



Lucy Mensing

Die Physikerin ist eine vergessene Pionierin der Quantenmechanik.

Gernot Münster

Nach der Formulierung der Quantenmechanik durch Werner Heisenberg, Max Born und Pascual Jordan 1925/26 wandten Wolfgang Pauli und Lucy Mensing die neue Theorie erstmals auf reale physikalische Systeme an. Mensing fand dabei als Erste die zulässigen Werte für den quantenmechanischen Bahndrehimpuls.

Im November 1927 bat Paul Ehrenfest seinen vormaligen Doktoranden Samuel Goudsmit, ihm bitte „VERTRAULICH!!!! über die nächsten Zukunftspläne von London und Mensing oder von anderen jungen Theoretikern“ zu berichten, die ihm aufgefallen waren und „die MENSCHLICH SYMPATISCH sind.“ Während Fritz London heute als Physiker noch bekannt ist, ist Lucy Mensing weitgehend in Vergessenheit geraten, obwohl sie in der Frühzeit der Quantenmechanik eine anerkannte Physikerin war. Wer war diese Frau, was hat sie zur Quantenphysik beigetragen und was hat zum frühen Ende ihrer Karriere geführt?

Die am 11. März 1901 in Hamburg geborene Lucy Mensing entschloss sich nach dem Abitur, an der Universität Ham-

burg Mathematik, Physik und Chemie zu studieren, was in der damaligen Zeit ein bemerkenswerter Schritt für eine junge Frau war. Im Studium begeisterte sie sich für theoretische Physik und fertigte im Wintersemester 1923/24 im Institut für theoretische Physik eine Arbeit über zweiatomige Moleküle an, die in der Zeitschrift für Physik publiziert wurde. Diese Arbeit hatte sie noch im Rahmen der „alten Quantentheorie“ auf Grundlage der Bohr-Sommerfeldschen Theorie durchgeführt, die von Elektronenbahnen ausging. In diesem Bereich war auch das Thema ihrer Doktorarbeit bei Wilhelm Lenz angesiedelt. Darin ging es um die Verbrei-

Quantenphysikerinnen

Alle Beiträge dieser Serie finden sich online in einem Dossier unter folgendem Link: <https://pro-physik.de/dossiers/quantenphysikerinnen>.



◀ Auf dem Weg zur Nobelpreisverleihung legten James Franck (3. v. r.) und Gustav Hertz (2. v. r.) im November 1926 einen Zwischenstopp in Tübingen ein. Das Bild veranschaulicht in sehr guter Weise die männerdominierte, hierarchische Struktur der damaligen Gemeinschaft der Physiker. Lucy Mensing steht neben ihrem Vorgesetzten Alfred Landé (5. v. l.), und Walther Gerlach thront über allen.

terung der Spektrallinien von Atomen aufgrund des Stark-Effekts der atomaren bzw. molekularen Felder in einem Gas. Lenz konnte wegen seiner fragilen Gesundheit die Betreuung nicht in der nötigen Weise leisten, sodass Wolfgang Pauli dies übernahm, der zu dieser Zeit Assistent von Lenz war. Während ihrer Promotion lernte Lucy Mensing auch Ernst Ising kennen, der 1924 bei Lenz über ein Modell des Ferromagnetismus promovierte, das als Ising-Modell bekannt geworden ist. Für ihre Dissertation, die Mensing mit sehr guten Noten in allen drei mündlichen Prüfungen im Januar 1925 abschloss, erhielt sie auf Vorschlag von Lenz einen „1. Preis“. Dieser war mit einem Stipendium in Höhe von 500 Mark verbunden, das ihr ermöglichen sollte, ein Forschungssemester an einer anderen Universität zu verbringen.

Anfang 1925 hatte Lucy Mensing bereits an einer Tagung in Göttingen teilgenommen und die Ergebnisse ihrer Doktorarbeit vorstellen können. Da ihr die Atmosphäre auf der Tagung gut gefallen hatte, entschloss sie sich, nach Göttingen zu gehen, wo sie im April 1925 eintraf. Ein zusätzlicher finanzieller Zuschuss von Max Born erlaubte ihr, sogar ein ganzes Jahr dort zu arbeiten.

Damit kam sie genau zu der Zeit nach Göttingen, als Werner Heisenberg seine berühmte Arbeit „Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen“ verfasste. Max Born und sein Assistent Pascual Jordan bauten seine entscheidenden Ansätze zu einer Matrizenmechanik aus, und in der im November 1925 fertiggestellten „Drei-Männer-Arbeit“ erweiterten Born, Heisenberg und Jordan die Theorie auf Systeme mit vielen Freiheitsgraden.

Für Mensing war es ein Glücksfall, sich an der Entwicklung der Quantenmechanik beteiligen zu können. Sie widmete sich, wohl auf Vorschlag von Jordan, der Anwendung der Matrizenmechanik auf das Rotations-Schwingungsspektrum zweiatomiger Moleküle, wie O_2 , N_2 oder CO . Währenddessen gelang es Pauli in Hamburg, die Rydberg-Formel für das Wasserstoffatom mit rein algebraischen Methoden herzuleiten. Nach diesem Erfolg war die Arbeit von Lucy Mensing die zweite erfolgreiche Anwendung der Quantenmechanik auf ein physikalisches System. Beide

Arbeiten stellten damit wichtige Schritte zur Etablierung der neuen Quantenmechanik dar.

Gegenstand von Mensings Arbeit war das Bandenspektrum zweiatomiger Moleküle im Infraroten. Dieses Spektrum besteht aus einer Reihe von Spektrallinien in gleichen Abständen, wobei die zentrale Linie fehlt. Die vorhandenen Linien stammen von Übergängen, bei denen die Moleküle gleichzeitig ihren Schwingungszustand und ihren Rotationszustand ändern. Nach der alten Quantentheorie war der Drehimpuls eines zweiatomigen Moleküls als Vielfaches $L = l\hbar$ des Wirkungsquantums quantisiert und die entsprechende Rotationsenergie war proportional zu l^2 . Das resultierende Spektrum passte aber nicht zu den experimentellen Befunden. Eine bessere Passung ergab sich durch Ad-hoc-Änderungen der Formeln, bei denen halbzahlige Quantenzahlen auftraten, was jedoch akzeptierten Prinzipien widersprach. Auch für die Deutung des anomalen Zeeman-Effekts hatten Alfred Landé und Heisenberg im Rahmen der alten Quantentheorie schon halbzahlige Bahndrehimpulse in Betracht gezogen, um empirische Tatsachen durch mehr oder weniger ad hoc postulierte Formeln zu beschreiben.

Der quantenmechanische Drehimpuls war auch Thema der „Drei-Männer-Arbeit“. Aus der Algebra der Drehimpuls-Operatoren folgte, dass das Quadrat des Drehimpulses Werte der Form $\hbar^2 l(l+1)$ annehmen kann. Dabei kann die Quantenzahl l sowohl ganzzahlig als auch halbzahlig sein. War dies der Schlüssel, um die oben beschriebenen Probleme zu erklären? Lucy Mensing brachte Klarheit in diese Frage. Sie „konnte beweisen, daß für ein Elektron, welches als Massenpunkt zu bezeichnen wäre, nur die ganzzahligen Werte in Betracht kommen konnten“, erinnerte sich Jordan 1975.

Bei den Molekülen, die Lucy Mensing mit der Matrizenmechanik studierte, trat bei der Rotationsenergie nun der Ausdruck $l(l+1)$ an die Stelle von l^2 . Das resultierende Spektrum passte genau zum experimentellen Befund, und wegen $l(l+1) = (l+1/2)^2 - 1/4$ war die Erklärung für die scheinbaren halbzahligen Quantenzahlen gefunden.

Lucy Mensing war nicht die Einzige, die die neue Quantenmechanik auf Moleküle anwandte; auch Erwin Schrödinger, Erwin Fues, Robert Oppenheimer, Igor Tamm und Lew Landau taten dies. Mensings Arbeit war aber nicht nur die erste Anwendung der Matrizenmechanik auf Moleküle, sondern auch systematischer ausgearbeitet und denen ihrer Kollegen überlegen. Sie berücksichtigte als einzige mittels der quantenmechanischen Störungstheorie die Korrekturen über die niedrigste Ordnung hinaus, berechnete die



Lucy Mensing, Weihnachten 1927

Intensitäten und zeigte, dass die Linien im Bandenspektrum keinen linearen Stark-Effekt aufweisen sollten, ganz in Übereinstimmung mit dem Experiment [1].

Die klare und meisterliche Behandlung des Problems durch Mensing gefiel Pauli sehr, weswegen er sie einlud, mit ihm in Hamburg über ein anderes Thema der Molekülphysik zu arbeiten: die Berechnung der elektrischen Polarisierbarkeit von Gasen aus zweiatomigen Molekülen, die in der alten Quantentheorie nicht zutreffend gelungen war. Die sorgfältige Rechnung, die auf die Matricelemente aufbaute, die Mensing bestimmt hatte, löste die Probleme [2]. Die gemeinsame Publikation bedeutete den nächsten Meilenstein in der Anwendung der Quantenmechanik. In einer weiteren Arbeit präsentierte Mensing 1926 die Erklärung für den partiellen Paschen-Back-Effekt.

Abkehr von der wissenschaftlichen Karriere

Lucy Mensing hatte zunächst beabsichtigt, in Hamburg das Staatsexamen für das Lehramt abzulegen, doch sie ergriff die Gelegenheit, weiter an der Front der Forschung zu arbeiten, als Alfred Landé ihr eine Stelle in Tübingen anbot, die sie im August 1926 antrat. Ihr anfänglicher Elan für die Physik schwand jedoch im Laufe des ersten Jahres. „Dort habe ich 1 1/2 Jahr ziemlich kläglich allein gewurstelt. Ich hatte die Arbeit noch von Pauli, und sie lief nicht, wie erwartet“, schrieb sie rückblickend im Jahr 1977.

In Tübingen lernte sie Wilhelm Schütz kennen, einen Assistenten von Walther Gerlach, der mit ihr physikalische Fragen diskutierte. Aus dem fachlichen Kontakt wurde mehr, und im September 1928 heirateten sie. Ein Jahr später, als Gerlach eine Professur in München antrat, folgte Schütz ihm, begleitet von seiner Frau, die dort Vorlesungen von Sommerfeld und Gerlach hörte. Im Februar 1930 entstand der letzte Zeitschriftenaufsatz von Lucy Schütz-Mensing, denn nach der Geburt des ersten Sohnes im November 1930 fiel ihr die Aufgabe zu, sich um die Familie zu kümmern.

Was hatte zum Ende ihrer wissenschaftlichen Karriere geführt? Naheliegend ist, den Grund in der damaligen gesellschaftlichen Situation zu sehen, in der die Vereinbarkeit von wissenschaftlicher Karriere und Familie mit Kindern fast nicht gegeben war. Aufzeichnungen und Briefe von Lucy Mensing zeigen jedoch, dass andere Faktoren in ihrer Tübinger Zeit eine entscheidende Rolle gespielt haben. Pauli hatte ihr vorgeschlagen, den Ramsauer-Effekt quantenmechanisch aufzuklären. Dieses Vorhaben erwies sich jedoch als erheblich schwieriger als erwartet. Zwar erarbeitete sie vollständig die erforderlichen Methoden, aber die numerische Auswertung gelang nur rudimentär und führte zu keinen nützlichen Ergebnissen. Zudem erschien in der gleichen Ausgabe der Zeitschrift für Physik, in der ihre Teilergebnisse publiziert wurden, die Arbeit einer schwedischen Gruppe, die zwar auch nicht zum Ziel gelangt, aber numerisch weiter gekommen war. Mensing frustrierte das sehr.

Ein anderer Faktor betraf ein Ansinnen von Landé an sie. Samuel Goudsmit hatte 1926/27 einen halbjährigen Forschungsaufenthalt in Tübingen verbracht und arbeitete mit Ernst Back über die Hyperfeinstruktur im Spektrum von Wismut. Landé war sehr daran interessiert und wollte

Mensing dazu bewegen, ihnen mit eigenen Rechnungen zuvorzukommen. An Goudsmit, den sie in Tübingen kennengelernt hatte, schrieb sie: „Ich finde es empörend von L., dass er von mir verlangt Dir, Sam, bei dem Wism. ins Handwerk zu pfuschen. Ich hätte das aus freien Stücken nie getan. Ich hab schon fast Krach mit L. gehabt, weil ich es nicht wollte ...“. Zu ihrem Unbehagen über das kompetitive Wesen in der Forschung kam hinzu, dass sie einen Eindruck von der männerdominierten und hierarchischen Struktur bekam, die sich auch in persönlichen Auseinandersetzungen zwischen Gerlach und Landé zeigte, deren Zeuge sie wurde. Dadurch verlor sie Zuversicht und Freude an der Physik. Die Aussicht, zu heiraten und eine Familie zu gründen, erschien ihr zu diesem Zeitpunkt möglicherweise als attraktive Alternative zu einer Karriere in der Physik. Ihre Tochter Dorothea Roloff schrieb mir während der Durchsicht der Hinterlassenschaften: „Mir wird immer deutlicher, dass sie die Wissenschaft nicht primär wegen des Wunsches nach einer Familie verlassen hat, sondern umgekehrt die Familie gegründet hat, weil sie den wie auch immer gearteten Kämpfen im Wissenschaftsbetrieb nicht gewachsen war“.

1936 erhielt Schütz einen Ruf nach Königsberg und zog mit Frau und zwei Söhnen dorthin, wo noch zwei Töchter geboren wurden. Kurz vor Ende des Krieges siedelte die Familie nach Jena. Im Oktober 1946 wurde sie im Rahmen der Aktion Ossawakim in die Sowjetunion auf die Insel Gorodomlya deportiert, von wo sie erst 1952 wieder nach Jena zurückkehrte. Dort hatte Wilhelm Schütz bis zu seiner Emeritierung 1965 einen Lehrstuhl für Experimentalphysik inne. Lucy Schütz starb am 28. April 1995 in Meiningen.

*

Dieser Artikel basiert auf den Aufsätzen [3] und [4]. Ich danke Dorothea Roloff für die Überlassung vieler Aufzeichnungen, Briefe und Photographien zu ihrer Mutter Lucy Schütz, und Michel Janssen für die vorzügliche Zusammenarbeit an der ausführlichen Darstellung [4].

Literatur

- [1] L. Mensing, Z. Phys. **36**, 814 (1926)
- [2] L. Mensing und W. Pauli, Physik. Z. **27**, 509 (1926)
- [3] G. Münster, Physik Journal, Juni 2020, S. 30
- [4] G. Münster und M. Janssen, in: P. Charbonneau et al. (Hrsg.), Women in the History of Quantum Physics., Cambridge University Press, Cambridge 2025

Der Autor



Gernot Münster (FV Teilchenphysik/Theoretische und Mathematische Grundl. der Physik) war von 1990 bis 2019 Professor für theoretische Physik an der Universität Münster. Seine Arbeitsgebiete sind Quantenfeldtheorie und Statistische Feldtheorie. Darüber hinaus interessiert er sich für Physikgeschichte und ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirates des Zentrums für Wissenschaftstheorie an der Universität Münster.

Prof. Dr. Gernot Münster, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Straße 9, 48149 Münster