

Lorentz en Einstein

‘U hier als opvolger te begroeten is een wens die ik lang gekoesterd heb’

FRITS BERENDS*

ABSTRACT

Lorentz and Einstein

This paper discusses the special connection between Lorentz and Einstein, and especially Lorentz’ wish to be succeeded by Einstein on his Leiden chair of physics. The relation between the two scholars is one of great mutual respect, which can be illustrated in many ways. After an introduction to illustrate their strikingly different early careers, their interests in early quantum problems and relativity are sketched. These originate from a shared interest in the problems that arose in the electromagnetic theory around 1900. Lorentz’ electron theory, which then counted as the standard electromagnetic theory, had to cope with new fundamental questions. The focus is then shifted to Lorentz’ wish to get Einstein a chair in theoretical physics in The Netherlands. Two attempts in the years 1911–1912 failed, but Lorentz finally succeeded in 1920. Furthermore, this article describes how the first Solvay Council acted as a remarkable catalyst for the changes in the careers of Lorentz, Einstein and Ehrenfest in 1912.

Keywords: Lorentz; Einstein; Ehrenfest; first Solvay Council

Opzet

Over de relatie tussen Lorentz en Einstein is veel te zeggen en is al veel gezegd.¹ De terreinen waarop zij met elkaars visies in contact kwamen, betroffen in de eerste plaats wetenschap-

* Emeritus hoogleraar theoretische natuurkunde, Universiteit Leiden. E-mail: berends@lorentz.leidenuniv.nl. Dit artikel is een bewerking van een lezing in een lezingencyclus die relaties van Nederlandse wetenschappers met Einstein beoogde te beschrijven. Het gehoor had een algemene natuurwetenschappelijke belangstelling maar geen speciale expertise betreffende de natuurkunde of de geschiedenis ervan. Dat noopte tot keuzes.

¹ Zie bijvoorbeeld: J. Kox, ‘Hendrik Antoon Lorentz’s struggle with quantum theory’, *Archive for history of exact sciences* 67:2 (2013) 149–170; Idem, ‘Hendrik Antoon Lorentz en Paul Ehrenfest: twee tegenpolen in gesprek’, in: Frans Willem Lantink & Jaap Temminck (red.), *Wetenschapsarchieven in het Noord-Hollands Archief* (Haarlem 2010) 41–54; Idem, ‘Hendrik Antoon Lorentz, the ether, and the general theory of relativity’, *Archive for history of exact sciences* 38:1 (1988) 67–78; M. Janssen & A.J. Kox, ‘Hendrik Antoon Lorentz’, *New Dictionary of Scientific Biography*, vol. 4 (Detroit 2008) 333–336; Sybe I. Rispen, ‘Einstein en Lorentz’, in: idem, *Einstein in Nederland. Een intellectuele biografie* (Amsterdam 2006) 53–92; J. Illy, ‘Einstein teaches Lorentz, Lorentz teaches Einstein: their collaboration in general relativity, 1913–1920’, *Archive for history of exact sciences* 39 (1989) 247–289; N.J.



Fig. 1: Hendrik Antoon Lorentz in 1911. (Fotoboek Solvay Raad, Kamerlingh Onnes Archief, Museum Boerhaave, Leiden)

pelijke problemen, maar later ook kwesties van internationalisme in de wetenschap.² Echter, daarnaast heeft een heel ander – en tot dusverre onderbelicht – element een rol gespeeld in hun contacten, namelijk Lorentz' wens Einstein als opvolger voor zijn leerstoel in Leiden te krijgen. Dit artikel beoogt na te gaan welke factoren bij het ontstaan van die wens een rol hebben gespeeld, en hoe uiteindelijk niet Einstein, maar Paul Ehrenfest (1880–1933) op die plek terecht kwam. Om de context te schetsen zal in dit artikel de nadruk liggen op de gedeelde wetenschappelijke vraagstellingen en op de complexe banencarrousel in de fysica die in november 1911 begon.

De twee hoofdrolspelers worden in de inleiding geïntroduceerd. Daarbij wordt geschetst wat Lorentz' wetenschappelijke statuur was, toen Einstein begon te studeren. Dan komen de wetenschappelijke kwesties aan de orde waarmee beiden zich bezighielden en die uiteindelijk tot persoonlijke contacten leidden. Wegens overlap met andere artikelen in dit themanummer krijgt de algemene relativiteitstheorie slechts beperkte aandacht. Het laatste gedeelte analyseert de veranderingen in de loopbanen van Lorentz, Einstein en Ehrenfest, die in 1912 hun beslag kregen.

Inleiding: een vader-zoon verhouding?

Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928 – zie fig. 1) en Albert Einstein (1879–1955 – zie fig. 2) hadden een bijzondere relatie. Wegens het leeftijdsverschil ligt een analogie met een vader-zoon verhouding voor de hand: een trotse vader en een zoon die de vader bewondert. Het

Nersessian, "Why wasn't Lorentz Einstein?" An examination of the scientific method of H.A. Lorentz, *Centaurus. International magazine of the history of science and medicine* 28 (1986) 205–242.

² Zie hierover nader: W. Otterspeer & J. Schuller tot Peursum-Meijer, *Wetenschap en Wereldvrede. De Koninklijke Akademie van Wetenschappen en het herstel van de internationale wetenschap tijdens het Interbellum* (Amsterdam 1997).



Fig. 2: Albert Einstein in 1911. (Fotoboek Solvay Raad, Kamerlingh Onnes Archief, Museum Boerhaave, Leiden)

generatieverschil betekent ook dat de natuurkunde in hun jeugd niet dezelfde was en andere prioriteiten kende. Lorentz startte in 1873 zijn promotieonderzoek toen het samenvattende werk van James Clerk Maxwell (1831–1879) verscheen. Later schreef hij daarover:

De verschijning van het *Treatise on electricity and magnetism* van deze grote natuurkundige is wel het glanspunt in mijn wetenschappelijke herinneringen; de conceptie van licht als een elektromagnetisch verschijnsel overtrof in stoutheid alles wat ik tot nog (toe) gezien had. Maar gemakkelijk was Maxwells boek niet! Geschreven in een tijd toen zijn denkbeelden zich allengs ontwikkelden, was het nog niet tot een goed samenhangend geheel versmolten en miste het de rust van het voltooide. Menige vraag liet het onbeantwoord.³

Maxwells revolutionaire idee had de status van een alternatieve lichttheorie. Die lichttheorieën waren ontstaan nadat Augustin-Jean Fresnel (1788–1827) met interferentie-experimenten licht als golfverschijnsel had geïnterpreteerd. Zoals geluidsgolven zich in lucht verplaatsen, zouden lichtgolven dat doen in een ether – die trouwens nimmer waargenomen was. Lichttheorieën verschilden onderling door de aan die ether toegeschreven eigenschappen. Lorentz sprak in zijn proefschrift (1875) een voorkeur uit voor Maxwells theorie op grond van een vergelijking tussen verschillende licht-theoretische beschrijvingen van breking en reflectie.⁴ Pas toen Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894) in 1887 met elektrische

³ P. Zeeman & A.D. Fokker, *H.A. Lorentz. Collected Papers*, 9 vols (Den Haag 1934–1939), vol. 9, 319.

⁴ H.A. Lorentz, *Over de theorie der terugkaatsing en breking van het licht* (proefschrift Leiden 1875), in: Zeeman & Fokker, *Lorentz Collected Papers* (n. 3), vol. 1, 1.

ontladingen ‘radiogolven’ kon opwekken en waarnemen, werd Maxwells theorie algemeen aanvaard.

Lorentz had intussen zijn voorkeur al gevolgd en belangrijke stappen gezet in de verheldering, verbetering en uitbreiding van Maxwells theorie. Met name had hij de rol van de ether en de materie scherper omschreven. Bovendien had hij lading en stroom gespecificeerd als afkomstig van geladen deeltjes. Hij stelde dat binnen de moleculen en atomen niet alleen de ether aanwezig was, maar er ook geladen deeltjes waren. Bij trilling veroorzaken die geladen deeltjes lichtgolven. Op die deeltjes kon ook een elektromagnetische kracht werken, de later naar hem genoemde ‘Lorentzkracht’. Met die hypothetische deeltjes verklaarde hij optische verschijnselen. Daarvan is het Zeeman-effect (1896) – de splitsing van spectraallijnen door een magneetveld – het bekendst. Ten gevolge van de Lorentzkracht beïnvloedde zo’n magneetveld de trillingen van de geladen deeltjes in de atomen. Daardoor veranderden de frequenties, wat zich uitte in de splitsing van spectraallijnen. Vergelijking van theorie en experiment leerde dat die – nu in de materie indirect waargenomen – deeltjes een negatieve lading droegen en een uitzonderlijk grote verhouding van lading en massa (e/m) bezaten. Een jaar later nam Joseph John Thomson (1856–1940) in een vacuümbuis negatief geladen deeltjes waar met een grote e/m verhouding. Die deeltjes werden later elektronen genoemd, zodat Lorentz zijn theorie de elektronentheorie noemde. Dat was ook de titel van zijn samenvattende boek *The theory of electrons* (Leipzig 1909). Een voorloper ervan was verschenen onder de titel *Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern* (Leiden 1895). Lorentz en Pieter Zeeman (1865–1943) ontvingen in 1902 samen de Nobelprijs voor hun magneto-optisch onderzoek.

In datzelfde jaar 1902 kreeg Einstein na twee jaar zoeken sinds zijn afstuderen aan de Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) eindelijk een baan: beambte aan het Zwitserse patentbureau in Bern. Het zou nog tot 1911 duren voordat hij gewoon hoogleraar werd in de theoretische natuurkunde, in Praag. Het contrast met Lorentz’ bliksemcarrière kan haast niet groter zijn. Lorentz begon op 17-jarige leeftijd zijn studie in Leiden, keerde na het behalen van zijn kandidaatsexamen terug naar zijn ouderlijk huis in Arnhem. Daar zette hij zijn studie en later promotieonderzoek voort. Vanaf zijn negentiende jaar was hij leraar aan een burgeravondschoon, wat hem ruim tijd gaf te studeren, zij het in isolement. Begin 1878 nog 24 jaar oud, aanvaardde hij in Leiden een ordinariaat in de theoretische natuurkunde. Dat was toen een volstrekt nieuwe leeropdracht, de eerste in Nederland en ook daarbuiten uitzonderlijk. Dit novum was een gevolg van de ontwikkeling in de natuurkunde, waar theoretische beschouwingen steeds meer in wiskundige termen geformuleerd werden en zo verder van het aanschouwelijke experiment kwamen te staan. Toen Einstein ging studeren was zo’n leeropdracht al veel gangbaarder.

Beiden begonnen de studie op zeventienjarige leeftijd, maar dat is ook de enige overeenkomst. De weg naar de universiteit verschilde volledig. Terwijl Lorentz op scholen zeer positieve en stimulerende invloeden ondervond, gebeurde met Einstein eerder het tegendeel. Het Duitse autoritaire en militaristische klimaat ging hem zo tegenstaan dat hij naar Zwitserland verhuisde en later ook Zwitser werd. Na daar de middelbare school afgemaakt te hebben, werd hij aan de ETH toegelaten. Voor Einsteins familie lag een universitaire studie meer voor de hand dan voor die van Lorentz. De ene familie had affiniteit met techniek en de andere met het telen en verkopen van groenten. De directeur van de Arnhemse HBS had dan ook Hendriks vader moeten overtuigen van het nut van een universitaire studie voor zijn zoon.

Net zoals Lorentz na zijn doctoraalexamen in 1873 zich met een actueel probleem in de natuurkunde ging bezighouden, deed Einstein dat na het verlaten van de ETH in 1900. Dat blijkt uit zijn vijf beroemde publicaties in 1905, waarvan een trouwens ook als dissertatie diende.⁵ Met name zijn publicaties over relativiteit en het foton betreffen grote vragen in de natuurkunde van rond de eeuwwisseling.⁶ De problemen kwamen voort uit experimenten die twijfels opriepen over gangbare ideeën in het elektromagnetisme, dus ook over Lorentz' elektronentheorie. Dat Lorentz zich met deze problemen bezighield, verbaast allermint. Het is eerder verrassend dat het nog tot 1909 duurde voordat Lorentz en Einstein met elkaar gingen corresponderen. De eerste persoonlijke ontmoeting vond begin 1911 plaats in Leiden, waar Einstein voor een voordracht was uitgenodigd. Dat vormde het begin van een persoonlijke band die voortduurde tot Lorentz' overlijden in 1928.

Wetenschappelijke contacten I: problemen met quanten

De correspondentie tussen Lorentz en Einstein begon in 1909 met het wetenschappelijke probleem van de quanten. Eind 1900 was door Max Planck (1858–1947) een hypothese geponeerd bij zijn beschrijving van de zogenaamde 'zwarte straling'.⁷ Daaruit is na vele stappen rond 1926 de quantummechanica ontstaan. Plancks theorie betrof de natuurkunde op atomaire schaal. Vooral in het eerste decennium van de twintigste eeuw beseften weinig fysici dat er met Plancks hypothese een revolutie begonnen was. Bijna niemand nam eraan deel. In die vroege periode waren er twee ontwikkelingen. De ene had te maken met de noodzaak en de interpretatie van Plancks hypothese, de andere met toepassingen van Plancks ideeën op andere meetbare verschijnselen dan zwarte straling.⁸

De omwenteling begon 14 december 1900, toen Planck een door hem gepostuleerde formule kon bewijzen die de kleursamenstelling beschrijft van licht onder speciale ideale condities, de zogenaamde zwarte straling. In wezen gaat het over een verschijnsel bekend uit het dagelijks leven. Als een smid een ijzeren staaf verhit, dan zal die bij stijgende temperatuur eerst rood gloeien, dan geel worden en ten slotte blauw. Dat betekent dat bij een bepaalde temperatuur licht van allerlei golflengtes wordt uitgezonden, maar dat bepaalde golflengtes overheersen in intensiteit, anders gezegd in energie. Uit Plancks energiedistributieformule voor zwarte straling kan voor elke temperatuur de energie of intensiteit van elke willekeurige golflengte afgelezen worden. Bij stijgende temperatuur zal licht met kortere golflengtes dominant worden. Plancks gepostuleerde formule was akelig precies en hij slaagde erin deze uit theoretische overwegingen af te leiden. Bij het bewijs gebruikte Planck een hypothese over de energie-overdracht van de trillende 'resonatoren' – Plancks terminologie – ofwel oscillatoren die de zwarte straling veroorzaken. Zo'n resonator mocht niet een willekeurige hoeveelheid energie afstaan of opnemen, maar slechts een geheel veelvoud van een basiswaarde. Planck noemde die basiswaarde energie-element, later genoemd energie-quant of quant.

5 A. Einstein, *Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen* (proefschrift Zürich 1905).

6 A. Einstein, 'Zur Elektrodynamik bewegter Körper', *Annalen der Physik* 17 (1905) 891–921; idem, 'Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt', *Annalen der Physik* 17 (1905) 132–148.

7 'Zwarte straling': elektromagnetische straling in een ruimte met volledig absorberende wanden, waarbij er evenwicht is tussen door de wanden geabsorbeerde en geëmitteerde straling.

8 Voor die vroege geschiedenis, zie T.S. Kuhn, *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity 1894–1912* (Oxford 1978).

Een van de eersten die Plancks formule in een artikel noemde, was Lorentz. Hij liet zien dat de elektronentheorie voor grote golflengtes een formule geeft die in overeenstemming is met die van Planck. Hij vond dat een opmerkelijke conclusie, omdat de fundamentele veronderstellingen sterk verschilden.⁹ Lorentz noemde expliciet Plancks hypothese van energie-elementen (de quanten), zonder echter in te gaan op de noodzaak ervan of het revolutionaire karakter. Nog enkele jaren zou het duren voordat enkele fysici, met name Einstein, Ehrenfest en Lorentz, begonnen in te zien dat Plancks veronderstelling een essentiële voorwaarde was voor zijn formule. Plancks hypothese was helaas fundamenteel in strijd met de gebruikelijke, zogenaemde klassieke, theorie, waarin oscillatoren willekeurige hoeveelheden energie kunnen opnemen of afstaan. Die quanten brachten een discreet facet in de natuurkunde, waar voorheen continuïteit gold. Zolang aan de klassieke theorie werd vastgehouden, bleef de zeer succesvolle formule van Planck op drijfzand gebouwd. Het was Lorentz die in een voordracht in 1908 in Rome op een internationaal wiskundecongres bewees dat Plancks theorie in strijd was met de klassieke natuurkunde. Hij concludeerde:

Plancks theorie is de enige die ons een formule heeft gegeven in overeenstemming met het experiment, maar we kunnen hem slechts adopteren op voorwaarde onze fundamentele ideeën te herzien over de elektromagnetische verschijnselen.¹⁰

De klassieke natuurkunde zou voor zwarte straling een distributie opleveren die slechts voor grote golflengtes met die van Planck overeenstemt en voor kortere golflengtes steeds sterker daarvan gaat afwijken. Zoals verderop ter sprake zal komen, zou deze gezaghebbende voordracht ver buiten de conferentie gevolgen hebben.

Wat betreft andere gebieden van de natuurkunde waar de nieuwe ideeën afwijkingen van de klassieke theorie zouden kunnen geven, doken er in de eerste jaren twee gebieden op. Einstein was degene die ze ontdekte. Zijn eerste bijdrage in 1905 was gebaseerd op het gedrag van zwarte straling bij korte golflengtes.¹¹ Niet Plancks formule gebruikte hij daarbij, maar een eerder door Wilhelm Wien (1864–1928) gepostuleerde formule, die voor korte golflengtes overeenstemt met de meetgegevens en dus ook met Plancks distributie. Einstein toonde aan dat zo'n formule een gelijkenis impliceert met een gas. Voor korte golflengtes zou zwarte straling corresponderen met een gas van lichtquanta, later fotonen genoemd. Plancks quanten zouden dus fotonen zijn. Vooralsnog een ketterse opvatting, want volgens Fresnel en Maxwell was licht nu juist een golf. Maar met deze interpretatie kon Einstein voorspellingen doen voor het foto-elektrisch effect. Daarbij valt licht op een metaal en maakt elektronen vrij. Einstein voorspelde het verband tussen de energie van het licht en die van de elektronen. Het zou enige jaren duren voordat er gedetailleerde verificaties van zijn voorspellingen kwamen.¹² Uiteindelijk zou Einstein de Nobelprijs van het jaar 1921 ontvangen voor de beschrijving van het foto-elektrisch effect.

9 Zeeman & Fokker, *Lorentz Collected Papers* (n. 3), vol. 3, 155–176.

10 Ibidem, vol. 7, 317–343.

11 A. Einstein, 'Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt', *Annalen der Physik* 17 (1905) 132–148.

12 R.A. Millikan, 'A direct determination of " h "', *Physical Review* 4 (1914) 73–75 en idem, 'A direct photoelectric determination of Planck's " h "', *Physical Review* 7 (1916) 355–388.

Ook breidde Einstein in 1907 Plancks ideeën uit tot discrete effecten in trillingen van moleculen en daarmee tot soortelijke warmtes.¹³ Dat betekende dat metingen van soortelijke warmtes ook afwijkingen van de klassieke natuurkunde zouden kunnen opleveren. Een paar jaren later zag de Duitse fysisch-chemicus Walther Nernst (1864–1941) dit artikel van Einstein toen hij zijn metingen van soortelijke warmtes bij lage temperaturen met theorieën wilde vergelijken. Snel raakte hij ervan overtuigd dat zijn experiment Einsteins theorie bevestigde. De bekende Berlijnse hoogleraar besloot toen de nog onbekende Einstein, die inmiddels een baan had aan de universiteit van Zürich, te bezoeken. Daar raakte hij diep onder de indruk van Einstein en de quanten. Nernst was gewend met een grote groep onderzoekers problemen aan te pakken. Nu vond hij het de hoogste tijd om over de nog onbegrepen en tamelijk onbekende quantenproblematiek een ‘Konzil’, letterlijk een concilie, te organiseren met een twintigtal gezaghebbende natuurkundigen én met Einstein. Deze internationale topconferentie, later Conseil of wel Raad genoemd, zou de quantenproblematiek moeten ophelderen. Nernst vond de Belgische industrieel en mecenas Ernest Solvay (1838–1922) bereid het gezelschap op zijn kosten voor een week (30 oktober tot 3 november 1911) in Brussel uit te nodigen. Als voorzitter trad Lorentz op, die de verhitte discussies in goede banen leidde. Door de verhalen van de naar hun instituten teruggekeerde deelnemers en het gepubliceerde conferentieverlag kreeg de quantenproblematiek veel meer bekendheid.¹⁴ Het quantenonderzoek groeide. De eerste Solvay Raad wordt daarom wel als de waterscheiding tussen de klassieke en de moderne natuurkunde gezien.¹⁵

Ruim twee jaar eerder had Lorentz, ook gepubliceerde, voordracht in Rome twee gevolgen gehad. Een had betrekking op de toekenning van de Nobelprijs Natuurkunde in 1908. De commissies voor de prijzen Natuurkunde en Scheikunde hadden in het najaar 1908 respectievelijk Planck en Ernest Rutherford (1871–1937) als laureaat voorgesteld, hetgeen beantwoordde aan de sterke voorkeur van de invloedrijke scheikundige Svante Arrhenius (1859–1927). Daarna diende de Academie in plenaire zitting het besluit goed te keuren, wat meestal een formaliteit was. Dit keer was er oppositie van de wiskundige Gösta Mittag-Leffler (1846–1927), die de Rome conferentie had bezocht en die het trouwens vaak oneens was met Arrhenius. Hij stelde dat Plancks theorie gebaseerd was op een totaal nieuwe hypothese, die nauwelijks plausibel geacht kon worden. Uitstel van een definitief oordeel was te verkiezen. Daarom besloot de Academie de prijs niet aan Planck te verlenen.¹⁶ Omdat het besluit van de commissie was uitgelekt in de media, was het passeren van Planck extra pijnlijk. Een zeer opmerkelijk toeval is, dat Planck op het moment van de prijsuitreiking niet in Berlijn was, maar in Leiden bij Lorentz logeerde. Al ruim voor de Nobelprijzberaadslagen was Planck uitgenodigd een voordracht in Leiden te geven en waren de data vastgelegd.

Het andere gevolg van Lorentz’ lezing was de brief die hij in april 1909 ontving van Einstein, waarmee de wetenschappelijke correspondentie tussen beiden begon. Einstein sprak daarin zijn bewondering uit voor Lorentz’ bewijsvoering in de inmiddels gepubliceerde

13 A. Einstein, ‘Die Plancksche Theorie der Strahlung und die Theorie der spezifischen Wärme’, *Annalen der Physik* 22 (1907) 180–190.

14 F. Lambert, F. Berends & M. Eckert (eds.), *The early Solvay Councils and the advent of the quantum era*, [*The European Physical Journal, Special Topics* 224] (2015) 2011–2125.

15 Benaming gebruikt door J.L. Heilbron, ‘The first Solvay council “A sort of private conference”’, in: D. Gross, M. Henneaux & A. Sevrin (eds.), *The theory of the quantum world* (Singapore 2013) 2.

16 E. Crawford, ‘Arrhenius, the Atomic Hypothesis, and the 1908 Nobel Prizes in Physics and Chemistry’, *Isis* 75 (1984) 503–522. Tien jaar later zou Planck de prijs wel toegekend worden.

voordracht. Vele jaren later, bij Lorentz' gouden doctoraat, zou Einstein dat herhalen toen hij verklaarde dat Lorentz door zijn heldere en algemene bewijs van het falen van de klassieke theorie beslissend had meegewerkt aan de nieuwere ontwikkelingen.¹⁷ Die korte brief werd door Lorentz beantwoord met een lange brief die over het foton en straling gaat, maar die werd besloten met de zin:

Staat u mij toe tot slot mijn vreugde daarover uit te spreken, dat, nadat ik al lange tijd uw werk bewonderd heb, deze stralingstheoretische kwesties mij gelegenheid hebben geboden in persoonlijk contact met u te treden.¹⁸

Wetenschappelijke contacten II: ether en relativiteitstheorie

Een ander belangrijk thema dat een rol speelde in de relatie tussen Lorentz en Einstein was de problematiek van de ether, waarin licht zich voortplant. Het onderzoek naar de ether zou uiteindelijk tot de relativiteitstheorie leiden. De vraag is of de ether meegesleept wordt dan wel in absolute rust blijft wanneer een object erdoorheen beweegt. De aarde beweegt met een snelheid v (30 km/sec) door de ether en het licht met de snelheid c (300.000 km/sec). Beweegt de ether met de aarde mee dan zal het verschijnsel van aberratie (schijnbare verandering van sterpositie door beweging van de aarde om de zon) niet optreden en zal de lichtsnelheid niet beïnvloed worden door de aardbeweging. Wegens het waargenomen aberratieverschijnsel verkoos Lorentz de hypothese van een stilstaande ether. Dat impliceert dat de lichtsnelheid toeneemt als een waarnemer naar een lichtbron toe beweegt, en afneemt wanneer deze zich er vanaf beweegt. Zo'n stilstaande ether zou een absoluut rustsysteem vormen. De specifieke vraag over de lichtsnelheid is een uiting van de algemene vraag of de wetten van het elektromagnetisme veranderen bij overgang van een rustsysteem naar een ander, dat zich met constante snelheid beweegt. Zouden de wetten dezelfde blijven, dan is het onmogelijk onderscheid te maken tussen verschillende eenparig bewegende systemen en zal er geen absoluut rustsysteem te bepalen zijn.

Om het wel of niet meebewegen van de ether vast te stellen waren metingen van de lichtsnelheid dus essentieel. Lorentz bewees dat zo'n experiment pas betekenis had bij een experimentele nauwkeurigheid van de orde $(v/c)^2$ – dus een honderdmieljoenste. Een dergelijke precisie werd door Albert Michelson en Edward Morley in 1887 bereikt. De lichtsnelheid bleek onafhankelijk te zijn van hoe de waarnemer zich beweegt ten opzichte van de lichtbron – in strijd met het concept van een stilstaande ether. Daaraan wilde Lorentz hoe dan ook vasthouden. Hij zag maar één uitweg: de lengte van een object zal moeten veranderen bij beweging door de ether. Bij een geschikt gekozen lengteverandering kan de gemeten lichtsnelheid steeds de standaardwaarde c hebben. Deze lengtecontractie poneerde hij in 1892, en is van de orde $(v/c)^2$. Het was een revolutionaire stap, wat blijkt uit het volgende voorval. Lorentz las in een publicatie van Oliver Lodge (1851–1940) dat de Ierse fysicus George Francis Fitzgerald (1851–1901) zo'n hypothese had voorgesteld, maar een referentie ontbrak. Daarnaar informeerde Lorentz bij Fitzgerald, wat een enthousiaste reactie opleverde. Die respons illustreert hoe onzinnig en dus revolutionair de Lorentz-Fitzgerald

17 A. Einstein, 'Huldiging van Professor Lorentz bij de herdenking van zijn 50-jarig doctoraat 11 december 1925', *Physica: Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde* 6 (1926) 1–35, m.n. 20.

18 Lorentz aan Einstein, 6 mei 1909: A.J. Kox (ed.), *The scientific correspondence of H.A. Lorentz* 1 (New York 2008) 277.

contractiehypothese toen werd gevonden. Fitzgerald had in 1889 zijn hypothese in een brief naar het Amerikaanse tijdschrift *Science* – later opgeheven – gemeld. Of de brief gepubliceerd was, wist hij niet.¹⁹ Een artikel had hij er nooit aan gewijd. Hij werd door zijn collegae uitgelachen en een leerling van hem wilde de hypothese niet opnemen in een boek; alleen Lodge was bereid geweest er een opmerking over te maken. ‘Maar nu ik u heb als advocaat en autoriteit zal ik anderen honen om elke andere visie’.²⁰ Zelf had Lorentz lang getwijfeld over de hypothese, maar uiteindelijk had hij geen andere uitweg gezien dan deze te aanvaarden.²¹

De contractieformule bezat slechts voldoende nauwkeurigheid om het experiment van Michelson en Morley te verklaren. Later kreeg hij daarop kritiek van Henry Poincaré (1854–1912), die stelde dat Lorentz voor een exact experiment ook een vereiste exacte verandering van maten zou moeten geven en niet slechts een tot op een bepaalde orde in v/c . Die oplossing zou Lorentz in 1904 publiceren. Toen was Einstein ook bezig met de vraag van de stilstaande of meebewegende ether.

Sinds wanneer was Einstein daarin geïnteresseerd? Dat is toevallig bekend. In 1899 stelde Einstein experimenten over etherkwesities voor aan zijn hoogleraar Heinrich Friedrich Weber (1843–1912), die daar niet op inging.²² Vervolgens las Einstein een gepubliceerde voordracht van Wilhelm Wien, die op een conferentie in Düsseldorf in 1898 een overzicht van de problematiek had gegeven. Argumenten en experimentele resultaten voor een stilstaande of meebewegende ether passeerden daarin de revue. Hij noemde ook Lorentz’ ideeën en verwees naar diens *Versuch*, waarin Lorentz de contractie bespreekt. Trouwens, hij was zelf op de conferentie aanwezig, door Ludwig Boltzmann (1844–1906) uitgenodigd om commentaar op Wiens overzicht te geven – Lorentz’ eerste buitenlandse conferentie. Of Einstein de gepubliceerde voordracht van Lorentz heeft gelezen is niet bekend, maar wel dat Einstein aandacht aan Wiens voordracht heeft besteed. Hij heeft namelijk een brief naar Wien gestuurd, waarop nooit een antwoord is gekomen.²³ En naar dat antwoord was Einstein zeer benieuwd, wat blijkt uit een brief aan zijn vriendin (en latere echtgenote) Mileva Marić met de vraag of Wien geantwoord had. Zelf was hij even op reis. Helaas is alleen dat bekend, maar niet of Einsteins ideeën in de brief anticipeerden op zijn relativiteitsartikel dat in 1905 verscheen.

Een jaar daarvoor was dus Lorentz’ artikel verschenen.²⁴ Deze liet zien dat de elektromagnetische vergelijkingen in het bewegende systeem dezelfde vorm houden als die in het rustsysteem indien een adequate coördinatentransformatie wordt toegepast. Die transformatie geeft een exacte lengtecontractie, die in orde $(v/c)^2$ reduceert tot de Lorentz-Fitzgerald formule. In navolging van Poincaré worden de formules de Lorentztransformatie genoemd. De optredende nieuwe plaatsafhankelijke tijdsvariabele werd door Lorentz nog

19 Normaliter publiceerde hij in bekende tijdschriften, zoals blijkt uit J. Larmor, *The Scientific Writings of the Late George Francis Fitzgerald* (Dublin 1902). De contractie wordt genoemd, maar de *Science* brief ontbreekt.

20 Fitzgerald aan Lorentz, 14 november 1894: Noord-Hollands Archief Haarlem (hierna aangehaald als NHA), archief Lorentz, inv.nr. 23. Ook gepubliceerd in Kox, *Correspondence Lorentz* (n. 18) 46.

21 Lorentz aan Rayleigh, 18 augustus 1892: Ibidem 43.

22 W. Isaacson, *Einstein, de biografie* (Amsterdam 2007) 68.

23 Wien verhuisde destijds naar een andere universiteit. Misschien heeft de brief hem niet bereikt.

24 Zeeman & Fokker, *Lorentz Collected Papers* (n. 3), vol. 5, 172–197.

als mathematisch hulpmiddel gezien en lokale tijd genoemd.²⁵ Omdat na de transformatie dezelfde elektromagnetische wetten in verschillende bewegende systemen gelden, zijn de negatieve uitkomsten verklaard van experimenten die beoogen de beweging of rust van een systeem aan te tonen, met name het Michelson-Morley experiment.

Einsteins artikel uit 1905 geeft een axiomatische aanpak van de problematiek.²⁶ De fysische resultaten komen overeen met die van Lorentz' werk van 1904. Einstein koos als uitgangspunt dat alleen aan relatieve bewegingen betekenis gehecht kan worden en niet aan een absoluut rustsysteem. Dat principe van relativiteit formuleerde hij in zijn eerste axioma. Het luidt: de wetten volgens welke de toestand van een fysisch systeem verandert, zijn ervan onafhankelijk vanuit welk van twee relatief ten opzichte van elkaar eenparig bewegende coördinatensystemen deze verandering beschouwd wordt. Het tweede axioma stelt dat elke lichtstraal zich beweegt in het 'rustende' coördinatensysteem met de lichtsnelheid c , onafhankelijk ervan of de lichtstraal door een rustende dan wel bewegende bron uitgezonden is. De invoering van een lichtether, waar oorspronkelijk de vragen uit voortkwamen, was met Einsteins uitgangspunten overbodig geworden. Na de axioma's volgen beschouwingen over de relativiteit van lengte en tijd. Uit het tweede axioma leidt hij dan de transformatieformules van één systeem naar een ander af. Die blijken op de Lorentz-transformatie neer te komen. Ten slotte verifieert hij dat de vergelijkingen van het elektromagnetisme bij transformaties van het ene naar het andere systeem dezelfde vorm houden. Daarmee is dan ook aan het eerste axioma voldaan. Opmerkelijk genoeg citeerde Einstein niet het Michelson-Morley experiment, noch de Lorentz-Fitzgerald contractie of de Lorentztransformatie. Later is gebleken dat hij wel de eerstgenoemde zaken kende, maar niet Lorentz' artikel van 1904, dus niet de Lorentztransformatie.²⁷ Niettemin is de standaardopvatting dat het werk van Lorentz en Einstein tot de relativiteitstheorie heeft geleid. Die opvatting werd al vertolkt door Wien toen hij voor de Nobelprijs 1912 het tweetal Lorentz en Einstein voordroeg inzake de relativiteitstheorie.²⁸ Al in 1898 had zich in de ether-problematiek verdiept en alleen al op grond daarvan doet zijn opvatting ter zake. Dat de voordracht de prijs van 1912 betrof, is intrigerend. Eind oktober 1911 namelijk ontmoette Wien tijdens de eerste Solvay Raad voor het eerst tegelijk Lorentz en Einstein. Het is plausibel dat Wien met hen over de relativiteitstheorie heeft gediscussieerd. In de week dat de deelnemers in hetzelfde hotel bijeen waren – voor logies, maaltijden en conferentiebijeenkomsten – moet daartoe gelegenheid geweest zijn. In 1913 herhaalde Wien herhaalde de voordracht van 1911 en wederom in 1918, toen ook de algemene relativiteitstheorie – de gravitatie-theorie – gepubliceerd was. Overigens nomineerde Lorentz in 1920 Einstein voor de algemene relativiteitstheorie.

De standaardopvatting over het ontstaan van de relativiteitstheorie blijkt ook uit de bundel met fundamentele artikelen over het relativiteitsprincipe, waarin artikelen van Lorentz, Einstein en Hermann Minkowski (1864–1909). Laatstgenoemde gaf in 1908 de vierdimensionale beschrijving van ruimte en tijd.²⁹ Lorentz voegde in die verzameluitgave een voetnoot toe aan zijn artikel van 1904, waarin hij onder meer schrijft: 'Het is de verdienste van Einstein voor

25 Zo'n lokale tijd had Lorentz in orde v/c al gebruikt in zijn *Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern* (Leiden 1895).

26 A. Einstein, 'Zur Elektrodynamik bewegter Körper', *Annalen der Physik* 17 (1905) 891–921.

27 Zeker uit Lorentz' *Versuch* (n. 25).

28 Voor nominaties, zie E.T. Crawford, *The Nobel population 1901–1937: a census of the nominators and nominees for the prizes in physics and chemistry* (Berkeley 1987).

29 H.A. Lorentz, A. Einstein & H. Minkowski, *Das Relativitätsprinzip* (Leipzig 1913).

het eerst het relativiteitsprincipe als algemene, streng en precies geldende wet uitgesproken te hebben.³⁰ In 1915, voor de tweede druk van *The theory of electrons* voegde hij toe:

Door Einsteins relativiteitstheorie wint de theorie van elektromagnetische verschijnselen in bewegende systemen een eenvoud die ik niet heb kunnen bereiken. De hoofdoorzaak van mijn falen was mijn vasthouden aan het idee dat de variabele t alleen als de echte tijd beschouwd kon worden en dat mijn locale tijd t' niets meer was dan een mathematisch hulpmiddel. In Einsteins theorie speelt t' dezelfde rol als t ; als we verschijnselen in termen van x', y', z', t' willen beschrijven, moeten we met deze variabelen op exact dezelfde wijze werken als we met x, y, z, t konden doen.³¹

Van zijn kant stelde Einstein in 1925 in een publieke toespraak bij de viering van Lorentz' gouden doctoraat, dat Lorentz de basis had gelegd voor de relativiteitstheorie.³²

Lorentz' acties om Einstein naar Nederland te halen en het gevolg voor Ehrenfest

Hierboven zijn de vroege wetenschappelijke contacten tussen Lorentz en Einstein beschreven zonder veel aandacht voor hun persoonlijke situatie. Maar tussen 1909 en 1912 zouden er veranderingen in hun loopbanen optreden, waarbij het bijeenkomen van de eerste Solvay Raad en het daar ontstane initiatief een Internationaal Solvay Instituut voor de Physica (ISIP) op te richten een onmiskenbare rol hebben gespeeld. Ook een derde persoon, Ehrenfest, zou er de gevolgen van ondervinden.

Augustus 1909 – augustus 1911: Lorentz gewoon hoogleraar en curator bij Teylers Stichting

Na het overlijden van de curator van Teylers natuurkundig laboratorium, Van der Ven, in juni 1909, deed Johannes Bosscha (1831–1911) het voorstel aan J.A. Fonteijn, president-directeur van Teylers Stichting te Haarlem, als nieuwe curator Lorentz te benoemen. Dit voorstel kreeg in enkele maanden vastere vorm, waarbij Lorentz het oorspronkelijke aanbod tijdens onderhandelingen aanzienlijk verbeterde.³³ Ook kreeg hij instemming voor dat plan van de faculteit, universiteit en minister. Het resulteerde in de benoeming van Lorentz op 8 januari 1910 tot curator, naast zijn ordinariaat in Leiden. Na ongeveer vier jaar – dus omstreeks 1914 – zou hij buitengewoon hoogleraar worden en naar Haarlem verhuizen. Een gewoon hoogleraar zou hem dan opvolgen voor de gebruikelijke taken, terwijl Lorentz caputcolleges naar eigen keuze zou blijven geven. Er zaten verschillende aantrekkelijke kanten aan deze overstap. Allereerst zou zijn universitaire taak aanzienlijk verlicht worden, terwijl hij college kon geven over de kwesties waarmee hij zich actueel bezighield. Zo zou hij meer tijd krijgen. Verder zou hij in Haarlem beschikken over een conservator die experimenten kon uitvoeren. In Leiden was er tijdens de lange opbouwfase van het onderzoek van Heike Kamerlingh Onnes (1853–1926) nog gelegenheid geweest zes promovendi te laten experimenteren op Lorentz' terrein. Dat was veranderd door het succes van het cryogene onderzoek. Het is aanmerkelijk dat Lorentz het aantrekkelijk vond weer bepaalde intrigerende theoretische ideeën experimenteel te kunnen toetsen. Uit Lorentz' zeer summiere jaarverslagen aan Teylers

³⁰ Ibidem 10.

³¹ H.A. Lorentz, *The theory of electrons* (Leipzig 1916) 321.

³² Einstein, 'Huldiging' (n. 17) 20. Ook in een interview met een Amerikaanse journalist had hij Lorentz' rol genoemd, cf. H.A. Lorentz, *The Einstein theory of relativity. A concise statement* (New York 1920).

³³ M. van Hoorn, 'The Physics Laboratory of the Teyler Foundation (Haarlem) under Professor H.A. Lorentz, 1909–1928', *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 59 (1998) 14–21.

directeuren is bijvoorbeeld op te maken dat hij onderzoek plande aan het foto-elektrisch effect, waarvoor Einstein voorspellingen had gedaan.³⁴ Dat idee werd van het onderzoeksprogramma afgevoerd toen Millikans eerste resultaten verschenen. Experimentele interesse was Lorentz niet vreemd, in Arnhem had hij zelf experimenten gedaan. Ten slotte was het een aantrekkelijk vooruitzicht wetenschappelijk contact te hebben met een opvolger in Leiden, die over afzienbare tijd gevonden zou moeten worden. Uit Lorentz' archief blijkt dat hij 40 dienstjaren als pensioengerechtigde wenste te voltooien voordat hij buitengewoon hoogleraar werd.³⁵ Dat streven had te maken met zijn salaris als buitengewoon hoogleraar en met zijn pensioen. Omdat hij in september 1872 als leraar was begonnen, zou hij niet vóór september 1912 naar Haarlem kunnen vertrekken. Elke overgangdatum daarna was mogelijk, mits die op de begroting van dat jaar was geplaatst. Een en ander diende bijtijds aangevraagd te zijn. Wat betreft het vinden van een opvolger, andere vacatures in Nederland waren niet te voorzien, dus Nederlandse concurrentie vormde geen complicatie.

Augustus – november 1911: Utrechtse vacature en Lorentz' steun

Dat veranderde op 7 augustus 1911 toen de Utrechtse hoogleraar Cornelis Harm Wind (1867–1911) overleed. Zijn collega Willem Henri Julius (1860–1925) moest een opvolger vinden en polste op 20 augustus 1911 in een brief vanuit Noordwijk vertrouwelijk Einstein, die hem niet onbekend was.³⁶ Julius had namelijk op 10 februari van dat jaar Einsteins Leidse voordracht gehoord.

Diezelfde gelegenheid vormde ook de eerste persoonlijke ontmoeting tussen Lorentz en Einstein. Weliswaar hadden zij vanaf mei 1909 met elkaar gecorrespondeerd, maar tot een ontmoeting was het nog niet gekomen. Einstein en zijn vrouw Mileva logeerden bij de familie Lorentz van vrijdag 10 tot zondag 12 februari 1911. Op 11 februari bezochten Lorentz en het echtpaar Einstein het Teylers Museum (fig. 3).³⁷ In het gebouw bevond zich ook Teylers natuurkundig laboratorium, waarvan Lorentz toen een jaar curator was. Lorentz' grote gastvrijheid ten opzichte van Einstein is opmerkelijk. Lorentz was een beminnelijk man, maar enige distantie tot anderen was hem niet vreemd. Voor zover bekend had alleen Max Planck, zijn buitenlandse collega en vriend, bij Lorentz gelogeed. Zij kenden elkaar toen al tien jaar. Dat Lorentz een grote waardering had voor Einstein was duidelijk, maar waarschijnlijk speelde er meer. Lorentz wilde wellicht Einstein beter leren kennen met het oog op zijn opvolging. Een zinsnede uit een brief aan Einstein, een jaar later, wijst in die richting. Daarin schrijft Lorentz dat hij altijd Einstein als opvolger had gewenst. Maar toen Einstein in augustus 1911 de brief van Julius ontving, leek een Leidse vacature nog ver weg.

34 Lorentz nam dus Einsteins hypothese van lichtquanten serieuzer dan Planck. Deze schreef in het voorstel van 13 juni 1913 om Einstein tot gewoon lid van de Pruisische Academie van Wetenschappen te benoemen: 'Dat Einstein in zijn speculaties wel eens zijn doel voorbij heeft geschoten zoals in zijn hypothese van de lichtquanten zal men hem niet al te zeer mogen aanrekenen'. Zie W. Isaacson, *Einstein, de biografie* (Amsterdam 2007) 193.

35 Conceptbrief aan Leidse curatoren, november 1911: NHA, archief Lorentz, inv. nr. 107.

36 Alle genoemde brieven van en naar Einstein zijn op datum te vinden in: M.J. Klein, A.J. Kox & R. Schulmann (eds), *The Collected Papers of Albert Einstein*, vol. 5: *The Swiss years: correspondence, 1902–1914* (Princeton 1993). Hierna aangehaald als CPAE.

37 Dit is alleen bekend doordat een briefkaart met Lorentz' aankondiging van dit bezoek is bewaard gebleven in Teylers Museum. Die voor een gewoon bezoek onnodige aankondiging houdt waarschijnlijk verband met Lorentz' wens 'wij zullen het zeer op prijs stellen, zo wij wat mogen zien'. Volgens M. Scharloo, directeur van Teylers Museum, is dit waarschijnlijk een verzoek om bijzondere tekeningen te mogen zien.

Fig. 3: Lorentz' aankondiging van een bezoek aan Teylers Museum, geschreven op 10 februari 1911, de dag waarop Lorentz en Einstein elkaar voor het eerst zouden ontmoeten. (Archief Teylers Museum, Haarlem)

Leiden, 10 Februari 1911.

Zeer geachte Heer Halk,

Ik hoop morgen na de koffie, tegen 2 uur met den Heer en Men. Einstein in het Museum te komen en wij zullen het dan zeer op prijs stellen, zoo wij wat snagen zien.

Met vriendelijken groot hoogachtend
Uw dienaar.

J. A. Lorentz

Einstein antwoordde Julius op 24 augustus 1911 dat hij pas vier maanden in Praag aan het werk was en dat hij zich daar net enigszins aangepast had. Hij vroeg een andere kandidaat te zoeken. In eerste instantie accepteerde en betreurde Julius dit, maar hij kwam op de zaak terug in een brief van 17 september 1911, nu officieel namens de Utrechtse faculteit. Einstein meldde dit aan zijn vriend Heinrich Zangger (1874–1957), die zich al inzette om Einstein aan de ETH in Zürich benoemd te krijgen. Aan Julius antwoordde Einstein op 22 september afwachtend; hij besliste echter nog niet, maar vroeg verdere informatie en vermeldde bovendien de interesse van de ETH in hem. Op 11 oktober 1911 informeerde Julius of het uitblijven van een antwoord nog van een of andere nevenvoorwaarde afhing. Einstein verzocht Julius op 18 oktober enige weken uitstel om zijn besluit te nemen wegens de pogingen hem aan de ETH te benoemen. Vanuit Brussel, waar Einstein de Solvay Raad bijwoonde, kondigde hij Julius een bezoek in Utrecht aan voor 4 november.

Tijdens de Raad spraken Lorentz en Einstein over de Utrechtse vacature. Lorentz had namelijk al in augustus met Julius over de Utrechtse vacature gesproken, en wel in Noordwijk, zoals blijkt uit een brief van Lorentz aan Julius op 19 september. Hij had toen net bezoek gehad van Peter Debije (1884–1966) – met vakantie in Nederland – wat waarschijnlijk de aanleiding was om Julius te schrijven.³⁸ Lorentz liet zich zeer positief en in detail uit over Debije, die hij niet eerder had ontmoet. Van hem hoorde Lorentz dat Einstein alleen wegens het hogere traktement naar Praag was gegaan en dat sommigen poogden hem als hoogleraar naar Zürich terug te halen. Lorentz' brief bevatte verder evaluaties van Willem Keesom (1876–1956) en Leonard Ornstein (1880–1941). Omdat Lorentz wel over deze drie fysici een mening gaf, maar niet over Einstein, hadden Lorentz en Julius in Noordwijk waarschijnlijk al over hem gesproken. Zelfs is het mogelijk dat Julius na dat gesprek zijn eerste brief aan Einstein heeft geschreven. Julius zelf hield de officiële Utrechtse stappen betreffende de vacature voor Lorentz geheim, maar deze vermoedde al dat Einstein voor de vacature benaderd was. De dag voordat Lorentz naar Brussel vertrok, verifieerde hij bij Julius zijn vermoeden en vroeg of hij met Einstein erover kon spreken, zodat hij ertoe kon

38 NHA, archief Lorentz, inv. nr. 38.

bijdragen Einstein voor Utrecht te winnen.³⁹ Op de een of andere manier leidde het gesprek in Brussel tot onduidelijkheden, zodat Einstein onjuist concludeerde dat Lorentz' voorkeur naar een Nederlander uitging. Dat is tenminste een door Einstein genoemde reden voor zijn afwijzing van het Utrechtse aanbod.⁴⁰ Tegelijkertijd was het duidelijk dat Einstein hoopte op een aanbod van de ETH. De kans daarop was inmiddels toegenomen door de Utrechtse avances en door de aanbevelingsbrieven die Poincaré en Marie Curie (1867–1934) schreven kort na de Solvay Raad, waar ze onder de indruk van Einstein waren geraakt.⁴¹ Zo ging Einstein niet naar Utrecht, wat hij op 15 november aan Julius en op 23 november ook aan Lorentz schreef. Als Einstein geweten had dat Lorentz zijn komst naar Utrecht had gewenst, dan was hij gegaan, stelde Einstein in deze brief. Lorentz en Julius zijn het in hun briefwisseling erover eens dat er niets meer aan Einsteins afwijzing van Utrecht te doen viel.⁴² Debije zou later de Utrechtse vacature vervullen.⁴³

November 1911 – februari 1912: Lorentz probeert Einstein als opvolger te krijgen

Toen Lorentz de brief, gedateerd 23 november 1911, van Einstein ontving, had hijzelf net besloten te proberen al in 1912 naar Haarlem te gaan, dus anderhalf jaar eerder dan het aanvankelijk voorgenomen tijdstip van begin 1914. Dat was een volkomen nieuwe ontwikkeling, in feite veroorzaakt door de Solvay Raad. In een brief van 21 november 1911 aan de faculteit noemde hij als reden zijn toegenomen werklast.⁴⁴ Een conceptbrief vermeldt expliciet de voorzitterschappen van de afdeling Natuurkunde van de KNAW en van de Solvay Raad.⁴⁵ De eerste functie was Lorentz in 1910 gaan bekleden, maar de tweede was volkomen nieuw, want pas aan het eind van de Brusselse bijeenkomst was besloten de Raden voort te zetten en zelfs een instituut, het Internationale Solvay Instituut voor de Physica (ISIP), op te richten. Dat zou Lorentz als voorzitter veel extra tijd kosten, een reden voor hem om toch zo laat in het jaar alsnog te proberen de universitaire begroting van 1912 zo te wijzigen dat hij van hoogleraarspositie zou kunnen veranderen. Zo zou hij meer tijd tot zijn beschikking krijgen. Nog duidelijker staat zijn motivatie beschreven in een brief van 21 november aan Johannes D. van der Waals (1837–1923), die curator was van de Leidse Universiteit.⁴⁶

U persoonlijk kan ik nog wel dit meedelen dat een der dingen die mijn bezigheden doen toenemen een gevolg is van het te Brussel gehouden congres. De heer Solvay wenst door een stichting de bloei der fysica en chemie te bevorderen (door ondersteuning aan laboratoria hoofdzakelijk) en daar ik nu eenmaal voorzitter van de Conseil was, heeft men gewenst dat ik de besprekingen met hem en anderen zou voeren. Ik voorzie dat mij dat nog al wat te doen zal geven. Natuurlijk is dit een geheim, gij moogt het als lid van de conseil weten.⁴⁷

39 Lorentz aan Einstein, 6 december 1911: *CPAE* 5.

40 Einstein aan Lorentz, 23 november 1911: *Ibidem*.

41 R.W. Clark, *Einstein: the Life and Times* (London 1973) 152–154.

42 Brieven van 26 en 28 november 1911: NHA, archief Lorentz, inv. nr. 38.

43 Voor die opvolging, zie H.A.M. Snelders, 'De bemoeienissen van Lorentz en Einstein met de Utrechtse leerstoel voor theoretische fysica (1911–1914)', *Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek*, 10:2 (1987) 57–71.

44 NHA, archief Lorentz, inv. nr. 107.

45 *Ibidem*.

46 NHA, archief Van der Waals, inv.nr. 85.

47 Van der Waals was wel uitgenodigd voor de Raad, maar had zich wegens ziekte afgemeld. Toch werd hij als lid van de Raad beschouwd.

De oprichting van ISIP werd inderdaad nergens in zijn officiële brieven vermeld. Met deze duidelijk vast te stellen redenen is de gewenste vervroegde overstap verklaard, al kan er over een additionele reden gespeculeerd worden. Mocht namelijk Lorentz van Julius over Einsteins Utrechtse afzegging toch mondeling – vóór hun briefwisseling van 26 en 28 november 1911 – gehoord hebben, dan zou Lorentz nog een reden hebben gehad zo snel mogelijk de Leidse vacature te creëren voor een opvolging door Einstein. Hoe dan ook, op 21 november stuurde Lorentz een verzoek voor de vervroegde omzetting van zijn eigen positie aan de faculteit, die dat met instemming doorstuurde naar curatoren, die weer de minister benaderden.⁴⁸ De minister stuurde op 5 december een financieel iets gewijzigd voorstel, waarmee Lorentz en de faculteit op 7 december en, een paar dagen later, curatoren akkoord gingen, zodat de minister zijn definitieve positieve besluit al op 15 januari 1912 aan curatoren berichtte en dan bovendien om een voordracht voor Lorentz' opvolger verzocht.⁴⁹ In principe zou met deze brief snel een officieel aanbod aan een opvolger van Lorentz te realiseren zijn.

Wat had Lorentz na zijn besluit tot een vervroegde overstap gedaan ten opzichte van Einstein? Voorlopig had hij niets kunnen ondernemen, omdat het vrijkomen van zijn positie in 1912 nog onzeker was. Op 6 december 1911 had hij Einsteins brief van 23 november beantwoord, waarin hij alle begrip toonde voor Einsteins keuze voor Zürich, maar begrijpelijkerwijs nog niets over de mogelijke Leidse vacature kon zeggen. Na de faculteitsvergadering op 7 december bestond er echter goede hoop op het beschikbaar komen van Lorentz' leerstoel in 1912. Hij kon nu voorzichtig wel wat doen. Daarom vroeg Lorentz direct op 8 december in twee zinnen aan Einstein hoe zeker diens benoeming aan de ETH was, zonder de reden van de nagekomen vraag te vermelden, maar drong wel aan op een spoedig antwoord. Einstein was zeer verbaasd over die vraag, die hij begrijpelijkerwijs met de afgehandelde Utrechtse zaak verbond en niet met een mogelijke Leidse vacature.⁵⁰ Kennelijk hoopte Lorentz dat een verzoek aan Einstein hem op te volgen nog een kans maakte wanneer de benoeming in Zürich op zich liet wachten. Einstein antwoordde op 12 november 1911 dat hij aan de ETH in principe had toegezegd en dat het tegenover zijn pleitbezorgers uiterst pijnlijk zou zijn alsnog af te zeggen.

Of Lorentz na deze brief nog hoop op een mogelijke opvolging door Einstein had, is niet bekend. Wel is duidelijk wat er met het op 15 januari 1912 naar curatoren gestuurde ministeriële besluit is gedaan. Dat werd op 12 februari in de faculteit behandeld, dus weken later. De notulen vermelden:

De heer Lorentz zegt, dat bijzondere omstandigheden tot haast nopen. Er is een bepaalde persoon, Prof. A. Einstein uit Praag, van zo buitengewone verdiensten als theoretisch fysicus, dat hij, de spreker, zich verplicht voelt aan de faculteit het voorstel te doen aan deze man het professoraat aan te bieden. Geen Hollander kan zich daarmee gepasseerd voelen.⁵¹

48 Universiteitsbibliotheek Leiden (hierna UBL), Archief Faculteiten (AFA) FA12, Faculteitsvergadering 21 november 1911 en FA13, brief aan curatoren 22 november 1911. De directeuren van Teylers Stichting worden hierover door Lorentz schriftelijk geïnformeerd op 23 november.

49 UBL, Archief Curatoren (hierna AC) 3 1640, onder Lorentz (5 en 7 december 1911); AC3 1421 (7 december 1911); AC3 1422, brief nr. 50 (15 januari 1912).

50 Einstein aan Marcel Grossmann, 10 december 1911: CPAE 5.

51 UBL, AFA FA12, notulen faculteit.

Vervolgens kon Lorentz op 13 februari namens de faculteit Einstein een aanbod doen. Lorentz schreef onder meer: ‘Zou het mij vergund zijn u hier als opvolger en tegelijk als collega te begroeten, dan zou daarmee een wens vervuld zijn, die ik in stilte lang gekoesterd heb, maar helaas niet vroeger heb mogen uitspreken.’⁵² Die uitspraak kwam dus een jaar na hun eerste ontmoeting. Einstein had echter zijn aanstellingscontract voor Zürich al getekend en schreef op 18 februari 1912 het aanbod niet meer te kunnen aanvaarden. Overigens zei Einstein het een zware opgave te vinden om Lorentz op te volgen. Einsteins verblijf aan de ETH zou overigens slechts tot april 1914 duren. Wederom had Einsteins optreden tijdens de Solvay Raad daartoe bijgedragen. De vier Berlijners in die Raad, leden van de Pruisische Academie, onder wie Planck en Nernst, hadden een voorstel bij de Academie ingediend en aanvaard gekregen om Einstein in een bijzondere positie te benoemen. Het betrof de vacature ontstaan door het overlijden van Jacobus van 't Hoff (1852–1911), die in 1896 Amsterdam had ingeruild voor Berlijn. Die positie was zeer aantrekkelijk, want zeer goed gehonoreerd en zonder onderwijsverplichtingen. Ondanks Einsteins bezwaren tegen Duitsland kon hij zo'n kans niet laten lopen, zodat hij naar Berlijn vertrok.

Februari 1912 – september 1912: de verrassende komst van Ehrenfest

Lorentz moest dus op zoek naar een andere opvolger, nu Einstein was afgevallen en eigenlijk ook Debije, aan wie de positie in Utrecht was aangeboden en die deze zou aanvaarden. Na alle discussie met Julius lag het niet in Lorentz' aard nog met Utrecht te concurreren. In de kwestie van Lorentz' opvolging trad in februari een merkwaardige samenloop van omstandigheden op. De Solvay Raad, ISIP en Einsteins opvolging in Praag speelden daarin een rol. Behalve Einsteins afzegging had Lorentz nog andere post gekregen. Als president van het ISIP, dat pas op 1 mei 1912 officieel opgericht zou worden, ontving hij een verzoek om financiële steun van de Rus Petr Nikolaevich Lebedev (1866–1912), die net zoals vele andere Moskouse hoogleraren begin 1911 wegens een dramatische politieke situatie ontslag van de Moskouse universiteit had genomen en die met zijn medewerkers via particuliere financiering zijn onderzoek trachtte voort te zetten. Op het eerste gezicht was het verzoek onbegrijpelijk, omdat de ISIP-plannen slechts in uiterst beperkte kring bekend waren, zoals al bleek uit Lorentz' mededeling aan Van der Waals. Lebedevs brief is gedateerd op 9 februari 1912. Dit is waarschijnlijk een Westerse datum, zodat deze brief eerder bij Lorentz aankwam dan Einsteins afzegging.⁵³ Hoe kon Lebedev weten van een Solvay Stichting als die nog niet eens was opgericht? Wie van de deelnemers aan de Solvay Raad zou erover gesproken kunnen hebben zodat Lebedev het wist? Daarnaast rees de vraag wie Lorentz zou kunnen raadplegen over de situatie van Lebedevs groep. Zulke informatie zou nodig zijn voordat hij als voorzitter de subsidieaanvraag kon voorleggen aan de wetenschappelijke commissie van het ISIP.

Lorentz had een vermoeden over de bron van het gelekte ‘geheim’. Daarom schreef hij aan Arnold Sommerfeld (1868–1951) een brief, die helaas verloren is gegaan, maar waarop wel Sommerfelds reactie van 25 februari 1912 bekend is.⁵⁴ Dat antwoord begon met het kenmerkend door Lorentz gevraagde adres van Ehrenfest, vermeldde diens voorgenomen terugkeer naar Rusland midden maart en verder dat Ehrenfest in gesprek bijna nog boeiender en

52 Lorentz aan Einstein, 13 februari 1912: Kox, *Correspondence Lorentz* (n. 18) 348.

53 Die conclusie gaat uit van een snelle reactie van Lebedev, die buitenlandse steun hard nodig had.

54 Sommerfeld aan Lorentz, 25 februari 1912: Kox, *Correspondence Lorentz* (n. 18) 353.

interessanter was dan in zijn artikelen. Bovendien had hij op de Solvay Stichting gewezen toen Ehrenfest vertelde over de miserabele toestand van Lebedevs groep. Hoe kon Lorentz ertoe gekomen zijn een brief aan Sommerfeld te schrijven dat zo'n antwoord uitlokte?

Dit hing samen met acties van Ehrenfest, die in zijn notitieboekje vermeld staan. Ehrenfest woonde in St. Petersburg wegens de baan van zijn echtgenote, maar had er zelf geen aanstelling.⁵⁵ Om mogelijkheden elders te verkennen, maakte hij begin 1912 een rondreis door Duitsland, Zwitserland en Oostenrijk.⁵⁶ Op het eerste gezicht zou deze reis vooral een grote vriendschap met Einstein opleveren na hun kennismaking op 23 februari 1912 in Praag. Andere gevolgen bleken pas later. Al in Berlijn hoorde Ehrenfest van Planck over de Solvay Raad. Dat zijn artikel over de quantenproblemen, kort voor die conferentie verschenen, kennelijk in de Raad onopgemerkt was gebleven, stelde teleur. Sterker nog, hij ontdekte een recent artikel van Poincaré geïnspireerd door die Solvay Raad, met soortgelijke conclusies als zijn eigen artikel. Dat maakte het urgent om overdrukken van zijn artikel te sturen naar Poincaré en anderen. Dat deed hij vanuit München op 5 februari 1912. Ehrenfest stuurde naar Lorentz ook een overdruk mee van zijn kort tevoren verschenen artikel in de *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften*, dat beroemd zou worden.⁵⁷ Lorentz ontving dus kort na elkaar overdrukken uit München van een onderzoeker uit Rusland en uit Moskou een brief van Lebedev. In Brussel was maar één deelnemer geweest uit München, namelijk Sommerfeld. Hij zou dus het bericht over de Solvay Stichting verspreid kunnen hebben. Aan Lorentz bevestigde Sommerfeld dit dan ook. Bovendien zou hij, als redacteur van de *Encyklopädie*, Ehrenfests adres in Rusland weten, en dat kreeg Lorentz inderdaad. Nu zou Lorentz inlichtingen over Lebedevs situatie kunnen vragen aan Ehrenfest, die hij al kende. Immers, Ehrenfest had in 1903, als student, enige maanden bij Lorentz college gevolgd en was ook bij hem thuis op bezoek geweest.

Ten slotte, hoe was vanuit München de informatie over subsidie bij Lebedev gekomen? In Ehrenfests notitieboekje is de kryptische naamcombinatie 'Lazarev Solvay' te vinden. Dit doelt op Petr P. Lazarev (1887–1942), de naaste medewerker van Lebedev. Het ligt voor de hand dat Ehrenfest hem vanuit München had geschreven over de subsidiemogelijkheden. Daarnaast is het mogelijk dat Paul S. Epstein (1883–1966), werkend bij Sommerfeld, maar voorheen bij Lebedev, die mogelijkheden direct aan Lebedev had gemeld.⁵⁸

Nu Lorentz Ehrenfests adres had, duurde het toch nog enige tijd voordat hij hem schreef. Redenen kunnen zijn: Ehrenfests pas midden maart verwachte komst in Rusland en de nog inofficiële status van het ISIP. Op 14 maart trof bovendien het noodlot de Moskouse onderzoeksgroep, toen Lebedev overleed. Dat gaf de subsidieaanvraag een onverwachte wending; aanvullend inzicht in de overlevingskans van de groep was vereist. Toen Lorentz op 20 april 1912 naar Ehrenfest schreef, vroeg hij vooral naar de toestand van groep, maar ook terloops naar Ehrenfests loopbaan sinds zijn verblijf in Leiden. Hij dankte ook voor de toezending van diens *Encyklopädie* artikel, dat hij mooi en grondig noemde. In een toegevoegde slotzin vermeldde

55 Dat impliceerde dat Ehrenfest slechts een privé-adres, maar geen instituutsadres bezat.

56 M.J. Klein, *Paul Ehrenfest: the making of a theoretical physicist* (Amsterdam 1970); P. Huijnen & A.J. Kox, 'Paul Ehrenfest's rough road to Leiden: a physicist's search for a position, 1904–1912', *Physics in Perspective* 9 (2007) 186–211. Veel informatie is te vinden in Ehrenfests correspondentie en notitieboekjes, Museum Boerhaave.

57 P. Ehrenfest & T. Ehrenfest-Afanassjewa, 'Begriffliche Grundlagen der statistischen Auffassung in der Mechanik', *Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften* (1911) no. 6, IV 2 II, 3–90. Vertaald in het Engels als: *The conceptual Foundations of the Statistical Approach in Mechanics* (New York 1959).

58 Suggestie van Margriet van der Heijden. Zie ook haar bijdrage elders in dit nummer.

hij Ehrenfests net verschenen ‘Aetherartikel’ gezien te hebben, waarin hij de gedachtenwereld van Boltzmann herkende.⁵⁹ Op dat moment had Lorentz twee redenen om Ehrenfest te schrijven, waarvan Ehrenfest alleen de vragen over Lebedevs groep opgevallen zullen zijn.

Over die groep en hun omstandigheden schreef Ehrenfest op 24 april 1912 een meelevende brief met kritiek op het regime.⁶⁰ Daaruit kreeg Lorentz niet alleen de gevraagde informatie, maar ook een beeld van Ehrenfest als een gedreven, empathische en scherp-waarnemende persoon. Lorentz kende zijn wetenschappelijke artikelen al, die hij hoog aansloeg. Nagenoeg tegelijk met de brief naar Petersburg had Lorentz inlichtingen over Ehrenfest gevraagd aan Sommerfeld en begin mei aan Woldemar Voigt (1850–1919) te Göttingen, waar Ehrenfest enige tijd gestudeerd had.⁶¹ Sommerfeld antwoordde met een positieve evaluatie die uitgebreider is dan in zijn eerste brief. Bovendien wees hij erop dat Einstein als zijn opvolger in Praag graag Ehrenfest zou zien, wat overigens kansloos zou zijn bij een compromisloze ‘Confessionslosigkeit’ (buitenkerkelijkheid). Einsteins voorkeur voor Ehrenfest zal voor Lorentz als aanbeveling hebben gewerkt. Lorentz lijkt eind april de keuze voor zijn opvolging bepaald te hebben. Hij polste, met het nodige voorbehoud, Ehrenfest op 13 mei. In zijn brief schreef hij onder meer dat hij zich bij de keuze van een opvolger niet wilde beperken tot Nederlanders, maar ook rekening wilde houden met de verdiensten van buitenlandse vakgenoten. ‘Omdat ik uw werk wegens de grondigheid, klaarheid en scherpzinnigheid, die u aan de dag legt, zeer hoog waardeer, heb ik ook aan u gedacht.’⁶² Hij verzocht Ehrenfest in geval van andere aanbiedingen geen beslissing te nemen zonder eerst hem op de hoogte te stellen. Begrijpelijk, na Sommerfelds brief. Onmiddellijk (19 mei 1912) reageerde Ehrenfest positief en legde zijn situatie uit. Ongeveer tegelertijd stuurde Lorentz nog een brief naar Boltzmanns opvolger Friedrich Hasenöhr (1874–1915) in Wenen, die net als Ehrenfest daar had gestudeerd. Lorentz’ vragen zijn onbekend, maar het antwoord vermeldde Ehrenfests tweede plaats op de Praagse voordracht.⁶³ Na verdere correspondentie en allerlei noodzakelijke stappen, ging het voorstel tot benoeming van Ehrenfest van de universiteit naar de minister.⁶⁴ Een citaat daaruit illustreert Lorentz’ opvatting over zijn voorgestelde opvolger en de stand van de natuurkunde:

Just in deze jaren, nu op menig gebied – in de statistische mechanica, de stralingstheorieën, de leer der elektromagnetische verschijnselen – nieuwe denkbeelden elkaar met bijna verbijsterende snelheid opvolgen, nu stoutmoedige pioniers allerwege nieuwe paden beproeven, zouden wij het bezit van een man als Ehrenfest, die tegenover dit alles een hoog zelfstandig standpunt inneemt en met scherpe blik tot de kern der opvattingen weet door te dringen voor onze universiteit van groot belang achten.⁶⁵

59 Dit is een blijk van grote waardering, want Lorentz was een bewonderaar van Boltzmann. Lorentz had ook in Berlijn de *Gedächtnisrede* over Boltzmann uitgesproken. Zie: Zeeman & Fokker, *Lorentz Collected Papers* (n. 3), vol. 9, 359–390.

60 Paris Tech, Centre de ESPCI, Langevin-archief, L10/232, 23 en 76: documenten inzake Lebedevs aanvraag. Nadat Lorentz al te sterke uitspraken had verwijderd, werd Ehrenfests evaluatie verspreid onder de commissieleden, die een subsidie goedkeurden aan de groep die nu onder leiding van Lazarev stond.

61 Sommerfeld aan Lorentz, 24 april 1912. De brief aan Sommerfeld is verloren gegaan. Lorentz aan Voigt, 13 mei 1912. Het antwoord is onbekend. Kox, *Correspondence Lorentz* (n. 18) 361–363.

62 Lorentz aan Ehrenfest, 13 mei 1912: Museum Boerhaave, Ehrenfest archief, a 141.

63 Hasenöhr aan Lorentz, 1 juni 1912: NHA, archief Lorentz, inv. nr. 31.

64 Het rapport van de benoemingscommissie, bestaande uit Lorentz, Kamerlingh Onnes en Kuenen, werd op 10 juni 1912 aan de faculteit uitgebracht en door Lorentz toegelicht. UBL, AFA FA 12, notulen faculteit.

65 Brief faculteit aan curatoren, 20 juni 1912: UBL, AFA FA 13, brievenboek faculteit W&N.

Bij de samenvatting van Ehrenfests opleiding schreef Lorentz onder meer ‘Het is in het bijzonder de beroemde Boltzmann geweest die grote invloed op zijn ontwikkeling heeft gehad’.⁶⁶ Het is curieus dat de teneur van bovenstaand citaat – dat Ehrenfest een hoog zelfstandig standpunt inneemt en tot de kern der opvattingen weet door te dringen – ook elders te vinden is. Einsteins evaluatie van Ehrenfest voor het Praagse ordinariaat bevat de zinnen:

Zusammenfassend kann man Ehrenfests wissenschaftliche Begabung und Leistungsfähigkeit etwa so charakterisieren. Ehrenfest ist ein klarer, kritischer Kopf, der das Wesentliche einer Theorie wie selten einer herauszuschälen weiss, und der den zeitgenössischen Bestrebungen durchaus selbständig gegenüber steht.⁶⁷

Betekent deze gelijkenis dat Lorentz en Einstein onafhankelijk van elkaar tot dezelfde karakterisering kwamen op grond van hun overeenstemmende criteria voor een wetenschapper, of dat er een briefwisseling tussen beiden is geweest na Ehrenfests plaatsing als tweede op de voordracht in Praag? Dat contact zou er dan in de beperkte tijd tussen de Praagse en de Leidse voordracht geweest moeten zijn. De archieven bevatten geen enkele aanwijzing voor zo’n contact.

De opvolging vond na enige bureaucratische vertraging in het najaar plaats, Lorentz werd buitengewoon hoogleraar en verhuisde naar Haarlem en Ehrenfest bracht zijn inspirerende, door Sommerfeld al geroemde collegestijl naar Leiden. Met zijn komst kwam er een goede vriend van Einstein naar Leiden.

Epiloog

Gedurende de Eerste Wereldoorlog bezocht Einstein najaar 1916 Leiden en werd er veel over Einsteins uitbreiding van de relativiteitstheorie – de gravitatietheorie – gediscussieerd. Want ondertussen was een uitbreiding van het relativiteitsbeginsel tot de gravitatie noodzakelijk gebleken. Onder Lorentztransformaties behielden Newtons vergelijkingen niet dezelfde vorm, wat impliceerde dat die theorie in principe niet correct was. Enkele waargenomen verschijnselen weken trouwens ook af van Newtons theorie. Een verandering van de gravitatietheorie was noodzakelijk, maar wel zo dat de theorie voor de gangbare klassieke situaties weer overging in de Newtonse theorie. Vele jaren werkte Einstein aan zijn gravitatietheorie, welke inspanningen met grote interesse in Leiden werd gevolgd door Lorentz en zijn opvolger Ehrenfest. Lorentz gaf bijvoorbeeld al in het academisch jaar 1913–1914 college over Einsteins nog niet voltooide gravitatietheorie.

De Leidse belangstelling bereikte een climax in de weken na 25 november 1915, toen Einstein de oplossing van de laatste problemen in Berlijn had gepresenteerd en de verhandeling stuurde naar zijn Leidse collegae. Er volgde een intensieve briefwisseling en mondelinge discussie tussen Lorentz en Ehrenfest, totdat Lorentz met een verhelderende formulering van Einsteins redenering zich volledig achter de theorie kon scharen.⁶⁸ Hij feliciteerde Einstein dan ook en ging in op het verzoek van Ehrenfest een college over de algemene relativiteitstheorie te geven.⁶⁹ Waarschijnlijk was dit college in het voorjaar van 1916 het eerste in de wereld over die zojuist

66 Ibidem.

67 CPAE 5 471.

68 A. Pais, ‘*Subtle is the Lord*’. *The science and life of Albert Einstein* (Oxford 1982) 271.

69 Ehrenfest aan Lorentz 12 januari 1916: NHA, archief Lorentz, inv. nr. 20.

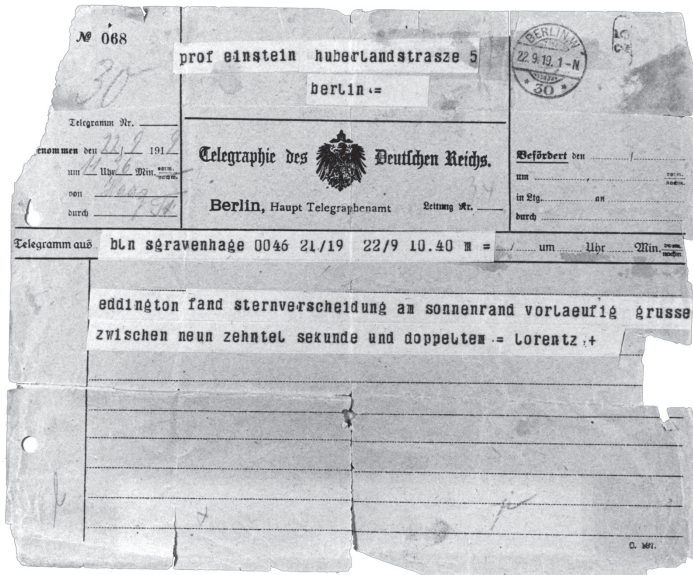


Fig. 4: Telegram van Lorentz aan Einstein, d.d. 22 september 1911, met de aankondiging van de bevestiging door de astronoom Arthur Eddington van Einstein's gravitatie-theorie, verkregen bij waarnemingen tijdens een zon-eclips. (Archief Museum Boerhaave, Leiden)

voltooid theorie. Onder de toehoorders was Willem de Sitter (1872–1934) die door publicaties de theorie ook in het Verenigd Koninkrijk verspreidde en ook zelf baanbrekend onderzoek ging doen. Ook anderen deden dat, met als gevolg dat, op Berlijn na, Leiden enige jaren het actiefst was op het gravitatieonderzoek.⁷⁰ De band met Einstein was sterk, zoals bleek toen de Britse zonne-eclipsexpedities in september 1919 voorlopige meetresultaten hadden. Einstein had de grootte van lichtbuiging door de zon voorspeld met zijn gravitatie-theorie, maar was niet op de hoogte van het gemeten effect; Lorentz echter wel. Kort na de Eerste Wereldoorlog waren de relaties tussen Engeland en Duitsland nog steeds verbroken, maar Einstein werd door Lorentz per telegram geïnformeerd (zie fig. 4).⁷¹ Lorentz schreef ook een artikel in de *Nieuwe Rotterdamsche Courant* toen twee maanden later de definitieve waarde van die lichtafbuiging was bekendgemaakt, waarmee Einsteins theorie bevestigd werd.⁷² Dit artikel werd overgenomen door de *New York Times* met de kop 'Dutch colleague explains Einstein'.⁷³

Na de bevestiging van die theorie eind 1919 werd Einstein opnieuw gepolst, nu voor een bijzondere leerstoel van het Leids Universiteits Fonds. Dit keer liep het goed af. Einstein hield een jaar later zijn oratie.⁷⁴ Hij zou geregeld in Leiden zijn, waar hij discussieerde met zijn collegae, met name Lorentz, Ehrenfest en De Sitter, maar waar hij ook een oase van rust vond ten opzichte van het chaotische naoorlogse Duitsland.

70 A.J. Kox, 'General relativity in the Netherlands, 1915–1920', in: J. Eisenstaedt & A.J. Kox (eds.), *Studies in the history of general relativity* (Boston 1992) 39–56.

71 Telegram 22 september 1919. Collectie Museum Boerhaave.

72 *Nieuwe Rotterdamsche Courant*, 19 november 1919.

73 *New York Times*, 21 december 1919.

74 A. Einstein, *Aether und Relativitätstheorie. Rede ausgesprochen bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar aan de Rijks-Universiteit te Leiden* (Berlin 1920). Ook verschenen met Duitse titel als: *Aether und Relativitätstheorie. Rede gehalten am 5. Mai 1920 an der Reichs-universität zu Leiden* (Berlin 1920).