

REPRINTED FROM:

THE COLLECTED PAPERS OF

Albert Einstein

VOLUME 7

THE BERLIN YEARS:
WRITINGS, 1918–1921

Michel Janssen, Robert Schulmann, József Illy, Christoph Lehner,
and Diana Kormos Buchwald

EDITORS

Daniel Kennefick, A. J. Kox, and David Rowe

ASSOCIATE EDITORS

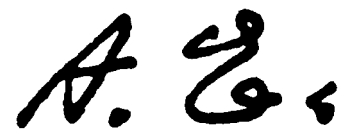
R. Hirschmann, O. Moses, A. Mynttinen, A. Pringle, and R. Fountain

EDITORIAL ASSISTANTS

DOC. 38

Ether and the Theory of Relativity

(pp. 305–309; 321)



Princeton University Press

2002

38. *Ether and the Theory of Relativity*

[*Einstein 1920j*]

The document is the printed version of Albert Einstein's inaugural lecture held on 27 October 1920 as Extraordinary Professor at the University of Leyden. The manuscript was completed before 7 April 1920.

Published 1920 by Julius Springer (Berlin).

ÄTHER
UND
RELATIVITÄTSTHEORIE

REDE

GEHALTEN AM 5. MAI 1920
AN DER REICHS-UNIVERSITÄT ZU LEIDEN

VON

ALBERT EINSTEIN



BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1920

[1]

Alle Rechte vorbehalten.
Copyright 1920 by Julius Springer in Berlin.

Rav 1320



**Meine Herren Kuratoren, Professoren, Doktoren
und Studenten dieser Universität!**

**Sie alle ferner, meine Damen und Herren, welche
diese Feier durch Ihre Anwesenheit ehren!**

[2]

Wie kommen die Physiker dazu, neben der der Abstraktion des Alltagslebens entstammenden Idee, der ponderabeln Materie, die Idee von der Existenz einer anderen Materie, des Äthers, zu setzen? Der Grund dafür liegt wohl in denjenigen Erscheinungen, welche zur Theorie der Fernkräfte Veranlassung gegeben haben, und in den Eigenschaften des Lichtes, welche zur Undulationstheorie geführt haben. Wir wollen diesen beiden Gegenständen eine kurze Betrachtung widmen.

[3]

Das nicht-physikalische Denken weiß nichts von Fernkräften. Bei dem Versuch einer kausalen Durchdringung der Erfahrungen, welche wir an den Körpern machen, scheint es zunächst keine anderen Wechselwirkungen zu geben als solche durch unmittelbare Berührung, z. B. Bewegungs-Übertragung durch Stoß, Druck und Zug, Erwärmung oder Einleitung einer Verbrennung durch eine Flamme usw. Allerdings spielt bereits in der Alltagserfahrung die Schwere, also eine Fernkraft, eine Hauptrolle. Da uns aber in der alltäglichen Erfahrung die Schwere der Körper als etwas Konstantes, an keine räumlich oder zeitlich veränderliche Ursache Gebundenes entgegentritt, so denken wir uns im Alltagsleben zu der Schwere überhaupt keine Ursache und werden uns deshalb ihres Charakters als Fernkraft nicht bewußt. Erst durch Newtons Gravitations-Theorie wurde eine Ursache für die Schwere gesetzt, indem letztere als Fernkraft gedeutet wurde, die von Massen herrührt. Newtons Theorie bedeutet wohl den

— 4 —

größten Schritt, den das Streben nach kausaler Verkettung der Naturerscheinungen je gemacht hat. Und doch erzeugte diese Theorie bei Newtons Zeitgenossen lebhaftes Unbehagen, weil sie mit dem aus der sonstigen Erfahrung fließenden Prinzip in Widerspruch zu treten schien, daß es nur Wechselwirkung durch Berührung, nicht aber durch unvermittelte Fernwirkung gebe.

Der menschliche Erkenntnistrieb erträgt einen solchen Dualismus nur mit Widerstreben. Wie konnte man die Einheitlichkeit der Auffassung von den Naturkräften retten? Entweder man konnte versuchen, die Kräfte, welche uns als Berührungskräfte entgegentreten, ebenfalls als Fernkräfte aufzufassen, welche sich allerdings nur bei sehr geringer Entfernung bemerkbar machen; dies war der Weg, welcher von Newtons Nachfolgern, die ganz unter dem Banne seiner Lehre standen, zumeist bevorzugt wurde. Oder aber man konnte annehmen, daß die Newtonschen Fernkräfte nur scheinbar unvermittelte Fernkräfte seien, daß sie aber in Wahrheit durch ein den Raum durchdringendes Medium übertragen würden, sei es durch Bewegungen, sei es durch elastische Deformation dieses Mediums. So führt das Streben nach Vereinheitlichung unserer Auffassung von der Natur der Kräfte zur Ätherhypothese. Allerdings brachte letztere der Gravitationstheorie und der Physik überhaupt zunächst keinen Fortschritt, so daß man sich daran gewöhnte, Newtons Kraftgesetz als nicht mehr weiter zu reduzierendes Axiom zu behandeln. Die Ätherhypothese mußte aber stets im Denken der Physiker eine Rolle spielen, wenn auch zunächst meist nur eine latente Rolle.

Als in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die weitgehende Ähnlichkeit offenbar wurde, welche zwischen den Eigenschaften des Lichtes und denen der elastischen Wellen in ponderablen Körpern besteht, gewann die Ätherhypothese

[4]

Published by Julius Springer (Berlin, 1920). Completed before 7 April 1920, presented 27 October 1920. An autograph manuscript [80 818], [80 819], [70 964] is also available (SzGBod). Significant variations between manuscript and published text are noted. A manuscript with Einstein's unpublished introductory and closing remarks is also available [1 006] (see note 30 for a transcription).

^[1]This document presents the text of Einstein's inaugural lecture at the University of Leyden where he had been appointed Extraordinary Professor (*Bijzonder Hoogleraar*). During Einstein's visit to Leyden in October 1919, Lorentz urged him to present his current views on the ether to the public (see Einstein to Paul Ehrenfest, 12 January 1920). In Einstein to Hendrik A. Lorentz, 15 November 1919, NeHR, Archief H. A. Lorentz, Einstein promised to do so as soon as an opportunity would arise. In an article in the *Nieuwe Rotterdamse Courant*, 19 November 1919, published in English in the *New York Times*, 21 December 1919, p. 20, Lorentz expressed his conviction that a search for "mutations and movements that might take place in it [the ether,] . . . abandoned at present, will once more be followed with good results . . . Einstein's theory need not keep us from so doing; only the ideas about the ether must accord with it."

When Lorentz wrote to Einstein concerning the Leyden appointment the following month, he mentioned that an inaugural lecture, though not absolutely required, would be much appreciated (Hendrik A. Lorentz to Einstein, 21 December 1919). Einstein wrote back that he would hold an inaugural lecture on the topic of the ether (Einstein to Hendrik A. Lorentz, 12 January 1920, NeHR, Archief H. A. Lorentz). As he was writing the lecture, Einstein characterized it as a "more or less colored retrospective look at the development of our opinions about the physical properties of space" ("ein mehr oder weniger gefärbter Rückblick auf die Entwicklung unserer Meinungen von den physikalischen Eigenschaften des Raums"; Einstein to Hendrik A. Lorentz, 18 March 1920, NeHR, Archief H. A. Lorentz). The final version of the lecture was finished in early April 1920 (see Einstein to Paul Ehrenfest, 7 April 1920).

The lecture, originally scheduled for 5 May 1920 (see title page of the document), had to be postponed because of delays both in the approval of the appointment and in issuing visa documents, and because of Einstein's other commitments. The position was officially created only on 24 June 1920 (see Proclamation, 24 June 1920), and Einstein was appointed shortly thereafter (see Einstein to Paul Ehrenfest, 19 July 1920). Einstein finally delivered the lecture on 27 October 1920.

^[2]The salutation follows the formulation suggested in Paul Ehrenfest to Einstein, 10 March 1920.

^[3]For a discussion of the development of Einstein's views on the ether, see *Kostro 2000*.

^[4]The following discussion of the role of the ether concept in nineteenth-century optics and electrodynamics is similar to the discussion in secs. 2–3 of the unpublished manuscript presented as Doc. 31. For historical accounts, see *Whittaker 1951–53* (Vol. 1) and *Schaffner 1972*.

^[5]For more detailed explanations of why Fizeau's experiment and the phenomenon of stellar aberration were seen as strong evidence for the hypothesis of an immobile ether, see Doc. 31, [p. 2], and Doc. 64, [pp. 8–9], respectively.

^[6]In Doc. 31, [p. 3], Einstein also mentioned in this context Henri Poincaré's observation that an infinite number of mechanical models is possible whenever there is one mechanical model, something that had already been recognized by James Clerk Maxwell (see Doc. 31, note 10, for further discussion).

^[7]Hertz's views on the relation between ether and matter are expounded in *Hertz 1890* (for historical discussion, see *Darrigol 1993*). In Einstein to Mileva Marić 10? August 1899 (Vol. 1, Doc. 52), Einstein mentioned that he was carefully rereading *Hertz 1892*, in which *Hertz 1890* was reprinted. For a discussion of Einstein's remarks on Hertz in this letter, see Vol. 1, the editorial note, "Einstein on the Electrodynamics of Moving Bodies," pp. 223–225.

^[8]See *McCormach 1970* and *Miller 1981* for historical discussion of attempts around 1900 by Wilhelm Wien, Max Abraham (1875–1922), and others to reduce mechanics to electrodynamics and of the importance in this context of measurements of the velocity-dependence of the electron mass.

^[9]In Hertz's theory, the earth drags along the ether in its vicinity. The theory is therefore incompatible with the result of Fizeau's experiment (cf. note 5 above).

^[10]The next two paragraphs were written on a sheet interleaved with the manuscript. The passage replaces an earlier draft, which is deleted in the manuscript: "So standen die Dinge, als H. A. Lorentz eingriff. Er beseitigte mit kühnem Griff den genannten Dualismus. Für ihn war nur der alles durchdringende Aether Träger von elektromagnetischen Feldern, nicht aber die ponderable Materie."