

### **Proefschriftbespreking**

J.A.E.F. van Dongen, *Einstein's Unification: General Relativity and the Quest for Mathematical Naturalness*, Universiteit van Amsterdam, December 2002; promotores: A.J. Kox (UvA) en E. Verlinde (Princeton)

## **Einstein en de Heilige Graal**

*F.A. Muller*

Nadat wetenschapsbeoefenaren een paar flinke prijzen in de wacht hebben gesleept, blijven ze in de regel geestdriftig in het peloton meefietsen. Albert Einstein (1897-1955) stapte na zijn grootste succes, de creatie van de algemene relativiteitstheorie (ART), weliswaar niet af, maar ging op 36-jarige leeftijd een parcours volgen dat niemand reed. Met een aan obsessie grenzende passie die genieën kenmerkt, zette Einstein zijn wetenschappelijke onderzoeken voort tot op de dag van zijn overlijden. Van *free-wheelen* (om nog even door te trappen op de wielrenmetafoor) was absoluut geen sprake. Het beoogde doel is echter niet bereikt, zelfs nooit in zicht geweest. Het doel van Einstein's onderzoeken was wat uiteindelijk zou uitgroeien tot de Heilige Graal van de 20<sup>ste</sup>-eeuwse theoretische fysica: een enkele theorie opstellen die alle bekende materie en hun wisselwerkingen *in beginsel* omvat.

In de tijd dat Einstein zijn meesterstuk voltooide, te weten de ART in 1915, waren zwaarte en elektromagnetisme de enige twee algemeen aanvaarde fundamentele wisselwerkingen in de natuurkunde. Rond de eeuwwende sprak men in de natuurkunde nog van het 'het electromagnetische wereldbeeld', waaruit de hoop spreekt om zwaarte te interpreteren als een electromagnetisch verschijnsel. Dat zou niet lukken. Voor Einstein was de volgende taak van de theoretische fysica, anno 1915, het zoeken naar een theorie die beide krachten zou omvatten, dus een theorie die de ART en de klassieke elektrodynamica aaneen zou smeden tot een zinderend geheel. Over de jacht van Einstein op een dergelijke 'geünificeerde veldentheorie' handelt de wetenschaps-historische dissertatie van J.A.E.F. van Dongen. *Einstein's Unification* bevat een boeiend overzicht van de gehele jacht. Naast voornamelijk uit verschenen artikelen heeft Van Dongen ook geput uit brieven, hoofdzakelijk de reeds lang beschikbare bundels briefwisselingen met Michel Besso (uit 1972), met Max Born (uit 1969) en zijn brieven aan Maurice Solovine (uit 1956).

Met Walther Mayer (1929-1933), Peter Gabriel Bergmann (1937-1940), die in zijn *Introduction to the Theory of Relativity* uit 1942 twee hoofdstukken zou wijden aan zijn Graal-arbeid met Einstein, en Valentine Bargmann (1937-1943), een eminent mathematisch fysicus, heeft Einstein samengewerkt tijdens

zijn speurtocht naar de Heilige Graal (gedurende de jaren tussen haakjes). Bergmann is de enige medewerker die thans nog in leven is. Zonder twijfel zijn de hoofdstukken 3, 4 en 5, waarin Van Dongen de drie hoofdonderwerpen van Einstein's jacht beschrijft, de beste van het proefschrift. Zij behandelen de opkomst en ondergang van respectievelijk (a) de teleparallele meetkunde, (b) de semi-vectoren, en (c) de uitbouw van de Kaluza-theorie. Deze onderwerpen laat ik rusten.

Wat mij opviel bij Van Dongen's beschrijvingen is dat hij soms, uiteraard met de wijsheid achteraf in pacht, oordelen velt op een manier die sinds Herbert Butterfield's *The Whig Interpretation of History* (1931) onder geschiedkundigen geen opgeld meer doet: 'as a true Don Quichote [Einstein], with his very own Sancho Panza [Walther Mayer], he was galloping to uncover one of the great big mysteries in physics, only to find himself battling with a windmill.' (blz. 89) Wat een gein.

De tragiek van Einstein's jacht is niet dat hij een indrukwekkende verzameling bokken heeft geschoten (wie nooit bokken schiet is geen fysicus), maar dat de reden *waarom* door Einstein zelf in de wereld is geholpen en waarvoor hij nota bene in 1922 de Nobel-trofee zou ontvangen, te weten de quantumfysica. Daarbovenop komt dat Einstein *wist* dat zijn afkeer van de quantumfysica hem wetenschappelijk noodlottig kon worden en tegelijkertijd *wist* dat hij *niet om zichzelf heen kon*. Hij schreef goed te begrijpen dat zijn collegae hem zagen als een struisvogel die zijn kop het zand heeft gestoken, en vond dit beeld toepasselijk, om er onmiddellijk aan toe te voegen dat hij, in tegenstelling tot zijn dwalende collegae, wel de diepte onder het oppervlak wilde onderzoeken. Dit schreef Einstein nog in Februari 1954 aan Louis de Broglie, een jaar voor zijn overlijden.

Van Dongen brengt geen verandering in dit standaard-antwoord, namelijk dat Einstein's weigering een quantum-harnas te dragen op zijn jacht op de Heilige Graal hem noodlottig is geworden. Hij betoogt overtuigend dat Einstein in zijn speurtocht naar de ART in de jaren 1907-1915 drastisch van werkwijze veranderde (Van Dongen's 'main thesis', blz. 8) en suggereert zodoende dat deze veranderde werkwijze van Einstein ook heeft bijgedragen aan de mislukking van zijn jacht op de Graal.

In een brief uit Mei 1952 aan zijn vriend Maurice Solovine illustreerde Einstein de methode waarmee hij in 1913 uit een impasse geraakte en vervolgens de ART ontdekte: niet door dicht bij de resultaten van experimenten en bij waargenomen feiten te blijven, of daar iets uit proberen af te leiden (inductie), maar door een algemene theorie te bedenken die zowel *wiskundig natuurlijk* als *logisch eenvoudig* is, daar vergelijkingen uit af te leiden, en daar weer feiten uit proberen af te leiden door de vergelijkingen op te lossen (deductie). (Zie de figuur.) Het afwijzen van een inductieve en het omarmen van deductieve methode deed Einstein reeds expliciet in December 1919 in een kort artikel in de veelgelezen dagkrant *Berliner Tageblatt*. Ook heeft Einstein zijn methodologische denkbeelden uiteengezet in zijn Herbert-Spencer-lezing 'Over de Methode van de Theoretische Fysica' te Oxford in 1933, en in zijn *Autobiographisches* (1949). Kortom, hetgeen Van Dongen betoogt is hetzelfde als door

J.D. Norton is betoogd in zijn (zoveelste) indringende artikel 'Nature is the Realisation of the Simplest Conceivable Mathematical Ideas: Einstein and the Canon of Mathematical Simplicity', *Studies in the History and Philosophy of Modern Physics* **31** (2000) blz. 135-170.

Had Einstein eigenlijk wel een andere methode kunnen volgen bij zijn jacht op een geünificeerde veldentheorie? (Van Dongen vraagt zich dit nergens af.) Er waren immers geen bijzondere waargenomen verschijnselen die deze theorie zou moeten redden dan wel ondubbelzinnig in de richting van een bepaald soort van unificatie wezen; wat men hier had waren twee *theorieën* die Einstein wilde unificeren. De methode die Einstein volgde lijkt de enig mogelijke. Ze wijkt heel weinig af van de methode die alle hedendaagse theoretische natuurkundigen volgen die in de snaartheorie de Heilige Graal herkennen. De mislukking van Einstein ligt in *de soort van* unificatietheorie die hij wilde, te weten een klassieke continue veldentheorie, niet in *de manier waarop* hij zijn doel trachtte te bereiken. Dit betekent dat onderzoek naar de door Einstein gevolgde methode niets kan bijdragen aan de verklaring van zijn feilen. Indien Van Dongen methodologische beschouwingen wil aanwenden als verklarende factor voor Einstein's feilen, dan schiet hij naar mijn oordeel een bok. Indien hij dat niet wil, *waarom* heeft hij dan zulke beschouwingen betrokken in zijn beschrijving van Einstein's jacht op de Graal?

Af en toe onderbrak Einstein zijn jacht met een bijdrage aan zijn ART of met krachtige, kritische beschouwingen over de quantummechanica, die in de jaren 1924-1932 haar definitieve beslag had gekregen. Zijn overbekende artikel 'Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?', *Physical Review* **47** (1935) 777-780, geschreven met Podolsky en Rosen, is daarvan verreweg de bekendste en bovendien Einstein's meest geciteerde artikel. De quantummechanica was *onvolledig* (sommige elementen van de fysische werkelijkheid waar deze theorie over hoorde te gaan hadden geen tegenhangers in de theorie), en *niet-locaal* (herbergte een 'spookachtige werking op afstand' die in de ruimte-tijd waarin wij wonen en wenen niet bepaald een natuurlijk tehuis heeft). In een brief aan Schrödinger uit 1935 beschreef Einstein een gedachte-experiment waarin een bom zich in een superpositie van een ontplofte en niet-ontplofte toestand bevindt zolang niemand iets meet. Kan het nog gekker? Schrödinger verving de bom door een kat en maakte zichzelf daardoor ook ver buiten de fysica onsterfelijk. Het lijkt of Einstein zichzelf moest blijven overtuigen dat hij op de goede weg was door de quantummechanica zo hevig mogelijk te bekritisieren. En hoe zit het hier met de 'wiskundige natuurlijkheid'? Er veel voor te zeggen is dat zowel de quantummechanica volgens Dirac als die volgens Von Neumann, bij voorkeur voorzien van de groepen-theoretische rijkdom van Weyl en Wigner, een weergaloze 'wiskundige natuurlijkheid' bezitten. Het kon Einstein niet veel schelen. Voor hem was 'wiskundige natuurlijkheid' als meta-theoretische eigenschap volmaakt ondergeschikt aan volledigheid, localiteit en wat men 'begrijpelijkheid' zou kunnen noemen.

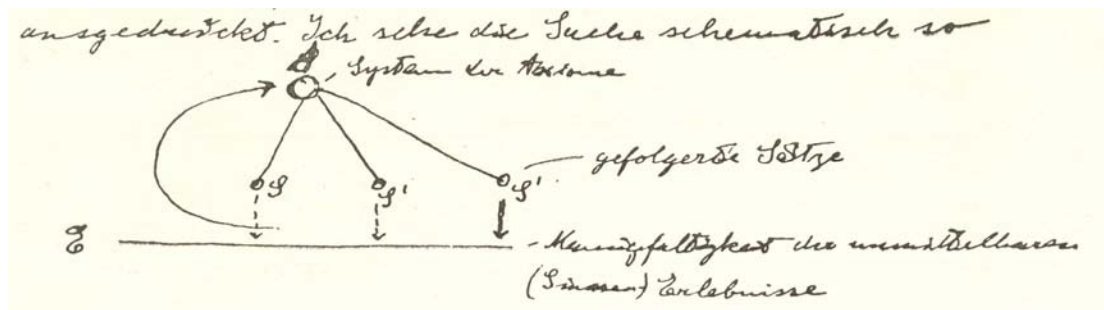
Aan het begrip van Einstein's bezwaren tegen de quantummechanica, dat in de vakliteratuur grondig ontgonnen terrein is, wil Van Dongen iets bij-

dragen. Het hoofdstuk dat Van Dongen aan Einstein en de quantummechanica wijdt, is ronduit zwak. Een systematische uiteenzetting van Einstein's bezwaren, die niet meer dan enkele bladzijden hoeft te beslaan, ontbreekt bijvoorbeeld, en de opmerkingen over de historische ontwikkeling van de quantummechanica zijn gemankeerd. De mythe dat Schrödinger de 'equivalentie' van de matrixmechanica en zijn golfmechanica zou hebben bewezen, wordt door Van Dongen geprolongeerd (blz. 117). Van Dongen eindigt door te verklaren dat Einstein de quantummechanica ook zou hebben verworpen indien deze theorie *wel* via zijn deductieve methode was gevonden (blz. 121).

De methode is blijkbaar ook hier irrelevant. Van Dongen geeft het zelf toe en schiet zodoende volgens mij opnieuw een bok. Want waarom een methode uitgebreid in een beschouwing over Einstein's kritiek op de quantummechanica betrekken wanneer zij irrelevant is?

Samengevat, een onderhoudend proefschrift met enkele onnodige smetten. □

Lengte inzending: c.a. 1600 woorden



### **Bijschrift figuur**

Tekening van Einstein uit een brief dd. 7 Mei 1952 aan Maurice Solovine, die zijn werkwijze illustreert: de cirkel A is "het systeem van axioma's" (de basis van iedere theorie), waaruit men beweringen S en S' deduceert, aangegeven met kleine cirkeltjes, die men vervolgens deductief in contact moet brengen met "de menigvuldigheid van de onmiddellijke zintuiglijke ervaring", voorgesteld door de horizontale lijn. De kromme pijl stelt de scheppende denksprong naar de axioma's voor, die inductief noch deductief is. Volgens Einstein waren theorieën "vrije scheppingen van de menselijke geest"; het Boek der Natuur is niet in de taal der wiskunde geschreven (door iemand anders),

zoals Galilei meende, *wij* verzinnen en schrijven het Boek der Natuur in de taal der wiskunde. (Bron: Albert Einstein, *Lettres a Maurice Solovine*, Parijs: Gauthier-Villars, 1956, blz. 120.)