

NDB-Artikel

Einstein, Albert Physiker, * 14.3.1879 Ulm/Donau, † 18.4.1955 Princeton (USA). (israelitisch, dann Dissident)

Genealogie

V Hermann (1847–1902), Kaufm. (Installationsgeschäft), S des Kaufm. Abraham u. der Helene Moos;

M Pauline (1858–1920), T des Hoflieferanten Julius Koch u. der Jette Bernheimer, Schw → Maja (1881–1951, ⚭ 1910 Paul Winteler, Jurist);

Vt → Alfred s. (2);

⚭ 1) Bern 1903 (∞ Zürich 1919) Mileva Maric (1875–1948), aus Serbien, Mathematikerin, Physikerin, studierte an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich 2) Berlin 1919 Elsa Löwenthal (1876–1936), T des Fabr. Rudolf Einstein in Hechingen;

2 S, 1 T aus 1).

Leben

Selten wohl hat ein Mensch das „Gesetz, danach er angetreten“ so zwingend in sich gefühlt und ist ihm, zunächst in kindlicher Unbewußtheit, allen äußeren Einflüssen zum Trotz gefolgt, wie E.. Als gereifter Gelehrter erinnerte er sich noch einiger Gedanken aus seiner Kindheit, die deutlich den Zug zu dem verraten, was wir heute Relativitätstheorie nennen. Von allem Wissensstoff, den das Gymnasium vermittelte, berührte ihn näher einzig und allein die euklidische Geometrie; noch im Alter pries er sie begeistert als eine notwendige Vorstufe für jede Beschäftigung mit theoretischer Physik, weil sie die innere Konsequenz, die Geschlossenheit besitzt, welche für die Physik das anzustrebende, wenn auch nie völlig zu erreichende Ziel ist. Zu dieser Veranlagung kam eine ebenso früh scharf ausgeprägte und mit den damaligen Zuständen keineswegs konforme politische Einstellung, die sich wohl zum Teil aus seiner jüdischen Abkunft erklärt. Zum „guten Schüler“ eignete er sich unter diesen Umständen wenig und hatte darunter zu leiden; seine Schulzeit verlief irregulär und hätte dies wohl auch getan, wenn die Umzüge seiner Eltern, von Ulm nach München, dann nach Pavia und Mailand, nicht dazu beigetragen hätten. 1894 verließ er eigenmächtig das Münchener Luitpoldgymnasium, besuchte dann ein Jahr eine internationale Schule in Mailand und meldete sich 1895 bei der TH Zürich für das mathematisch-physikalische Fachlehrerstudium. Diese erste Bewerbung gelang nicht, sondern erst eine zweite 1896, nachdem er gewisse Lücken seiner Bildung auf der Aargauischen Kantonschule in Aarau ausgefüllt hatte. Aber auch das Studium gab ihm, was er suchte, nur

unvollkommen. Eigentlich hörte er nur mathematische Vorlesungen, und auch diese unregelmäßig, während ihm das physikalische Praktikum freilich die unmittelbare Berührung mit der Erfahrung gab, die ihren Eindruck auf ihn nicht verfehlte. Hauptsächlich aber holte er sich die ihm zusagenden Kenntnisse autodidaktisch aus den Werken von →Helmholtz, →Kirchhoff, →Clausius, →Boltzmann, →Planck und anderen. Zum Diplomexamen, welches er 1900 (keineswegs schlecht) bestand, mußte er sich freilich, wie jeder, auch anders vorbereiten. Der „Wust“, den er dabei wohl oder übel verarbeiten mußte, verleidete ihm für ein ganzes Jahr das weitere Lernen. Von seinen Lehrern hat auch auf der Hochschule keiner geahnt, was in ihm steckte.

Auch sonst war dieses Jahr für ihn schwer wegen seiner Mittellosigkeit. Er versuchte es mit verschiedenen Aushilfestellungen, konnte aber erst festen Fuß fassen, als er 1901 durch Empfehlungen, die auf einen seiner Studienkameraden zurückgingen, beim eidgenössischen Amt für geistiges Eigentum (das heißt dem Patentamt) in Bern als wissenschaftlicher Expert angestellt wurde. Dieses Amt sicherte ihn materiell und ließ ihm doch noch genug Zeit, seinen eigenen Ideen nachzuhängen.

Jetzt kam seine Genialität zur Entfaltung. Auf einige methodisch interessante Arbeiten über Brownsche Molekularbewegung und andere thermodynamische Schwankungen folgten in dem einen Jahr 1905 zwei Veröffentlichungen, die für fast alle weitere Forschung E.s grundlegend waren und heute zum festen Bestand der Wissenschaft gehören. Sie betrafen zwei ganz verschiedene Gebiete der Physik, nämlich die Quanten- und die Relativitätstheorie.

Die Quantentheorie hatte Planck 1900 begründet, als er das Verteilungsgesetz der Energie im Spektrum der Hohlraumstrahlung aufstellte. Dabei mußte er im Gegensatz zu aller älteren Physik den Gedanken zugrunde legen, daß die Energie eines Oszillators sich nicht stetig verändern kann, sondern nur um diskrete Stufen, deren Höhe durch die Schwingungszahl des Oszillators und eine von ihm neu entdeckte, universelle Konstante, das elementare Wirkungsquantum h , bestimmt ist. Das hatte zunächst wenig Beachtung, noch weniger Glauben gefunden. E. griff nun diese Idee auf und schuf, ohne Rücksicht auf die wohlbewährte Wellentheorie des Lichtes, den Begriff des Lichtquants, eines Atoms der strahlenden Energie, dessen Energieinhalt gerade einer Energiestufe eines Oszillators von derselben Schwingungszahl wie das Licht entspricht. Strahlung ist danach nichts anderes als eine Gesamtheit von Lichtquanten. Diese Auffassung stützte sich auf mehrere bislang unerklärte Beobachtungen, zum Beispiel das Stokessche Gesetz für das Fluoreszenzlicht, dessen Schwingungszahl stets kleiner ist als die des erregenden Lichtes, und jene von Lenard entdeckte Tatsache, daß die Energie der im lichtelektrischen Effekt freigesetzten Elektronen nur von der Schwingungszahl des Lichtes, nicht von seiner Intensität abhängt. E. konnte sogar voraussagen, daß diese Energie eine lineare Funktion der Schwingungszahl sein muß, was spätere Messungen vollauf bestätigten. Auf die Plancksche Berechnung der mittleren Energie eines Oszillators als Funktion der Temperatur führte E. 1907 den Abfall der spezifischen Wärme fester Körper mit sinkender Temperatur zurück, und 1912 stellte er in diesem Zusammenhang das photochemische Äquivalenzgesetz auf, demzufolge der primäre Elementarakt der Photochemie in der Absorption

eines Lichtquanten durch ein Molekül und der entsprechenden chemischen Umsetzung besteht, auf die freilich im allgemeinen noch viele mehr oder minder verwickelte Folgereaktionen folgen. Auch diese Theorie hat schließlich im Experiment volle Bestätigung gefunden. Die Idee des Lichtquants gehört heute zu dem erprobten Rüstzeug der Quantentheorie.

|
Die zweite, vielleicht noch größere Leistung aus jenem Schicksalsjahr 1905 war die Grundlegung der Relativitätstheorie. Das 19. Jahrhundert hatte zu Beginn die Wellentheorie des Lichtes gesichert und die Geschwindigkeit des Lichtes mit immer wachsender Genauigkeit gemessen, sowohl gegenüber der Erde als auch gegenüber dem Planetensystem. Die Übereinstimmung beider Messungen war aber auf Grund der klassischen Physik unverständlich, da sich die Erde doch im Planetensystem bewegt. Zahllos waren die Experimente, welche diese Problematik klären sollten, kaum weniger zahlreich die theoretischen Ansätze dazu. Da man seit →Clerk Maxwell und →Heinrich Hertz das Licht als elektromagnetische Wellen ansah, spielten auch elektromagnetische Versuche dabei mit. Bald nach 1900 hatten Forscher wie →H. A. Lorentz und →Henri Poincaré beachtliche Gesichtspunkte zu dieser Frage aufgestellt, ohne jedoch zu völlig befriedigendem Ergebnis zu gelangen.

E., der viel dachte, aber wenig las und infolgedessen anfangs von diesen seinen Vorgängern nichts wußte, faßte das Problem von der grundsätzlichen Seite an. Er *forderte* ein Relativitätsprinzip, demzufolge es eine Vielzahl von gleichberechtigten Bezugssystemen in der Physik gibt, in denen genau dieselben Naturgesetze herrschen, also zum Beispiel auch die Lichtgeschwindigkeit denselben Wert hat. Diese Bezugssysteme haben gegeneinander gleichförmige Bewegungen ohne Drehung; ihre gegenseitigen Geschwindigkeiten liegen stets unter der des Lichtes. Die entscheidende Frage, wie man die räumlichen Koordinaten vom einen zum anderen Bezugssystem umzurechnen hat, beantwortet die Lorentztransformation, so genannt, weil sie schon bei →H. A. Lorentz auftrat, ohne daß dieser das Relativitätsprinzip in seinem ganzen Umfang erkannt hätte. Dabei wird aber auch die Zeit umgerechnet. Zwei Ereignisse, die in einem Bezugssystem gleichzeitig sind, sind in einem anderen im allgemeinen ungleichzeitig. Und die Längen zweier Stäbe stimmen in verschiedenen Bezugssystemen nicht überein. Vor solchen Folgerungen hätte wohl jeder zurückgeschreckt, hätte nicht E. gezeigt, daß sie sich ganz anschaulich herleiten lassen, wenn man bedenkt, daß man Signale vom einen zum anderen Raumpunkt höchstens mit Lichtgeschwindigkeit übertragen kann. In dieser Kritik der Raum- und Zeitmessung lag das unerhörte Neue dieser speziellen Relativitätstheorie. Über die Relativität der Gleichzeitigkeit ist jahrzehntelang erbittert gekämpft worden.

Eine weitere, Widerspruch herausfordernde Folgerung war das E.sche Additionstheorem der Geschwindigkeiten, demzufolge die Zusammensetzung einer Lichtgeschwindigkeit mit einer beliebigen anderen wieder Lichtgeschwindigkeit ergibt, übrigens eine notwendige Konsequenz der Voraussetzung, daß die Lichtgeschwindigkeit in allen Bezugssystemen die gleiche ist. Sodann trat an die Stelle der Newtonschen Dynamik eine relativistische, bei der Energie und Impuls eines beschleunigten Körpers über

alle Grenzen wachsen, wenn sich dessen Geschwindigkeit der des Lichtes nähert. Erreichung der Lichtgeschwindigkeit ist danach ausgeschlossen. Diese Dynamik bestätigten bald genaue Messungen über die Ablenkbarkeit von Elektronen im elektrischen oder magnetischen Feld; heute beruht die Konstruktion der großen Teilchenbeschleuniger (Zyklotron, Linearbeschleuniger und so weiter) auf der relativistischen Dynamik, die sich dabei vollauf bewährt.

Als kleinen Nachtrag zu dieser ersten Veröffentlichung brachte dann dasselbe Jahr 1905 noch E.s Gesetz von der Trägheit der Energie. Die Masse eines Körpers ist danach gleich seinem Energieinhalt, dividiert durch das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit. Dieses Gesetz hat Geschichte gemacht. Schien es anfangs in der Natur keine besondere Rolle zu spielen, so hat es sich später als eine Grundlage der Physik der Atomkerne herausgestellt und in der Atombombe eine wahrlich durchschlagende Bestätigung gefunden.

Diese beiden großen Entdeckungen E.s von 1905 machten ihn, trotz aller gegen sie erhobenen Zweifel, sogleich berühmt. Zwar weigerte sich die Berner Universität noch 1906, ihn auf Grund der Relativitätstheorie zu habilitieren; sie holte das aber 1907 auf Grund einer anderen Habilitationsschrift nach. Dann kamen die Berufungen in rascher Folge: 1909 an die Universität Zürich, 1911 an die Universität Prag und 1912 an die TH Zürich. Hier war er zu Vorlesungen über theoretische Physik verpflichtet. Davon befreite ihn 1913 eine Berufung an die Preußische Akademie der Wissenschaften in Berlin, an der er hauptamtliches Mitglied wurde, mit Lehrberechtigung an der Universität, aber ohne Verpflichtung dazu. 1914 wurde er Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physik in Berlin. Diese Stellungen behielt er bis 1933 bei.

Das Vertrauen, das sich in dieser Berufung aussprach, rechtfertigte E. vollauf. Denn neben mancher anderen wertvollen Arbeit vollendete er 1915 sein größtes Werk: die allgemeine Relativitätstheorie, die ihn schon seit 1907 beschäftigt hatte. Die spezielle Relativitätstheorie enthielt nämlich keine Begründung für die Existenz der allgemeinen, Newtonschen Massenanziehung, insbesondere fehlte es ihr wie der früheren Physik überhaupt an einer Deutung jenes empirisch wohlbestätigten Gesetzes von der Gleichheit von träger Masse, wie sie im Newtonschen Bewegungsgesetz auftritt, und der schweren Masse, welche für die Anziehung verantwortlich ist. Durch eine kühne Opferung der euklidischen Geometrie, welche die gesamte Physik seit den ältesten Zeiten als selbstverständliche Grundlage aller Raummessung betrachtet hatte, und geeignete Übernahme der Grundideen der speziellen Relativitätstheorie gelang es E., beide Mängel zu beseitigen, ohne etwas Wesentliches von den älteren physikalischen Ergebnissen zu opfern. Aber mehr noch: Zwangsläufig ergaben sich aus dieser neuen Theorie 3 astronomische Effekte, von denen der eine, die Perihelbewegung des Planeten Merkur, schon lange bekannt, aber unerklärt war, während die Lichtablenkung an der Sonne erst 1919 auf E.s Anregung hin von →Eddington entdeckt und die Verschiebung der Spektrallinien nach manchen Mißerfolgen schließlich an Fixsternen besonders großer Dichte festgestellt wurde. Die Auffindung der Lichtablenkung hob den Ruhm E.s fast ins Übermenschliche. Und er wuchs noch weiter, als die allgemeine Relativitätstheorie noch für eine andere rätselhafte astronomische Beobachtung eine plausible Deutung fand, nämlich die aus

den Dopplereffekten von →E. Hubble und anderen erschlossene Fortbewegung ferner Milchstraßensysteme (im allgemeinen Nebel genannt) von unserem eigenen galaktischen System. Diese Theorie eröffnete nämlich die Möglichkeit, den dreidimensionalen Raum als einen Kugelraum von ständig wachsendem Radius anzusehen, was dann selbstverständlich zu wachsenden Abständen zwischen allen Körpern, führt. Eine ganz neue Kosmologie bahnt sich hier an.

Aber mit dem Ruhm wuchs auch die Anfeindung. Zwar im 1. Weltkrieg gewannen dessen Aufregungen und Nöte keinerlei Einfluß auf E.s Produktivität. Er hatte sein Inneres gut abgeriegelt gegen äußere Einwirkungen. Aber nach dem Zusammenbruch des deutschen Reiches 1918 schwoll eine Welle von ungehemmtem Nationalismus, vermischt mit Antisemitismus an und wandte sich auch gegen E., dessen andersartige politische Denkart aus der Kriegszeit her bekannt war. Es bildete sich in Berlin zum Beispiel eine Gesellschaft der Einsteingegner mit dem Ziel, seine Wissenschaft in öffentlichen Versammlungen anzugreifen; allerdings kamen davon nur zwei wirklich zustande. Auch dies machte ihm keinen Eindruck. Aber allmählich kam die Hitlersche Bewegung auf, welche alsbald zu Gewalttaten gegen Juden und politisch anders Denkende überging. Das erforderte Vorsicht, und so verließ E. Ende 1932 Deutschland. Wie berechtigt dies war, zeigte sich alsbald nach der sogenannten Machtergreifung vom 30.1.1933. Nun plante die „Partei“ den Ausschluß E.s aus der Preußischen Akademie, und zwar zum Tage des Judenboykotts vom 1.4.1933. E. kam ihm zuvor, indem er von Belgien aus seinen Austritt erklärte. Er hat Deutschland nie mehr betreten, wanderte vielmehr über England nach den Vereinigten Staaten von Amerika aus.

In Princeton, jener hübschen kleinen Universitätsstadt, erhielt er ein Amt an dem Institute for Advanced Study, welches ihm dieselbe Freiheit von Lehrverpflichtungen gewährte wie die Berliner Stellung. Dort hat er, abgesehen von einigen Reisen auf dem amerikanischen Kontinent, den Rest seines Lebens verbracht. Zu seinen wesentlichen Beschäftigungen gehörte ein vergebliches Ringen um ein Verständnis der Quantentheorie, wie sie sich in den 20er Jahren durch Wellenmechanik und so weiter entwickelt hatte. Aber kurz vor seinem Tode gestand er als ein Ergebnis lebenslangen Grübelns ein, daß man von einem Verständnis der atomaren Vorgänge noch viel weiter entfernt sei, als es die meisten Physiker zugeben wollten. Ferner versuchte er weitere Verallgemeinerungen der Relativitätstheorie, um in ihnen nun die gesamte Mechanik und Gravitation umfassenden Bau auch die elektromagnetischen Vorgänge einzubeziehen. Trotz unsagbarer Mühe und Geduld blieb ihm auch hier wohl ein Erfolg versagt.

Außerdem aber besaßen jetzt seine politischen Sorgen ein Übergewicht. Selbstverständlich rüttelten ihn Hitlers Judenverfolgungen auf, ja, er fühlte sich vielleicht jetzt erst so recht diesem unglücklichen Volke angehörig. Aber soviel er auch im Einzelnen tat, hervorgetreten ist er an einer entscheidenden Stelle nur einmal; als nämlich die wissenschaftliche Forschung die Möglichkeit einer Atombombe ergeben hatte, und man in Amerika vielfach befürchtete, eine solche werde in Deutschland hergestellt werden, legte ihm →Leo Szilard, damals in Chicago (früher in Berlin), ein an den Präsidenten →Roosevelt zu richtendes Schreiben vor, in welchem die amerikanische Regierung

aufgefordert wurde, die zur Produktion solcher Bomben notwendigen Vorkehrungen sofort in Gang zu setzen. Und E. unterschrieb.

|
An den weltgeschichtlichen physikalisch-technischen Arbeiten zur Verwirklichung hat er freilich nicht persönlich teilgenommen, die Anwendung der Bombe über Hiroshima und Nagasaki nicht gebilligt. Als Pazifist, der er mit aller Entschiedenheit war, hat er nach Kriegsende nicht aufgehört, seine Stimme gegen weitere Verwendung der Bombe zu erheben wie gegen alle Kriegsrüstung. Daneben aber wandte er sich als alter Freiheitskämpfer auch gegen alle Gesinnungsforschung, wie sie einige Jahre hindurch unter der Ägide des Senators →McCarthy in den Vereinigten Staaten im Gange war. Konnte er das Ende dieser Bewegung auch noch erleben, so blieb ihm doch in der Politik, ebenso in der Wissenschaft, so mancher Wunsch unerfüllt. Immerhin, auf dem Sterbebett konnte er mit vollem Recht sagen: „Meine Arbeit ist getan“.

E.s leidenschaftliches Forschungsbedürfnis zeigte sich auch in seinen Gesprächen mit Fachgenossen; er war unermüdlich in der Auseinandersetzung der ihn gerade beschäftigenden Gedanken. Daneben ging er gern, namentlich in höheren Jahren, auf Politik, soziale Verhältnisse, aber auch religiöse Fragen ein, in denen er einen durchaus eigenen Standpunkt einnahm. Er liebte die Musik, namentlich →Bach und →Mozart, spielte von Jugend auf Violine und war für Hauskonzerte gesucht. In seinen letzten Jahren, als sich allerhand Altersleiden eingestellt hatten, zog er sich mehr und mehr in sein schönes Heim in Princeton zurück. Besucher, die vorgelassen wurden, konnten ihn dann antreffen meditierend, lesend oder auch im Gespräch mit einem seiner jungen Mitarbeiter. Leiden ertrug er mit Geduld, den Tod erwartete er bei voller Besinnung in altgewohnter Seelenruhe. Denn er war nicht nur ein wissenschaftliches Genie, sondern auch ein in sich gefestigter Charakter. |

Auszeichnungen

Nobelpreis für Physik (1921).

Werke

s. Pogg. V-VII a.

Literatur

W. Heisenberg, A. E.s wiss. Werk, in: Universitas 10, 1955, H. 9; C. Lanczos, A. E. and the Theory of Relativity, in: Nuovo Cimento, Ser. X, Bd. II, Suppl., Nr. 5, Bologna 1955, S. 1193-1220;

M. v. Laue, in: Mitt. aus d. Max-Planck-Ges., 1955, H. 2;

ders., A. E., d. Schöpfer d. Relativitätstheorie u. Entdecker d. Lichtquanten, in: Forscher u. Wissenschaftler im heutigen Europa, 1955;

ders., E. u. d. Relativitätstheorie, in: Naturwiss. 43, 1956, H. 1;

ders., in: Gr. Deutsche IV, 1957, S. 386-97 (P); Rhdb. (P).

Autor

Max von Laue

Empfohlene Zitierweise

, „Einstein, Albert“, in: Neue Deutsche Biographie 4 (1959), S. 404-408
[Onlinefassung]; URL: <http://www.deutsche-biographie.de/.html>

02. Mai 2025

© Historische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
