna niemand de theorie begreep maar dat iedereen er toch over sprak tot in de dorpen toe.³³

Het laatste deel van zijn wereldtournee werd in 1925 afgelegd en bracht hem opnieuw naar de niet-westerse wereld. Ditmaal betrof het Zuid-Amerika, waar hij Argentinië, Brazilië en Uruguay aandeed, en in Buenos Aires, Rio de Janeiro en Montevideo lezingen verzorgde. Ook hier werd hij met veel enthousiasme ontvangen.

Relativering en berusting

Wat vond Einstein zelf nu van al die commotie die zijn relativiteitstheorie had veroorzaakt? In september 1920 laat hij Marcel Grossmann weten dat ‘deze wereld een vreemd gekkenhuis is. Momenteel discussieert iedere koetsier en iedere ober over of de relativiteitstheorie het bij het recht eind heeft of niet’. Dat hij zich zeer wel bewust was van de persoonlijkheidsverheerlijking die zich aan het ontwikkelen was, blijkt uit de volgende woorden: ‘sinds de verkondiging van de afbuiging van het licht, wordt er een cultus rondom mij uitgevoerd, zodat ik me voel als een gesneden beeld’. Zelfs in 1942 spreekt Einstein nog zijn verbazing uit over het succes van de relativiteitstheorie:

Ik heb nooit begrepen waarom de relativiteitstheorie die met zijn concepten en problemen zover verwijderd is van het praktische leven voor

32 Ibidem, 528.

33 Glick, *Comparative reception*, 255.

zo'n lange tijd werd ontvangen met een levendige, of zelfs gepassioneerde, weerklink onder brede lagen van het publiek.³⁴

Dat Einstein vanaf 1919 ongekend populair werd leidt geen twijfel. Hij wordt niet voor niets vaak omschreven als de eerste wereldster, met een status en populariteit die vaak vergeleken worden met die van een popster in onze tijd. Zowel de wetenschappers als 'de man in de straat' waren geboeid geraakt door de mens Einstein en zijn relativiteitstheorie.

Toch kun je bij die grote belangstelling voor Einstein een vraagteken zetten. Want waar ging het nu eigenlijk om: was het de theorie, met zijn absurdistische consequenties voor tijd en ruimte, die zoveel opzien baarde of was er eerder sprake van een persoonlijkheidscultus en een mediahype waarbij de inhoud ondergeschikt werd gemaakt aan de mens Einstein en aan het feit *an sich* dat er zo'n vreemde theorie was? Deze vraag hoef ik niet te beantwoorden, niet omdat ik dat niet wil of niet kan maar omdat Einstein hem zelf al heeft beantwoord. In een interview met de *NRC* dat op 4 juli 1921 werd gepubliceerd zegt hij namelijk het volgende:

Of het een domme vreemde indruk op mij maakt, die opwinding van het grote publiek, hier en overal, over mijn theorieën waarvan het geen woord kan begrijpen? Volgens mij is het grappig en ook interessant om te zien. Ik weet zeker dat juist het raadsel van het onbegrijpelijke zo'n grote aantrekkingskracht uitoefent...men is ervan onder de indruk, het heeft de smaak en de verlokking van het raadselachtige...de mensen worden daardoor enthousiast en raken opgewonden.³⁵

Het is duidelijk dat Einstein de kennis die de mensen van zijn theorie hadden in twijfel trok. Bijna berustend concludeert hij dat juist het mysterieuze en ongrijpbare van zijn theorie de mensen aanspreken. De mensen waren niet geïnteresseerd in de wijziging van het tijdsconcept, de nieuwe tijdsdimensie, de afbuiging van het licht en de algemene relativiteitstheorie die tot een geheel ander beeld van het heelal leidde, die waren toch allemaal veel te ingewikkeld. En eigenlijk is er in de loop van de tijd niet al te veel veranderd. Nog steeds zijn er maar heel weinigen die begrijpen waar Einstein het nu eigenlijk over heeft.

34 Fölsing, *Einstein* resp. 455, 257 en 458.

35 Pais, *Einstein* 149.

Tegelijkertijd is er bijna geen mens op aarde die nog nooit van de naam Einstein heeft gehoord en/of nog nooit zijn portret heeft gezien. Iedereen kent hem! En dat is de paradox die we kunnen constateren. Er zullen nog heel wat decennia moeten verstrijken voordat ook de inhoud van de relativiteitstheorie dezelfde bekendheid zal hebben als zijn bedenker.