

Whiteheads kritiek op Einsteins relativiteitstheorie

Valentin Arts

Whiteheads kritiek op Einsteins relativiteitstheorie

Inleiding

Alfred North Whitehead (1861-1947) was wiskundige, logicus en filosoof. Hij studeerde wiskunde aan de universiteit van Cambridge en schreef zijn dissertatie over de wiskunde van Maxwells theorie over elektriciteit en magnetisme. Hij begon zijn academische carrière aan Cambridge als wiskundedocent, maar reeds sinds zijn studententijd had hij zich in zijn vrije tijd veel verdiept in literatuur en filosofie. Samen met één van zijn leerlingen, Bertrand Russell, schreef hij over een periode van tien jaar (1900-1910) zijn eerste hoofdwerk, *Principia Mathematica*, waarin werd gepoogd de zuivere wiskunde af te leiden van de logica. Na het voltooien van dit werk verliet hij Cambridge en ging hij naar Londen waar hij vier jaar later begon met het doceren van toegepaste wiskunde aan de universiteit van Londen. In deze tweede fase van zijn carrière richtte hij zich in het bijzonder op het hervormen van het onderwijs aan de universiteit en op de filosofie van de wetenschap. In deze periode heeft hij zich uitvoerig bezig gehouden met de fundamenteën van de natuurwetenschap, in het bijzonder tegen de achtergrond van de recente ontwikkelingen in de natuurkunde op het gebied van de relativiteitstheorie en de kwantummechanica. In 1924 werd hij professor in de filosofie aan Harvard. In deze derde periode van zijn carrière werkte Whitehead zijn metafysische ideeën uit die hij had ontwikkeld tijdens zijn periode in Londen, hetgeen onder andere resulteerde in zijn tweede hoofdwerk *Process and Reality: An Essay in Cosmology* (1928).

Toen Einstein in 1905 zijn beroemde artikel *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* over speciale relativiteit publiceerde, had Whitehead daar nog niet onmiddellijk veel aandacht voor. Pas toen hij in 1911 een populaire inleiding schreef op de wiskunde (*An introduction to Mathematics*) en zich verdiepte in de grondslagen van de geometrie, zocht hij naar de daarmee samenhangende wiskundige fundamenteën van de natuurwetenschap. Hij wilde geometrie voorstellen als de wetenschap van ruimte zoals waargenomen, als een complex van relaties tussen uitgebreide objecten, in plaats van als een deductie van hypothetische premissen over niet-waarneembare objecten zoals punten zonder dimensie en éénimensionale lijnen, zoals in de Euclidische traditie.¹ Beïnvloed door de manier waarop Einstein ruimte, tijd en beweging met elkaar in verband had gebracht en de ideeën van Bergson over de ervaring van tijd, ontwikkelde Whitehead een wetenschapsfilosofie die

¹ Motimer J. Adler (ed.) *Great Books of the Western World. Philosophy and religion: selections from the Twentieth Century*. Deel 55 (Encyclopaedia Britannica, inc: Chicago, 1990) p. 130.

volgens hem kan worden teruggevoerd op de manier waarop de externe wereld door ons direct wordt ervaren.²

Whiteheads ideeën over de fundamenteën van (natuur)wetenschappelijke kennis werden achtereenvolgens uitgewerkt in zijn boeken *Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge* (1919), *The Concept of Nature* (1920), *The Principle of Relativity* (1922) en *Science and the Modern World* (1925). In deze boeken ontwikkelde Whitehead zich steeds meer van wiskundige tot filosoof. Op grond van zijn ideeën over de manier waarop kennis van de natuur tot ons komt in de ervaring, heeft Whitehead kritiek op de manier waarop de natuurwetenschappers de natuur op een dusdanige manier stipuleren dat die niet meer overeenkomt met de directe ervaring. Als voorbeeld kan dienen het bepalen van de snelheid van een lichaam op een bepaald moment. In de ervaring is er niet zo'n uniek moment, alleen een opeenvolging van gebeurtenissen. Hij verwijt natuurwetenschappers vanaf de 17^e eeuw de zogenaamde *fallacy of bifurcation*.³

Filosofen sloten zich volgzzaam aan bij het succes van de opkomende mechanistische en mathematische natuurwetenschap. Als voorbeeld van de invloed van de bifurcatie in de filosofie kan dienen het onderscheid dat John Locke maakte tussen primaire en secundaire kwaliteiten van door ons waargenomen objecten. Kwantificeerbare kenmerken zoals gewicht, aantal en grootte zijn in diens opvatting reëel en objectief (wetenschappelijk) terwijl de ervaring van geluid, kleur en geur subjectief zouden zijn.⁴ De bifurcatie van de natuur door natuurwetenschappers is zeer algemeen verbreid en ook Einstein, aldus Whitehead, maakt zich daaraan schuldig. Als Whitehead zijn eigen filosofie serieus neemt, dan moet hij dus niet alleen de theorie van Newton, maar ook de buitengewoon succesvolle relativiteitstheorie van Einstein afwijzen. Whitehead is filosoof genoeg om dat ook te doen en om een andere gravitatie-theorie daar tegenover te stellen, die wél strookt met zijn eigen metafysica, en met een vrijwel identiek voorspellend vermogen als Einsteins relativiteitstheorie.

In dit werkstuk ga ik dieper in op wat Whitehead verstond onder de bifurcatie van de natuur en hoe die volgens hem vermeden kan worden. Vervolgens zal ik uitwerken op welke punten Whitehead kritiek had op Einsteins relativiteitstheorie, wat hij daar tegenover stelde en hoe hun beider theorieën van elkaar verschilden. Tenslotte zal ik aangeven wat de doorslag

² Filmer S. C. Northrop, "Whitehead 's Philosophy of Science." in: Paul Arthur Schilpp (ed.) *The library of living Philosophers, The philosophy of Alfred North Whitehead*. Second edition (Tudor Publishing Company: New York, 1951) p. 169.

³ Andrew Paul Ushenko, "Einstein's influence on contemporary philosophy," in: Paul Arthur Schilpp, *The library of living Philosophers, volume VII Albert Einstein: Philosopher-scientist* 3rd edition (Open Court: La Salle, Illinois, 1982) p. 610.

⁴ Alfred North Whitehead, *The interpretation of science. Selected essays*. (edited by A.H. Johnson) (The Bobbs-Merrill co, inc.: Indianapolis, 1961) p. xvi.

heeft gegeven om de theorie van Einstein te verkiezen boven die van Whitehead en welke rol de filosofie van Whitehead heeft gespeeld in de ontwikkeling van de wetenschap.

De bifurcatie van de natuur

In *The Concept of Nature* levert Whitehead kritiek op de aristotelische opvatting van materie als substantie waarvan we attributen waarnemen. Onze gangbare ideeën over materie zijn zeer sterk beïnvloed door de antieke Griekse filosofie. Zowel Plato als Aristoteles stonden reeds in een filosofische traditie, sinds Thales, met de centrale vraag ‘waaruit bestaat de natuur?’ Plato stelde in de *Timaeus* dat de natuur bestaat uit aarde en vuur, met water en lucht als tussenvormen. Aristoteles richtte zich vooral op de vraag wat substantie is. Substantie, volgens Aristoteles, is een ultiem substraat wat onmogelijk nog over iets anders kan worden geprediceerd. De aristotelische logica is gerelateerd aan dit substantiebegrip. De klakkeloze acceptatie van de aristotelische logica heeft volgens Whitehead geleid tot de sterke neiging om het bestaan van substanties aan te nemen op basis van wat we via de zintuigen waarnemen. We zoeken *in* onze waarnemingen naar iets waarvan we bewust zijn, een concreet ding.⁵

Het postulaat van Aristoteles met betrekking tot substanties heeft geleid tot het wetenschappelijke denkbild van materie en ether. De gangbare wetenschappelijke opvatting over materie, ofschoon inmiddels veel verfijnder, stijgt in zekere zin niet uit boven de Ionische pogingen om een stof of deeltje te vinden waaruit de natuur bestaat in tijd en ruimte. Het concept materie impliceert echter dat wij weigeren de tijd- en ruimtecomponent weg te denken om zo te arriveren tot een basaal concept van een individuele entiteit. Deze entiteit, ontdaan van alle eigenschappen behalve die van tijd en ruimte, wordt beschouwd als het ultieme bestanddeel van de natuur. Het verloop van de natuur wordt dan opgevat als de lotgevallen van materie op avontuur door de ruimte. Het bezwaar van Whitehead is de aanname dat substantie wordt gegeven *in* tijd en ruimte. Als over substantie uitsluitend kan worden geprediceerd, dan zijn tijd en ruimte predikaten van substantie, maar dat zijn ze niet. Wat we vinden in tijdruimte zijn *niet* substanties maar juist de attributen, het rood van de roos en de geur van jasmijn en het geluid van een kanon. Ruimte, volgens Whitehead, is geen relatie tussen substanties, maar tussen attributen.⁶

De aristotelische substantiemetafysica was echter eeuwenlang zo dominant dat 17^e eeuwse wetenschappers deze traditie trouw volgden en toepasten in hun natuurfilosofie. De

⁵ Alfred North Whitehead, *The concept of nature*. (Cambridge University Press: Cambridge, 1964) hs. 1.

⁶ Ibidem

aristotelische substantiemetafysica werd echter problematisch toen geluid en licht werden gekwantificeerd en daaruit allerlei conclusies werden afgeleid. Met name de link die Newton legde tussen kleur en licht had problematische gevolgen. Het leidde tot de conclusie dat wat we als kleur ervaren afhangt van het type licht dat in onze ogen valt. Deze kleine lichtdeeltjes, of zoals Huygens het voorstelde: deze golven, veroorzaken in ons bewustzijn de sensatie van kleuren. Maar kleuren zijn dan niet langer attributen van de materie die we waarnemen. Dit leidde, zoals reeds vermeld, tot het onderscheid van primaire en secundaire eigenschappen van materie in de filosofie van Locke.⁷ Het leidde tot de ongelukkige conclusie dat we blijkbaar van alles waarnemen, zoals kleuren en geuren van substanties, wat er feitelijk niet is.

Niet alleen werden waarnemingen als geur en kleur problematisch in de moderne natuurfilosofie, ook werden massa's van bijvoorbeeld planeten gereduceerd tot vormloze punten en werden momenten, statische punten in de tijd, gebruikt om te rekenen of de werkelijkheid te beschrijven. Maar, zo zou Whitehead bezwaar aantekenen, puntmassa's bestaan niet echt en de tijd staat nooit stil. Natuurwetenschappers geven dus niet natuurgetrouw de werkelijkheid weer, maar ze abstraheren. Er is dus een natuur zoals die door ons wordt waargenomen en er is een natuur zoals die door ons wordt geabstraheerd. Die twee worden al te vaak door elkaar gehaald. De eerste is *de* natuur zoals die aan ons verschijnt, de tweede wat we er van maken.⁸

De natuur is in zekere zin onafhankelijk van onze gedachten. Dat bedoelt Whitehead niet zo zeer metafysisch maar hij bedoelt daarmee dat we over de natuur kunnen denken zonder over gedachten te denken.⁹ Whitehead stelt dat als wij *over* de natuur denken onze gedachten homogeen zijn, en dat wij heterogeen denken als wij onze gedachten zelf erbij betrekken (dus reflexief denken). De natuurwetenschap moet zich volgens Whitehead uitsluitend bezighouden met de natuur zelf, en niet met de gedachten over de natuur.¹⁰

De bifurcatie van de natuur heeft volgens Whitehead een rampzalige uitwerking gehad op de natuurwetenschap, maar meer nog op de filosofie. Het leidde Berkeley ertoe, en volgens Whitehead terecht, de toen geldende opvattingen over materie te verwerpen.¹¹ Meer in het algemeen heeft het ertoe geleid dat de filosofische discussie werd verplaatst van de grote vraag naar de relatie tussen de natuur en ons bewustzijn, naar de relatie tussen ons lichaam en ons bewustzijn.

⁷ Whitehead, *The interpretation of science. Selected essays*. p. 37

⁸ Whitehead, *The concept of nature*. hs 1

⁹ Ibidem

¹⁰ Ibidem.

¹¹ Whitehead, *The interpretation of science. Selected essays*, p.38

De bifurcatie heeft geleid tot het vermengen van twee soorten systemen van werkelijkheid. Aan de ene kant is er de werkelijkheid van theoretische entiteiten zoals elektronen, protonen, fotonen etc. die het onderwerp zijn van speculatieve natuurkunde. Zij verschaft ons theoretische kennis, maar hun objecten zijn zelf eigenlijk nooit gekend. Want wat wij in feite waarnemen en kennen is de werkelijkheid die zich afspeelt in het verloop van ons bewustzijn. Zoals Whitehead het zelf krachtig samenvatte: de eerste werkelijkheid is een gissing, de tweede een droom.¹² Of nog anders geformuleerd: de eerste is de natuur die de vermoedelijke *oorzaak* is van onze waarneming en die bestaat uit het geopperde systeem van elektronen, protonen enz., en de tweede is de natuur zoals die door ons wordt waargenomen in ons bewustzijn, waarin bomen groen zijn, de zon warmte geeft en vogels zingen.

Deze bifurcatie kan niet gemakkelijk worden overwonnen. Zelfs als we proberen de theoretische natuuropvatting te zien als oorzaak van de door ons ervaren natuur dan is een dergelijke causaliteit nog steeds onbegrijpelijk op grond van de *fallacy of misplaced concreteness*.¹³ Deze drogreden bestaat hieruit dat wij het meest concrete aspect van de natuur, het continue proces van wording, vervangen door het statische zijn op een gegeven plaats en moment. Whitehead maakt niet zozeer bezwaar tegen het abstraheren en theoretiseren van de natuurwetenschap, maar wel tegen het toedichten van natuurlijke realiteit aan wetenschappelijke abstracties als elektronen en dergelijke. De moderne wetenschap moet rekenschap afleggen van het feit dat ze abstraheert en waarvan ze abstraheert.

Whiteheads procesfilosofie en de uniformiteit van ruimtetijd

Na vastgesteld te hebben dat de natuur door wetenschappers al te vaak wordt gebifurceerd stelt Whitehead zich de vraag tot welke natuur de gangbare opvattingen over ruimte en tijd behoren.¹⁴ Zijn antwoord op deze vraag, na een uitvoerige beschouwing, is de abstracte natuur zoals die wordt geopperd in de theoretische natuurkunde.¹⁵ Een reden hiervoor is dat *de* natuur die zich afspeelt in ons bewustzijn altijd in beweging is. In de aristotelische traditie is, zoals reeds opgemerkt, het actuele zijn de ultieme vorm van zijn, ofwel het substantie zijn op een bepaald tijdstip in de ruimte. In onze ervaring is er echter nooit een enkel tijdstip gegeven, ervaring is immers niet instantaan maar is een continue

¹² Ibidem, p. 41

¹³ Yutaka Tamaka, *The comparison between Einstein's and Whitehead's theories of relativity*, gepubliceerd op internet: www.asaki-net.or.jp/~sn2y-tnk/tanaka_4_0.htm.-15k. § 4.

¹⁴ Whitehead, *The interpretation of science. Selected essays*. pp. 56-68.

¹⁵ Whitehead, *The concept of nature*, hs 3 en 4

stroom van gebeurtenissen, events, die in elkaar overlopen.¹⁶ Net zo min als dat een optelsom van nuldimensionale punten een eendimensionale lijn kan opleveren, zoals de wiskundige Weierstrass al aangaf, kan een optelsom van momenten, statische punten in de tijd, ooit tijdsverloop of tijdsduur opleveren. Dit leidt tot de uitermate belangrijke conclusie voor Whitehead dat niet materiële substantie in tijd en ruimte uitgangspunt moet zijn van de metafysica, maar juist de voortdurende stroom van events. ‘Worden’ is dus fundamenteeler dan ‘zijn.’ Of anders gezegd, ‘zijn’ manifesteert zich in ‘worden’. De natuur openbaart zich enkel in een voortdurend proces van worden, vandaar de term procesfilosofie.

Whitehead introduceert in zijn procesfilosofie drie ontologische basiselementen. Ten eerste en bovenal ‘events,’ ten tweede ‘objecten’ en ten derde het ‘fysisch veld.’¹⁷ Events zijn substanties in de klassieke betekenis van het woord: het substraat waarover uitsluitend kan worden geprediceerd. Objecten en velden daarentegen zijn geen substanties want ze zijn van events afgeleid. Een belangrijk kenmerk van events is hun onderlinge verbondenheid. Die verbondenheid maakt het mogelijk om uitspraken te doen over events en om natuurwetenschappelijk te abstraheren. Events hebben altijd een duur en zijn nooit statisch.¹⁸

Natuurlijk is het wel *theoretisch* mogelijk de tijd stil te zetten, maar dan spreekt Whitehead van een ‘eventparticle’ met vier coördinaten, drie voor de ruimte en één voor de tijd.¹⁹ De natuur is echter niet opgebouwd uit eventparticles maar uit events die elkaar overlappen, net zozeer als dat een lijn niet is opgebouwd uit punten maar uit lijnstukken die elkaar overlappen. Whitehead heeft geen praktisch bezwaar tegen het gebruik van momenten in de tijd en punten in de ruimte. Wat hij wil benadrukken is dat deze concepten het resultaat zijn van abstracties van events. Ruimte en tijd kunnen alleen zelfstandig beschouwd worden door ‘the method of extensive abstraction.’²⁰

Een event komt voorbij en is weer weg, maar wat herkenbaar blijft in een opeenvolging van events noemt Whitehead ‘object’. Objecten zitten als het ware in events, of beter gezegd: kunnen uit events worden geabstraheerd, en vormen de basis voor wat blijft in de natuur. Objecten zijn als het ware adjectieven bij een event. De kleur groen bijvoorbeeld, hoort niet als attribuut bij een grassprietje, zoals Aristoteles het wilde, maar bij een event, een ervaring met een duur. De kleur groen keert herkenbaar terug in verschillende events, evenals de vorm van een grassprietje, en is dus een object. Substanties, in de aristotelische betekenis,

¹⁶ ‘Event’ kan uiteraard vertaald worden als ‘gebeurtenis,’ maar aangezien de term een centrale rol speelt in de filosofie van Whitehead en daarom een technische term is geworden, laat ik het in het vervolg onvertaald.

¹⁷ Alfred North Whitehead, *Essays in science and philosophy*. (Philosophical Library: New York, 1947) p. 340.

¹⁸ Alfred North Whitehead, “Science and the Modern World” in: Motimer J. Adler (ed.) *Great Books of the Western World. Philosophy and religion: selections from the Twentieth Century*. Deel 55 (Encyclopaedia Britannica, inc: Chicago, 1990) p.195.

¹⁹ Whitehead, *The concept of nature* hs 8

²⁰ Ibidem hs 4

zijn in de filosofie van Whitehead ‘gedegradieerd’ tot geabstraheerde objecten, of ook wel adjectieven van events, net zozeer als hun attributen.

Het fysisch veld van een event omschrijft Whitehead als het veld van activiteit dat de overgang van objecten reguleert naar situaties in volgende events.²¹ Een fysisch veld is dus de reikwijdte van invloed van een event op andere events. De studie van de natuur bestaat volgens Whitehead uit het ontrafelen van verbanden tussen events. Door fysische velden te analyseren kunnen wetten ontdekt worden die de contingente relaties tussen objecten uit verschillende events reguleren. Dit is echter alleen mogelijk als events met elkaar verbonden zijn door uniforme tijdruimte.²² Het bestaan van uniforme tijdruimte is voor Whiteheads theorie cruciaal en een van de belangrijkste punten die hem doet botsen met Einstein.

Whitehead voert twee argumenten aan waarom tijdruimte uniform moet zijn. Zijn eerste argument bestaat uit erg veel stappen en is epistemologisch van aard.²³ De kern van het argument is als volgt: Als events de enige substanties zijn waaruit de natuur bestaat en wij slechts kennis kunnen verkrijgen over de natuur door relaties te omschrijven tussen events dan moeten die events uniform met elkaar zijn verbonden in tijdruimte omdat er anders geen kennis mogelijk meer is tenzij we alles weten. Anders gezegd: uniforme tijdruimte maakt de noodzakelijke verbondenheid tussen events mogelijk, zodanig dat iemand conclusies kan trekken over de (recursieve) aanwezigheid van attributen (objecten of adjectieven) zonder de mogelijkheid tot recursie zelf te problematiseren. Als tijdruimte niet uniform zou zijn in de theorie van Whitehead dan zou kennis door middel van inductie onmogelijk zijn.²⁴ Aangenomen dat er noodzakelijk een a-priori tijdruimte structuur moet zijn om de verbondenheid van events te verklaren, is het niet gegeven *hoe* die uniform is. Whitehead veronderstelt dat tijdruimte een structuur heeft zoals Minkowski had voorgesteld, dat wil zeggen Euclidisch met een vierde dimensie voor de tijd, maar deze veronderstelling is niet inherent aan zijn theorie.

Het tweede argument verbindt uniforme tijdruimte met de mogelijkheid om te meten. Meting vooronderstelt de notie van congruentie. Als tijdruimte niet congruent zou zijn dan vervalt men in de vicieuze cirkel van het definiëren van meten in termen van de notie van congruentie en de notie van congruentie in termen van meten. De notie van congruentie en dus ook meten, kan volgens Whitehead nooit verkregen worden in een niet-uniforme tijdruimte. Hij herinnert ons eraan dat meten in essentie neerkomt op het vergelijken van

²¹ Alfred North Whitehead, *Essays in science and philosophy*. p. 340.

²² Jonathan Bain, “Whitehead ‘s Theory of Gravity,” in: *Stud. Hist. Phil. Mod. Phys.*, Vol. 29, No. 5, 1998. pp. 549-550.

²³ Het volledige argument staat uitgewerkt in Whiteheads *The principle of relativity* (1922) hoofdstuk 2. Het argument wordt systematisch samengevat in: Jonathan Bain, “Whitehead ‘s Theory of Gravity” pp. 555-557.

²⁴ Ibidem

operaties die zijn uitgevoerd onder dezelfde voorgeschreven voorwaarden. Als er echter geen mogelijkheid is om die voorgeschreven voorwaarden toe te passen op verschillende omstandigheden, dan kan er onmogelijk meting zijn.²⁵

Whiteheads kritiek op Einstein

Hoewel Whitehead Einstein veelvuldig prijst om diens prestaties, kan hij geen genoegen nemen met de relativiteitstheorie omdat de filosofie waarop zij is gestoeld volgens hem niet deugt.²⁶ Whitehead heeft kritiek op een aantal vooronderstellingen van Einstein, onder andere op het gebied van fysische objecten en gelijktijdigheid.

Einstein beschouwt ruimte, net als Newton, als een relatie tussen twee fysische objecten of gebeurtenissen.²⁷ Volgens Einstein heeft het geen zin om van ruimte te spreken zonder een *rigid body of reference* uit te kiezen die de nulcoördinaten identificeert, ten opzichte waarvan men die ruimte kan meten.²⁸ Omdat men ook ten opzichte van elkaar bewegende objecten als *rigid body of reference* kan kiezen maar de lichtsnelheid ten opzichte van elk willekeurig gekozen *rigid body of reference* constant blijft, zijn volgens de speciale relativiteitstheorie ruimte en tijd niet absoluut maar relationeel. Einstein verwerpt weliswaar Newtons theorie op het gebied van absolute tijd en ruimte, maar houdt wel vast aan diens theorie over wat een fysisch object is. Newton definieerde fysische objecten in termen van de absolute ruimte die zij innemen. Als Einstein ruimte definieert als een relatie tussen twee fysische objecten, en geen absolute ruimte aanvaardt, dan moet hij ook een andere theorie bedenken voor wat een fysisch object is, maar dat heeft hij niet gedaan.²⁹

Whitehead verwijt Einstein dat hij het begrip fysisch object (*rigid body of reference*) gebruikt in de prerelativistische betekenis terwijl hij ruimte en tijd juist wel relativistisch beschouwt. Het feit dat Einstein wél de *relaties* tijd en ruimte, maar niet de *relata*, de fysische objecten, theoretisch onder handen neemt, geeft voor Whitehead aan dat Einstein wel op de goede wetenschappelijke weg zat, maar niet de volledige weg heeft afgelegd. Omdat fysische

²⁵ Alfred North Whitehead, *Essays in science and philosophy*. p. 340.

²⁶ Whitehead heeft onder andere over Einstein gezegd “the worst homage we can pay to genius is to accept uncritically formulations of truths which we owe to it” zie: Yutaka Tamaka, *The comparison between Einstein's and Whitehead's theories of relativity*, gepubliceerd op internet: www.asaki-net.or.jp/~sn2y-tnk/tanaka_4_0.htm.-15k. par. 1

²⁷ Einstein bedoelt met ‘gebeurtenis’ of ‘event’ wat Whitehead aanduidt met ‘eventparticle’: een stand van zaken in de ruimte op een bepaald moment. Einsteins events hebben geen duur, maar die van Whitehead wel. In de volgende alinea's is het van belang de noties van Whitehead en Einstein m.b.t. events niet door elkaar te halen.

²⁸ Albert Einstein e.a., *The principle of relativity. A collection of original memoirs on the special and general theory of relativity*. (Dover Publications, inc: New York, 1952) p. 41-42.

²⁹ Filmer S. C. Northrop, “Whitehead ‘s Philosophy of Science.” pp. 188-189.

objecten niet langer kunnen worden gedefinieerd op Newtoniaanse wijze als entiteiten met een positie in absolute ruimte, kunnen objecten ook niet langer bestaan uit gepostuleerde moleculen of atomen die zich bevinden op een bepaalde positie in de ruimte.

Met deze conclusie maakt Whitehead een einde aan de bifurcatie van enerzijds de gepostuleerde microstructuur van fysische objecten en anderzijds de door ons waargenomen events. Zoals ik hierboven reeds heb aangegeven heeft Whitehead zelf het begrip fysisch object aangepast door het te omschrijven als een adjectief bij een event dat in opeenvolgende events in onze waarneming herkenbaar terugkeert. Ruimte is voor Whitehead geen relatie tussen fysische objecten of eventparticles, maar tussen events met een zekere duur. Ruimte is dus niet fysisch maar fenomenologisch.³⁰

Een tweede punt van kritiek op Einstein heeft betrekking op diens begrip van gelijktijdigheid. In Einsteins opvatting zijn twee gebeurtenissen gelijktijdig als zij een lichtsignaal afgeven op het moment dat zij plaatsvinden en als die lichtsignalen halverwege hun onderlinge afstand als gelijktijdig worden waargenomen.³¹ Dat ‘gelijktijdigheid’ in de definitie van gelijktijdigheid terugkomt maakt de definitie al enigszins verdacht. Whitehead heeft verschillende kritiekpunten op deze operationele definitie van gelijktijdigheid. Ten eerste verzet hij zich tegen de bifurcatie die hier in schuilt. Als een waarnemer twee verafgelegen astronomische gebeurtenissen waarneemt die volgens de operationele theorie van Einstein gelijktijdig zijn, dan is de kennis van hun operationele gelijktijdigheid niet in de waarneming zelf gegeven maar in de voorgeschreven deductief geformuleerde wetenschappelijke theorie.³² Whiteheads bezwaar tegen Einsteins definitie van gelijktijdigheid is dus dat de *gelijktijdigheid voor de waarnemer* die wordt gebruikt in Einsteins definitie fundamenteeler is dan de *gelijktijdigheid van ruimtelijk verwijderde gebeurtenissen* die het probeert te definiëren. De semantische betekenis van gelijktijdigheid zit in feite al opgesloten in de voorwaarden van de methode die Einstein voorschrijft om operationele gelijktijdigheid te meten.

Een tweede bezwaar tegen Einsteins operationele definitie van gelijktijdigheid is dat de waarneming van twee lichtsignalen van ruimtelijk verwijderde gebeurtenissen instantaan moet zijn. Maar zoals ik al heb aangegeven is een dergelijk instantaan moment (eventparticle) in de waarneming volgens Whitehead nooit gegeven omdat waarneming altijd tot ons komt in de vorm van een proces dat een duur heeft. Whitehead is niet per se tegen een operationele definitie van gelijktijdigheid zoals Einstein die gebruikt om vervolgens tot bepaalde

³⁰ Ibidem p. 188-189.

³¹ Albert Einstein, ‘Relativity. The special and the general theory.’ p. 200-202.

³² Filmer S. C. Northrop, “Whitehead ‘s Philosophy of Science.” p. 194.

conclusies te komen, maar hij wil aantonen dat het op filosofische gronden geen fundamenteel empirisch inzicht geeft in wat gelijktijdigheid werkelijk is. De gelijktijdigheid van Einstein zit in zijn theorie en niet in de zuivere waarneming.

Een derde bezwaar van Whitehead tegen Einsteins relativiteitstheorie is diens opvattingen over relatieve tijdruimte. Zoals reeds aangegeven moet er volgens Whitehead een uniforme tijdruimte zijn waarin events in elkaar overlopen. Zonder deze uniformiteit zou hun onderlinge verbondenheid niet kunnen worden bestudeerd en zou meten überhaupt onmogelijk zijn.

Whiteheads gravitatie-theorie

Whiteheads kritiek op Einsteins theorie is zeer fundamenteel. Als bovengenoemde bezwaren terecht zijn dan moet de relativiteitstheorie, ondanks haar buitengewoon grote succes, in haar geheel worden verworpen. Het is onmogelijk om Whiteheads bezwaren op één of andere manier te incorporeren in de relativiteitstheorie van Einstein. Whitehead wist echter heel goed dat er indrukwekkende empirische bevestigingen waren van Einsteins theorie. Er zijn verschillende filosofen, waaronder ook zeer bekende als Husserl en Heidegger, die kritiek hebben geuit op Einsteins relativiteitstheorie. Maar het succes van Einsteins theorie om juiste voorspellingen te doen was zo overweldigend dat wetenschappers zich eerder aangetrokken voelden door de empirische bevestigingen dan de geopperde filosofische problemen. Uiteindelijk hadden dergelijke filosofen, die veelal uit de fenomenologische hoek kwamen, wel bezwaren maar geen succesvol alternatief. Whitehead verwierp openlijk Einsteins theorie op filosofische gronden maar stelde daarvoor een alternatieve gravitatie-theorie in de plaats. Dit was niet alleen erg gedurfd maar hierin was Whitehead als filosoof ook uniek. Een belangrijke voorsprong die Whitehead had in dit opzicht was zijn vertrouwdheid met de hogere wiskunde en het gebruik van symbolische taal zodat hij niet alleen Einsteins theorie met al zijn wiskundige uitwerkingen goed begreep, maar ook zijn eigen gedachten wiskundig kon omkleden.

In *The Principle of Relativity* (1922) geeft Whitehead een indrukwekkende theorie, binnen het kader van zijn procesfilosofie, die dezelfde waarnemingen voorspelt als Einsteins algemene relativiteitstheorie. Die voorspellingen zijn (1) de precessie van het perihelium van Mercurius, (2) een roodverschuiving van het licht door het gravitatieveld van zware lichamen, (3) het buigen van licht bij zware lichamen en (4) de afname van de lichtsnelheid in de buurt

van zware lichamen.³³ In de volgende alinea's zal ik een aantal wezenlijke verschillen tussen hun theorieën bespreken zonder in te gaan op de wiskundige bijzonderheden.

Een groot verschil tussen hun theorieën over de zwaartekracht is gelegen in hun opvattingen over geometrie. Voor Einstein is er geen a-priori geometrie. Tijdruimte wordt volgens Einstein uitsluitend gevormd door de aanwezigheid van materie. Whitehead daarentegen gaat uit van een a-priori uniform tijdruimtecontinuüm dat het überhaupt mogelijk maakt om te meten. Net als dat Einstein, volgens Whitehead, een vorm van gelijktijdigheid vooronderstelt om gelijktijdigheid van ruimtelijk verwijderde events te kunnen definiëren, vooronderstelt Einstein een vorm van meten voordat hij ruimte en tijd definieert. Zonder a-priori geometrie kun je volgens Whitehead meten nooit legitimeren of uniform definiëren.³⁴ Zoals ik al heb aangegeven heeft Whitehead een a-priori tijdruimtecontinuüm nodig om zinvol over verbanden tussen events te kunnen spreken.

Einsteins relativiteitstheorie is gebaseerd op de beginselen van relativiteit en de constante snelheid van het licht. Whitehead heeft beide beginselen voor zijn gravitatie-theorie niet nodig. Ze komen immers beide voort uit een gebifurceerde natuurwetenschappelijke theorie. Het relativiteitsbeginsel veronderstelt immers, ten onrechte meent Whitehead, het bestaan van fysische objecten als substantie in de ruimte die vervolgens als *rigid body of reference* equivalent zijn. Ook het voortbewegen van lichtstralen is niet in de onmiddellijke waarneming gegeven maar wordt gepostuleerd.

Toen Einstein zijn artikel *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* had geschreven was al snel duidelijk dat het ging om relativiteit in een speciaal geval, namelijk lichamen die eenparig ten opzichte van elkaar bewegen. De speciale relativiteitstheorie, zoals die later kwam te heten, vroeg als het ware om een algemenere theorie over lichamen die versneld ten opzichte van elkaar bewegen die nog uitgewerkt moest worden. De gravitatie-theorie van Whitehead doet geen beroep op het relativiteitsbeginsel en incorporeert beide theorieën tegelijk.

Zowel Einstein als Whitehead verwerpen het klassieke concept van ether. Einstein verwerpt ether als substantie maar wil het begrip desnoods nog gebruiken om te verwijzen naar een veld.³⁵ Ook voor Whitehead is ether geen substantie maar hij wil het begrip eventueel wel hanteren om te verwijzen naar het uniforme tijdruimtecontinuüm waarbinnen alle events zich afspelen.

³³ Robert Andrew Ariel, "Recent Empirical Disconfirmation of Whitehead's Relativity Theory," in: *Process Studies* Vol.4 Number 4, Winter 1974, p. 285.

³⁴ Jonathan Bain, "Whitehead 's Theory of Gravity" pp. 557-560.

³⁵ Albert Einstein en Leopold Infeld, *The evolution of physics. from early concepts to relativity and quanta.* (Simon & Schuster, inc: New York, 1966) p. 153.

Hoewel beide theorieën voorspellen dat licht afbuigt bij zware lichamen is er een wezenlijk conceptueel verschil. Bij Einstein veroorzaakt materie, bijvoorbeeld een ster, een kromming in de ruimte rondom zich. Een lichtstraal die vlak langs de ster komt, gaat als het ware wel recht door de ruimte, maar het lijkt voor de waarnemer die veraf staat dat het licht buigt omdat de ruimte krom is. In de theorie van Whitehead heeft materie geen invloed op de tijdruimtestructuur en blijft de ruimte dus recht (in Euclidische zin). In zijn theorie gaat de lichtstraal letterlijk krom. Waar Einstein gravitatie verklaart met behulp van een veld, beschrijft Whitehead slechts beweging op afstand met de snelheid van het licht. Whiteheads theorie staat in dat opzicht dus dichter bij de theorie van Newton.

Hoewel de wiskundige vergelijkingen in beide theorieën buitengewoon moeilijk zijn op te lossen, is de wiskunde van Whiteheads theorie toch iets eenvoudiger. Als het om de wiskunde was, zou Whiteheads theorie verkieslijker zijn.

Als laatste verschil noem ik de gravitatieconstante die bij Einstein daadwerkelijk constant is, maar bij Whitehead niet. Omdat dit verschil doorslaggevend is gebleken in de falsificatie van Whiteheads gravitatietheorie zal ik dit punt nader uitwerken in de volgende paragraaf.

De falsificatie van Whiteheads gravitatietheorie

Eddington was de eerste natuurwetenschapper die Whiteheads gravitatietheorie opmerkte. Hij toonde in 1924 aan dat Whiteheads vergelijkingen dezelfde oplossing opleverden als Einsteins vergelijkingen in een bijzonder geval (de Schwartzchild oplossing).³⁶ Het was door deze uitkomst dat bleek dat Whiteheads theorie dezelfde voorspellingen maakte als die van Einstein. Omdat de vergelijkingen van zowel Einstein als Whitehead erg moeilijk op te lossen zijn in meer gecompliceerdere gevallen, bestond er vooralsnog geen mogelijkheid om op basis van de toen bekende uitkomsten van hun vergelijkingen aan te geven waar de twee theorieën van elkaar verschilden. Het onderscheid tussen de twee theorieën zat dus vooralsnog op het conceptuele niveau. De hamvraag was of Whiteheads verwerping van het relativiteitsbeginsel en zijn aanname van universele Minkowski tijdruimte gerechtvaardigd was.

In de jaren 30 en 40 verschoof de belangstelling in de natuurwetenschap naar de kwantummechanica en kernfysica, waar de algemene relativiteitstheorie geen rol speelde. Veel wetenschappers hielden zich afzijdig van Einsteins project om een geünificeerde veldtheorie te ontwikkelen. Einstein had al furore gemaakt en werd alom gerespecteerd in

³⁶ Jonathan Bain, "Whitehead 's Theory of Gravity." pp. 547.

wetenschappelijke kringen. Zijn relativiteitstheorie werd als gezaghebbend beschouwd op kosmologische schaal. Whitehead werd gerespecteerd maar eerder beschouwd als een metafysicus dan een natuurwetenschapper en zijn gravitatie-theorie, die wel iets had van een curiositeit, raakte enigszins in vergetelheid.³⁷

In de jaren 50 werd Whiteheads gravitatie-theorie opnieuw geëvalueerd dankzij de interesse van een Ierse fysicus Synge. De filosofische achtergrond werd daarbij buiten beschouwing gelaten. Einsteins en Whiteheads theorieën werden toegepast op verschillende modellen. Steeds leverden hun formules echter dezelfde resultaten op.³⁸ Vooralsnog wist men nog steeds niet op basis van welk experiment men de beste theorie moest kiezen. In de jaren 60 nam de belangstelling om de verschillende theorieën te testen nog verder toe, mede door de steeds betere meetapparatuur die de wetenschap ter beschikking stond.

Pas in 1971 was Clifford Will in staat om af te leiden waar Einsteins theorie meetbaar verschilt van die van Whitehead. Volgens Einstein is een gravitatieveld uitsluitend afhankelijk van de aanwezige materie, terwijl volgens Whitehead ook de a-priori structuur van tijdruimte een rol speelt. Dit verschil impliceert volgens Will dat voor Einstein, net als bij Newton, er een universele gravitatieconstante bestaat die wordt gegeven door de natuur. In Whiteheads theorie daarentegen, is de waarde van de gravitatieconstante gerelateerd aan de a-priori geometrie van de ruimte. Dat heeft tot gevolg dat de gravitatieconstante bij Whitehead niet feitelijk constant is. Een roterend lichaam, zoals de aarde, oscilleert in de ruimte en dat zou betekenen dat de gravitatieconstante zou moeten variëren met eb en vloed. De voorgepelde periodieke verandering van de gravitatieconstante ten opzichte van de gemeten gravitatieconstante bleef echter uit (met een factor van 200) waarmee de gravitatie-theorie van Whitehead, na bijna 50 jaar, experimenteel werd gefalsificeerd.³⁹

Deze constatering van Will is niet noodzakelijk een falsificatie van Whiteheads filosofie in zijn geheel. De falsificatie is gebaseerd op Whiteheads veronderstelling dat uniforme tijdruimte recht of Euclidisch is. De procesfilosofie veronderstelt weliswaar *dat* er een a-priori geometrie is, maar leert niet *hoe* zij uniform is. Als Whiteheads filosofie toch juist is, dan moet er minstens een correct alternatief zijn voor de structuur van tijdruimte, waarmee wederom dezelfde voorspellingen gedaan kunnen worden als met de relativiteitstheorie van Einstein.⁴⁰ Hoewel dit strikt genomen zo is, legt de falsificatie van Whiteheads gravitatie-theorie toch een zware hypotheek op zijn filosofie.

³⁷ Yutaka Tamaka, *The comparison between Einstein's and Whitehead's theories of relativity*. § 4

³⁸ Jonathan Bain, "Whitehead 's Theory of Gravity,'" p. 564..

³⁹ Robert Andrew Ariel, "Recent Empirical Disconfirmation of Whitehead's Relativity Theory," pp. 285-287.

⁴⁰ Yutaka Tamaka, *The comparison between Einstein's and Whitehead's theories of relativity*, §2

Conclusie

De bezwaren die Whitehead had tegen de relativiteitstheorie waren filosofisch van aard maar hij beseftte terdege dat hij zo'n succesvolle theorie niet zomaar aan de kant kon schuiven zonder daarvoor een andere en betere theorie in de plaats te stellen. Het getuigt van durf en genialiteit om slechts enkele jaren na Einsteins formuleringen zelfstandig een alternatieve theorie te ontwikkelen die zeer lange tijd hetzelfde voorspellend vermogen bleek te hebben. Whiteheads theorie is weliswaar vaak becommentarieerd en vergeleken met die van Einstein, maar de teneur van die vergelijkingen was en is doorgaans meer ingegeven door curiositeit dan door acceptatie.

Een mogelijke verklaring voor de verwerping van Whiteheads gravitatie-theorie, zelfs voordat die in 1971 werd gefalsificeerd, is dat zijn kritiek niet alleen was gericht tegen de relativiteitstheorie maar tegen vrijwel alle takken van de natuurwetenschap die zich, in Whiteheads terminologie, schuldig maakten aan bifurcatie. Als men Whiteheads bezwaren serieus neemt, moet men het merendeel van de gangbare theorieën in de moderne natuurwetenschap overboord gooien. Zoiets aanvaarden van een filosoof, die met zijn nadruk op de directe ervaring toch sterke banden vertoont met de continentale filosofie, is van analytische natuurwetenschappers blijkbaar teveel verwacht. Bovendien zijn de gebifurceerde opvattingen over straling, kleuren enzovoort buitengewoon succesvol gebleken in de telecommunicatie en de productie van allerlei beeldapparaten. Het volstaat dus niet om simpelweg te stellen dat de wetenschap zich uitsluitend bezig moet houden met de relatie tussen bewustzijn en de direct gegeven natuur, ook omdat onze zintuigen en de werking daarvan deel uitmaken van diezelfde natuur.

Hoewel Whiteheads onderscheid tussen enerzijds de direct ervaren en anderzijds de gepostuleerde en geabstraheerde natuur zijn verdienste heeft, is het onderscheid zeker niet altijd helder. Op het moment dat ik kijkend naar een schilderij de 'groenervaring' isoleer, en dus abstraheer in mijn bewustzijn, ben ik namelijk al aan het bifurceren en het is maar de vraag of een mens überhaupt in staat is iets over de natuur te zeggen zonder zich schuldig te maken aan een vorm van bifurcatie. Er is volgens mij niet zoiets gegeven als werkelijk zuiver en neutraal waarnemen van de natuur. Bij iedere waarneming conceptualiseren we en leggen we gebifurceerde en dus ook falsifieerbare patronen op aan onze waarnemingen. Whitehead maakt zich evengoed schuldig aan bifurcatie als Einstein. Het door hem geïntroduceerde concept 'object' als adjectief van een event is evenmin in de ervaring zelf gegeven als het concept 'substantie'. Whitehead heeft mijns inziens niet laten zien hoe je bifurcatie kunt vermijden, maar wel hoe je door middel van een originele manier van bifurceren dezelfde

verschijnselen heel anders kunt verklaren. In dat opzicht was Whitehead zeer origineel en brak hij in de natuurwetenschap en analytische filosofie met het zeer dominante substantiebegrip.

Het is moeilijk om Whitehead in een bepaalde filosofische traditie te plaatsen. Omdat Whitehead zijn denkbeelden op analytische wijze uitwerkt, waarbij men op de hoogte moet zijn van de hogere wiskunde, heeft hij weinig school gemaakt in de continentale filosofie. Deze factoren maken Whitehead tot een filosofische zonderling die noch in de analytische noch in de continentale filosofie een duidelijke plaats inneemt. In veel handboeken over de geschiedenis van de filosofie van de twintigste eeuw worden zijn ideeën wellicht om die reden zelden goed uitgewerkt. In de theologie heeft de procesfilosofie nog de meeste uitwerking gehad.

Hoewel Whiteheads alternatieve gravitatie-theorie is gefalsificeerd, blijft hij verdienstelijk omdat hij een aantal filosofisch zwakke plekken in de theorie van Einstein wist bloot te leggen, met name met betrekking tot het gebruik van materie in de Newtoniaanse betekenis en het operationele concept van simultaneïteit. Vergeleken met Whitehead hebben vele wetenschapsfilosofen amper de problemen gezien die Einsteins theorie oplevert, laat staan om uitgewerkte oplossingen daarvoor aan te dragen.⁴¹

⁴¹ Filmer S. C. Northrop, "Whitehead's Philosophy of Science." p. 207.

Literatuur

Ariel, Robert Andrew, "Recent Empirical Disconfirmation of Whitehead's Relativity Theory," in: *Process Studies* Vol.4 Number 4, Winter 1974, pp. 285-287.

Bain, Jonathan, "Whitehead's Theory of Gravity," in: *Stud. Hist. Phil. Mod. Phys.*, Vol. 29, No. 5, 1998. pp. 547-574.

Albert Einstein e.a., *The principle of relativity. A collection of original memoirs on the special and general theory of relativity.* (Dover Publications, inc: New York, 1952)

-----, 'Relativity. The special and the general theory.' in: Motimer J. Adler (ed.) *Great Books of the Western World. Natural science: Selections from the Twentieth Century.* Deel 56. (Encyclopaedia Britannica, inc: Chicago, 1990) pp. 187-243..

Albert Einstein en Leopold Infeld, *The evolution of physics. from early concepts to relativity and quanta.* (Simon & Schuster, inc: New York, 1966)

Klaus Hentschel, *Interpretationen und Fehlinterpretationen der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie durch Zeitgenossen Albert Einsteins.* (Birkhauser Verlag: Basel, 1990).

Northrop, Filmer S. C., "Whitehead's Philosophy of Science." in: Paul Arthur Schilpp (ed.) *The library of living Philosophers, The philosophy of Alfred North Whitehead.* Second edition (Tudor Publishing Company: New York, 1951) pp. 165-208.

Tamaka, Yutaka, *The comparison between Einstein's and Whitehead's theories of relativity,* gepubliceerd op internet: www.asaki-net.or.jp/~sn2y-tnk/tanaka_4_0.htm.-15k

Ushenko, Andrew Paul, "Einstein's influence on contemporary philosophy," in: Paul Arthur Schilpp (ed.), *The library of living Philosophers, volume VII Albert Einstein: Philosopher-scientist* 3rd edition (Open Court: La Salle, Illinois, 1982) pp. 607-645.

White, Villard Alan, "Whitehead, Special Relativity and Simultaneity," in: *Process Studies* Vol.13, Number 4, Winter 1983, pp. 275-285.

Whitehead, Alfred North, "Science and the Modern World" in: Motimer J. Adler (ed.) *Great Books of the Western World. Philosophy and religion: selections from the Twentieth Century*. Deel 55 (Encyclopaedia Britannica, inc: Chicago, 1990) pp. 127-234.

-----, *The interpretation of science. Selected essays*. (edited by A.H. Johnson) (The Bobbs-Merrill co, inc.: Indianapolis, 1961)

-----, *Essays in science and philosophy*. (Philosophical Library: New York, 1947)

-----, *The concept of nature*. (Cambridge University Press: Cambridge, 1964)