

Die Universität Frankfurt – eine der Geburtsstätten der theoretischen Physik in Deutschland

Hier lehrte und forschte die Physik-Elite Deutschlands

Die Gründung der Universität Frankfurt im Jahr 1914 fiel in eine Zeit, als die Physik im Umbruch war. Seit der Jahrhundertwende hatte das Gebäude der klassischen Physik immer mehr Risse bekommen. Diese Entwicklung ging einher mit einer wachsenden Bedeutung der theoretischen Physik, die sich allmählich von ihrem eher nebensächlichen Dasein als »Privatdozenten-Fach« emanzipierte. Universitäten, die etwas auf sich hielten, richteten eigene Lehrstühle für theoretische Physik ein – so auch die neue Frankfurter Universität.

Als ersten Vertreter gewann sie Max von Laue, dessen wissenschaftlicher Werdegang mit allen bedeutenden Zentren der theoretischen Physik in Deutschland verknüpft war. Während seines Studiums in Göttingen hatte Laue das mathematische Rüstzeug erlernt. Als Assistent von Max Planck in Berlin begegnete er schon früh den beiden Theorien, die das physikalische Weltbild revolutionieren sollten: der Quantenhypothese und Einsteins Relativitätstheorie. Laue gehörte zu den frühen Anhängern von Albert Einstein und verschaffte seiner Theorie bei vielen Fachkollegen Anerkennung. 1909 wurde er Privatdozent bei Arnold Sommerfeld, aus dessen Münchener Schule viele bedeutende Theoretiker des 20. Jahrhunderts hervorgingen. Dort machte der junge Physiker 1912 seine bedeutendste Entdeckung: Er konnte nachweisen, dass Röntgenstrahlen an Kristallgittern wie Lichtwellen gebeugt werden und klärte so das Mysterium der »X-Strahlen« auf. Drei Jahre später – Laue war bereits in Frankfurt – erhielt er für seine bahnbrechende Arbeit den Physik-Nobelpreis. Für die junge Universität, die bereits den Medizin-Nobelpreisträger Paul Ehrlich zu ihrem Lehrkörper zählte, war dies ein willkommener Zuwachs an Prestige. Nur zwei Tage, nachdem Laue das Frankfurter Kuratorium über die Ehrung informiert hatte, würdigte



ihn sein Kollege Carl Deguisne mit einem ausführlichen Artikel am 13. November 1915 in der Frankfurter Zeitung.

Der Frankfurter »Physikalische Verein«

Der Frankfurter »Physikalische Verein« hatte sich lange Zeit bemüht, das Fehlen einer Universität durch eine bürgerliche Initiative zu kompensieren; er gründete Institute für angewandte Physik, Physik, Chemie, physikalische Chemie, Meteorologie und Astronomie und förderte die Entwicklung der Experimentalphysik und Chemie, indem er einen Mitgliedern Forschungslaboren zur Verfügung stellte und Vorlesungen anbot. Nach der Gründung der Universität im Jahr 1914 übernahm diese nicht nur die bereits existierenden Institute des Vereins, sondern auch dessen experimentell ausgerichteten Lehrkörper. Der Leiter des Physikalischen Vereins, Richard Wachsmuth, wurde zum ersten Rektor der Universität ernannt. Laue, der nach Frankfurt berufen wurde, hatte daher im Forschungsbereich kaum Berührungspunkte mit seinen neuen Kollegen. Über seine Frankfurter Zeit sprach er in späteren Jahren kaum. Sein ehemaliger Schüler Friedrich Beck vermutete, dass er sich als einziger Vertreter der modernen Physik iso-

liert fühlte^{11/}. Offenbar besaß er auch nicht die Gabe Sommerfelds, Schüler für die theoretische Physik zu begeistern. Seine Vorlesungen zogen nach Becks Aussage nur wenige Hörer an, und das Promotionsalbum der Universität weist nicht einen einzigen Doktoranden Laues auf^{12/}. Dies lag nicht nur daran, dass die Zahl der Studenten während des Kriegs gering war. Laue empfand seine Lehrtätigkeit als eine Last.

Nach dem Krieg zog es ihn zurück nach Berlin, wo inzwischen auch Einstein lehrte. Um sein Ziel zu erreichen, verfiel Laue auf die ungewöhnliche Idee, dem Preußi-

Max von Laue (1879–1960) forschte und lehrte ab dem Winterhalbjahr 1914/15 an der Universität Frankfurt. Er hielt 1911 die erste Ringvorlesung über Relativitätstheorie. 1914 erhielt er den Nobelpreis für Physik für seine Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen an Kristallen.

Richard Wachsmuth (1868–1941) war der erste Rektor der 1914 gegründeten Universität Frankfurt.



schen Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung einen Tausch mit seinem Berliner Kollegen Max Born vorzuschlagen. Born, den Laue aus seiner Studienzeit in Göttingen kannte, war ein begeisterter Lehrer. Für ihn bedeutete der Wechsel nach Frankfurt nicht nur eine Beförderung von einer außerordentlichen auf eine ordentliche Professur, sondern sie bot ihm auch die Chance, aus dem Schatten Plancks heraus zu treten, der die großen Vorlesungen hielt. Dem Frankfurter Kuratorium gegenüber lobte Laue seinen nur drei Jahre jüngeren Kollegen als einen Mann, bei dem sich ungewöhnliche



Max Born (1882–1970) war von 1919 bis 1921 Professor für Theoretische Physik in Frankfurt am Main. In dieser von Inflation und Gerätemangel geprägten Zeit kam Born auf die Idee, gegen Eintrittsgeld öffentliche Vorlesungen über die Relativitätstheorie zu halten. Sie war damals äußerst populär, nachdem die von Einstein vorhergesagte Lichtablenkung bei einer Sonnenfinsternis nachgewiesen worden war. 1954 erhielt er den Nobelpreis für Physik; damit wurde seine 1926 gegebene statistische Deutung der quantenmechanischen Wellenfunktion ausgezeichnet.

mathematische Begabung mit einem scharfen Blick für physikalische Zusammenhänge vereint ^{13/}. Dass Born seinem Vorgänger Laue mindestens ebenbürtig war, zeigte sich spätestens in den 1920er Jahren, als Born grundlegende Beiträge zur Kopenhagener Deutung der Quantentheorie leistete. 1954 erhielt auch er den Nobelpreis für Physik.

Während des Kriegs war Born gemeinsam mit seinem ehemaligen Göttinger Schüler Alfred Landé und seinem Freund Erwin Madelung bei

der Artillerie-Prüfungskommission des Heeresdienstes. Alle drei gingen nach Kriegsende nach Frankfurt; Madelung als Nachfolger Borns und Landé als sein Assistent. Beim Heer sollten die jungen Physiker ein Verfahren zur Ortung von Artilleriegeschützen durch Schallmessungen entwickeln. Daneben blieb ihnen offenbar genug Zeit für die Kristallphysik. Born war einer der ersten Physiker, die auf diesem Gebiet quantenmechanische Methoden anwandten. 1915 war er mit seinem Buch über die »Dynamik der Kristallgitter« bekannt geworden. Diese Arbeiten führte er mit Landé und Madelung fort: »Wir hatten zwei Schubfächer in unseren Schreibtischen: eines für die Schallmessung, das andere für Gitterdynamik«, erinnerte sich Born. »Wir verließen uns auf die Annahme, dass der unsere Einheit befehlende Offizier die zwei Arten von Hieroglyphen nicht unterscheiden konnte.« Aus dieser Zeit stammt eine Arbeit, durch die der der Name Madelungs noch heute jedem Physikstudenten bekannt ist: Er erdachte ein Verfahren zur Berechnung der Gitterenergie von Ionenkristallen wie zum Beispiel Kochsalz. Die dabei auftretende Konstante ist nach ihm benannt.

Stern und Gerlach: Zwei berühmte Frankfurter Physiker

Borns Tätigkeit in Frankfurt war, wie überall in der von politischen und wirtschaftlichen Krisen überschatteten Nachkriegszeit, beschwerlich. Im Ausgleich dazu traf er am Physikalischen Institut mehr Vertreter der modernen Physik als sein Vorgänger Laue. In Otto Stern

fand Born einen ebenbürtigen Gesprächspartner und Freund. Stern war zuvor Assistent Einsteins gewesen und ebenso wie Laue und Born ein früher Anhänger der Relativitätstheorie. Bald gesellte sich auch ein Vertreter der modernen Experimentalphysik hinzu: Walter Gerlach, der sich während des Kriegs bei dem Spektroskopiker Friedrich Paschen in Tübingen habilitiert hatte, wurde Assistent von Wachsmuth. Da dieser sich aber vor allem der Lehre widmete und wenig eigene Forschungsarbeit betrieb, war Gerlach häufig in dem benachbarten theoretischen Institut. Im April 1920 tauchte erstmals auch der Name einer Frau unter den wissenschaftlichen Mitarbeitern auf: Elisa-

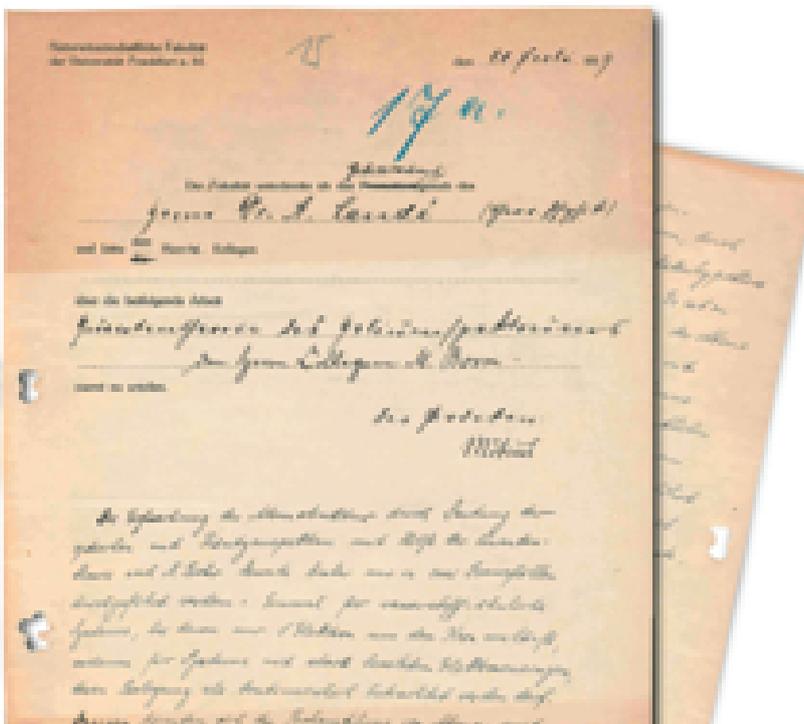


Erwin Madelung prägte zusammen mit Max Born und Max von Laue die Frankfurter Physik der frühen Jahre. Zu seinen Schülern gehörte Hans Bethe, Physiknobelpreisträger 1967, der von 1924 bis 1926 an der Universität Frankfurt studierte. Der mittlerweile 98-jährige Bethe wurde soeben für sein wissenschaftliches Werk mit der Ehrendoktorwürde der Universität Frankfurt und der Ehrenmitgliedschaft des Physikalischen Vereins ausgezeichnet.

beth Bormann hatte in Berlin studiert und danach einige Zeit in der Industrie gearbeitet. Sie wurde Borns »außerplanmäßige« Assistentin. Mit ihrer Hilfe führte er einige experimentelle Arbeiten durch, die ihm noch Jahre später die Anerkennung des legendären Ernest Rutherford einbrachten. Die zweite Frau am Physikalischen Institut war Alice Golsen, eine Doktorandin von Gerlach ^{14/}.

Ein Blick in die Vorlesungsverzeichnisse zeigt, dass die moderne Physik in der Lehre der Nachkriegs-

Max Borns Gutachten über die Habilitation von Alfred Landé, in schöner Handschrift.



zeit systematisch ausgebaut wurde. Zwar hatten Laue und Stern auch während des Kriegs schon über Quanten- und Relativitätstheorie gelesen, aber erst ab 1919 verfügte das Institut über genügend Dozenten, um die wachsende Nachfrage zu befriedigen. Im ersten Nachkriegssemester bot Born eine »Einführung in die theoretische Physik, besonders für Kriegsteilnehmer« an. Prodekan Martin Möbius schrieb im Sommer 1919 an das Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung: »Die Zahl der Studierenden der theoretischen Physik ist im Lauf der Semester sehr gestiegen. Da nicht nur die eigentlichen Physiker, sondern auch viele Chemiker und fast alle Mathematiker Vorlesungen über theoretische Physik hören, so ist die Zahl der notwendigen Vorlesungsstunden, besonders der Anfängerkurse, sehr groß«^{15/}. Born und Stern förderten das Interesse, indem sie ab dem Wintersemester 1919/20 auch Seminare anboten – zunächst über Quantentheorie, dann zu »Problemen der modernen Physik«. Nach seiner Habilitation bei Born stieß 1920 auch Alfred Landé zum Lehrkörper. Seine Frankfurter Arbeiten zur theoretischen Deutung des Heliumspektrums und des anomalen Zeeman-Effekts waren für die Atom- und Quantenphysik wegweisend. Landé bot bei den Mathematikern eine »Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften« an^{16/}.

Die herausragendste Frankfurter Arbeit aus den 1920er Jahren war das Experiment von Stern und Gerlach zur »Richtungsquantelung« im Magnetfeld. An der Annahme, dass nicht nur die Elektronenbahnen im Atom quantisiert sind, sondern sich auch ihre magnetischen Momente im Raum nur in bestimmten Rich-

tungen quantisiert orientieren, schieden sich die Geister der damals führenden Theoretiker. Stern ersann nun eine Möglichkeit, dies praktisch zu überprüfen, indem er einen feinen Teilchenstrahl aus Silberatomen durch ein inhomogenes Magnetfeld fliegen ließ. Dieses komplizierte Experiment wäre ohne das Geschick Gerlachs und die finanzielle Unterstützung Borns nicht denkbar gewesen. Der glückliche Ausgang des Experiments – eine räumliche Aufspaltung des Teilchenstrahls im Magnetfeld – wurde von den führenden Theoretikern als ein wichtiger Beweis für die Richtigkeit der Quantentheorie angesehen. Erst Jahre später stellte sich heraus, dass der Effekt von dem damals noch unbekanntem Spin der Elektronen hervorgerufen worden war und nicht vom Bahndrehimpuls, wie Stern und Gerlach glaubten. Stern erhielt 1943 den Nobelpreis für Physik.

Erwin Madelung:
gut informiert, aber wissenschaftlich konservativ

Nur zwei Jahre, nachdem Born seine fruchtbare Tätigkeit in Frankfurt entfaltet hatte, wurde er nach Göttingen berufen. Sein Nachfolger Erwin Madelung wirkte auf begabte junge Physiker anscheinend weniger inspirierend, wenn man der Aussage eines der berühmtesten Frankfurter Physikstudenten, dem Nobelpreisträger Hans Albrecht Bethe, folgt. Er beschrieb Madelung als einen gut informierten, aber wissenschaftlich konservativen Physiker. In Frankfurt habe er »in einer Art Vakuum studiert«. Die Quantentheorie sei noch nicht einmal erwähnt worden^{17/}. Tatsächlich verließ der wissbegierige Student Frankfurt, noch bevor Madelung die Quantentheorie in seinem Vor-



lesungszyklus behandelte. Die Empfehlung, an eine Universität mit ausgeprägtem Schwerpunkt in theoretischer Physik zu wechseln, erhielt Bethe damals von Karl Wilhelm Meissner, dem Nachfolger Gerlachs. Man würde jedoch Madelung Unrecht tun, wenn man sein großes Engagement für die Lehre nicht würdigte. Zu seinen wichtigsten Beiträgen gehört das Buch »Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers«, das zu einem Standardwerk der theoretischen Physik wurde und in zahlreichen Auflagen erschien. ♦

Die Autorin

Anne Hardy ist Diplom-Physikerin und Wissenschaftshistorikerin. Zur Zeit bearbeitet sie ein DFG-Forschungsprojekt am Institut für Geschichte der Medizin in Heidelberg.

Max Born (links), Otto Hahn (rechts) und Max von Laue, Autor des ersten Lehrbuches über die Relativitätstheorie, auf der Nobelpreisträger-Tagung in Lindau 1959.

Universitätsarchiv

^{11/} Friedrich Beck, Max von Laue, in: Klaus Bethge, Hort Klein, Physiker und Astronomen in Frankfurt, S. 24–37, hier S. 31.

^{12/} Beck, Laue, S. 31, Promotionsalbum der naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Frankfurt.

^{13/} Universitätsarchiv Frankfurt, Abt. 144, Nr. 23, Blatt 10, 11.

^{14/} Leider ist die Personalakte von Elisabeth Bormann nicht erhalten geblieben. Die zitierten Hinweise zu ihr finden sich in Max Born, Mein Leben. Die Erinnerungen

des Nobelpreisträgers, München 1975, S. 264, 269f. Auch Alice Golsen hat außer ihrer gemeinsamen Veröffentlichung mit Gerlach (Über eine neue Messung des Strahlungsdrucks, in: Zeitschrift für Physik, Bd. 15, 1923, S. 1–7) nur wenige Spuren in

Frankfurt hinterlassen. Aus dem Promotionsalbum der naturwissenschaftlichen Fakultät geht hervor, dass sie am 22.8.1889 in Wiesbaden geboren wurde. Sie studierte zwei Semester in Berlin, acht in Heidelberg und sechs in Frankfurt. Sie wurde am 14. Mai

1924 promoviert. Promotionsalbum der naturwissenschaftlichen Fakultät, Teil 1, Eintrag Nr. 254.

^{15/} Universitätsarchiv Frankfurt, Abt. 144, Nr. 288, Blatt 8.

^{16/} Die Vorlesungsverzeichnisse sind von 1915 an über die Homepage des Frankfurter Universitätsarchivs zugänglich.

^{17/} Bethe in einer dreiteiligen Interview-Serie mit der Zeitschrift New Yorker, Bd. 55, 3.12.1979, S. 50.