

Die Rezeption der Wellenmechanik und Schrödingers Reise nach Amerika im Winter 1926-27

Autor(en): **Meyenn, Karl von**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Gesnerus : Swiss Journal of the history of medicine and sciences**

Band (Jahr): **39 (1982)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-521367>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Rezeption der Wellenmechanik und Schrödingers Reise nach Amerika im Winter 1926/27

Von Karl von Meyenn

I.

Im Gegensatz zu den meisten Quantentheoretikern der 20er Jahre war Erwin Schrödinger ähnlich wie Albert Einstein ein Einzelgänger geblieben, der sich weder der Kopenhagener noch den Schulen von Göttingen und München anschließen mochte.

Außerdem gehörte Schrödinger einer älteren Physikergeneration an, welche in der klassischen Tradition aufgewachsen war und welche den Welle-Teilchen-Dualismus des Lichtes und die durch die ältere Quantentheorie aufgezwungenen Quantisierungsvorschriften nur mit Widerstreben akzeptierte¹. Als die Nachrichten über den berühmten Versuch von Arthur H. Compton nach Europa gelangten, der von den meisten Physikern als Bestätigung für die korpuskulare Natur der Lichtstrahlen angesehen wurde, schrieb er am 21. Juli 1925 kritisierend an Arnold Sommerfeld²:

«Sie haben mit [Walther] Bothe und [Hans] Geiger, und den fast noch schöneren Versuchen von Compton alles, was nach klassischen Wellen riecht, zu Grabe getragen? Sie werden mich unverbesserlich nennen, aber ich kann mich dazu noch nicht so schnell entschließen. Ich habe schon das Gefühl: da ist irgend etwas ganz, ganz anderes als man bisher gedacht ... Man müßte trachten diese leerlaufenden Räder zu entfernen, eine Theorie zu machen, welche die Wellenphänomene nur liefert, wenn sie wirklich da sind.»

Zu diesem Zeitpunkt hatte Werner Heisenberg diese neue Theorie bereits in den Händen, allerdings nicht in der Form, wie sie hier von Schrödinger gewünscht wurde.

In Zürich, wo Schrödinger schon seit dem Wintersemester 1921/22 wirkte, arbeitete er insbesondere mit Hermann Weyl und Peter Debye zusammen. Außerdem verband ihn ein freundschaftliches Verhältnis mit den Experimentalphysikern Edgar Meyer, Paul Scherrer und Richard Bär. Weniger sagte ihm dagegen das gesellschaftliche Leben der Stadt zu, wie auch aus folgendem Bericht hervorgeht, den er am 7. März 1925 Sommerfeld übermittelte²:

«[Meine Frau] ist heute auf dem Ball! Das ist bei uns etwas ganz unerhörtes, eigentlich ist es anachronistischer Weise ihr erster, da ihre Jungmädchenzeit in die Kriegsjahre fiel und auch nachher die Zeitläufte nicht darnach waren. Aufrichtig gesagt, hab ich's auch jetzt einen Blödsinn gefunden oder hätte jedenfalls ein Studentenkränzchen im deutschen oder österreichischen Stil lieber gehabt als so einen «feinen» Züricher Ball, wo die hiesige Geldaristokratie in Logen à 300 Fr. aufprotzt und man als simpler Professor misera plebs ist. Darum hab' ich sie auch unter den Fittichen von Meyer, Bärs und Scherrers allein gehen lassen.»

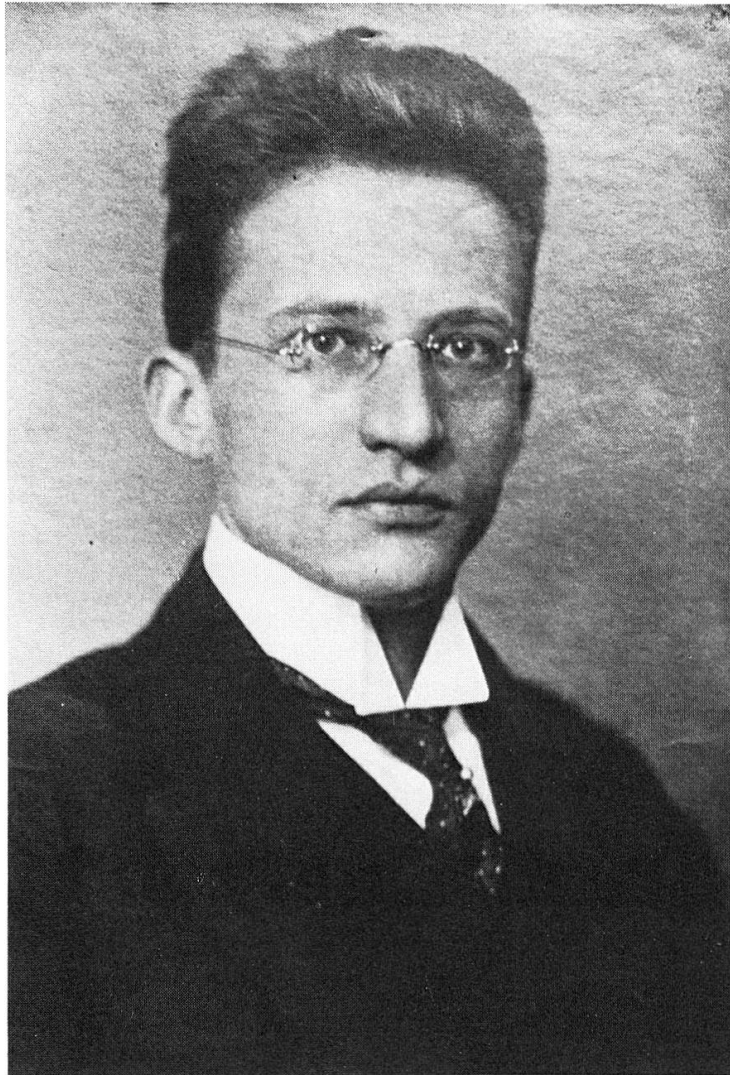


Abb. 1. Schrödinger als junger Assistent am II. Physikalischen Institut in Wien

Wahrscheinlich stellten sich schon damals erste Differenzen in Schrödingers Verhältnis zu seiner Frau Annemarie ein. Sie bewogen ihn später, sich

zeitweilig von ihr zu trennen und die Beziehung zu seinen ehemaligen Jugendbekanntschaften zu erneuern. Bemerkenswert ist, daß Schrödinger gerade zu diesem Zeitpunkt seine berühmte Wellenmechanik ausarbeitete.

Über die näheren Umstände, wie Schrödinger dann auf Louis de Broglies Idee der Materiewellen aufmerksam gemacht wurde und wie er daraus im Winter 1925/26 seine Wellenmechanik in kürzester Zeit entwickelte, wollen wir hier nicht eingehen; darüber wurde schon des öfteren berichtet³. Interessant ist aber, was Schrödinger ursprünglich über das «Verhältnis zu Heisenbergs» Theorie dachte. Am 22. Februar 1926 äußerte er sich darüber in einem Schreiben an Wilhelm Wien:

«Ich bin mit Geheimrat Sommerfeld von einer innerlich nahen Beziehung überzeugt. Sie muß aber ziemlich tief liegen, denn Weyl, der die Heisenbergsche Theorie gründlich studiert und selbst weiterentwickelt hat, ... sagt, er weiß das Verbindungsglied nicht zu finden. Deshalb hab' ich es aufgegeben, meinerseits zu suchen. Und das um so lieber, als mir der Matrixkalkül unerträglich war, lange bevor ich an meine Theorie auch nur entfernt dachte ... Jetzt hoffe ich natürlich fest, daß der Matrixkalkül, nach Aufsaugung seiner wertvollen Resultate, durch die Eigenwerttheorie wieder verschwinden wird ...»

Und einen Monat später, am 19. März, kommt Schrödinger nochmals auf diesen Punkt zurück:

Die Hoffnung, die ich ... aussprach, hat sich viel rascher erfüllt als ich dachte. Das Verhältnis zu Heisenberg ist nun restlos abgeklärt, und zwar in dem Sinn, daß, wer nicht will, nicht mit Matrizen rechnen braucht, weil die beiden Darstellungen vom rein mathematischen Standpunkt äquivalent sind.

Die Aufnahme der Wellentechnik in der Fachwelt erfolgte äußerst rasch, insbesondere auch weil die meisten Physiker mit den Matrizen damals nicht umzugehen vermochten. Paul Ehrenfest schrieb am 19. Mai 1926 aus Leiden:

«Ich bin einfach ganz fasziniert von der Theorie und von den wunderbaren neuen Gesichtspunkten die sie bringt. – Unsere kleine Gruppe hier steht jeden Tag seit zwei Wochen stundenlang vor der Tafel um sich in all den herrlichen Zusammenhängen einzuüben. *Jetzt* ist die Matrizen-Rechnung sehr hübsch weil mit einer faszinierenden Interpretation versehen. ... Selbstverständlich liege ich nun auch vor de Broglie platt auf dem Bauch ...»

Max Born kam damals gerade von einer Vortragsreise aus Amerika zurück und meldete sich sogleich am 14. April 1926 aus Göttingen mit folgenden Zeilen:

«Aber das Interessanteste ist zweifellos Ihre Arbeit in den Annalen der Physik. [Richard] Courant zeigt mir einen Brief von Ihnen, worin Sie sagen, daß diese neuen Gedanken sich irgendwie mit der Atommechanik von Heisenberg, [Pascual] Jordan und mir vereinigen lassen. Ich kann mir natürlich ungefähr denken, wie das geht ...»

Albert Einstein, der interessiert Schrödingers Arbeiten verfolgte, hatte anfangs noch einige Einwände.

«Sie schreiben von einem Bedenken Einsteins gegen mich und Heisenberg» heißt es in Schrödingers Brief (vom 11. Mai 1926) an Sommerfeld². «Es ist vermutlich dasjenige, das Einstein mir vor einiger Zeit brieflich mitgeteilt hat, beruht aber auf Irrtum, er hatte einfach die Differentialgleichung falsch in Erinnerung und dachte folgendes: wenn man zwei Systeme rein gedanklich zu *Einem* System zusammenfügt, ... so kämen – dachte er – als Energieniveaus des Gesamtsystems nicht alle additiven Verknüpfungen der Einzelniveaus heraus. Dieser Einwand wäre katastrophal, aber er trifft, wie gesagt, nicht zu ...»

Heisenberg, ebenfalls von einer Reise zurückgekommen, «und von dem besten Willen beseelt, ein neues Leben anzufangen und wieder etwas von Physik zu verstehen»,⁴ erkundigte sich am 9. April 1926 sogleich bei Jordan:

«Überlegen Sie sich, wie weit die Schrödingersche letzte Arbeit mit der Quantenmechanik identisch ist, und wie weit sie etwas anderes gibt; ich find' sie saumäßig interessant, ich hab' im Anschluß daran allerhand <Hoffnungen und Entwürfe>.»

Ende Juli berichtete Schrödinger in München im Beisein von Wilhelm Wien, Arnold Sommerfeld und Werner Heisenberg über seine neue Theorie. Aber gerade die von Schrödinger in Aussicht gestellte Rückkehr zu einer klassisch-kausalen Naturerklärung wurde bei dieser Gelegenheit durch Heisenberg zurückgewiesen:

«Vor ein paar Tagen hab' ich hier zwei Vorträge von Schrödinger gehört», schrieb er Jordan am 28. Juli, «und bin seitdem von der Unrichtigkeit der von Schrödinger vertretenen physikalischen Interpretation der Quantenmechanik felsenfest überzeugt. Daß Schrödingers Mathematik einen großen Fortschritt bedeutet, ist aber klar.»

Doch gerade gegen diese Auffassung reagierte Schrödinger äußerst empfindlich, weil er befürchtete, seine so erfolgreiche Theorie könnte lediglich als eine einfachere mathematische Beschreibung der Göttinger Matrizenmechanik verstanden werden. Desto mehr war er bestrebt, solche Folgerungen aus seiner Theorie zu ziehen, die sich nicht mit Hilfe der Matrizenmechanik gewinnen ließen.

Am deutlichsten wird das in seinem Briefwechsel mit Max Born sichtbar, dem er am 2. November 1926 aus Zürich schrieb⁵:

«Ich habe aber doch den Eindruck, daß Sie und andere, die im Wesentlichen Ihre Ansicht teilen, zu tief im Banne derjenigen Begriffe stehen (wie stationäre Zustände, Quantensprünge usw.), die sich in den letzten zwölf Jahren Bürgerrecht in unserem Denken erworben haben, um dem Versuch, aus diesem Denkschema wieder herauszukommen, volle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen ...

Sie halten, wenn ich recht verstehe, gewisse «Unstetigkeiten» im Naturlauf heute schon für erfahrungsmäßig über jeden Zweifel erhaben, *nicht mehr* für den Ausfluß unserer theoretischen Deutung des Naturlaufes. Es ist möglich, daß Sie recht haben, aber: halten Sie diese Frage wirklich schon für abgeklärt? Haben Sie bedacht, daß alle diese Experimente unter den mächtigen Auspizien eben jener Theorie begonnen und nie unter einem anderen Gesichtswinkel betrachtet worden sind als unter dem ihren – jener Theorie, welche jene «Unstetigkeiten» einigermaßen dogmatisch an den Anfang aller Überlegungen stellt? Und wenn man nun daneben noch weiß, daß der makroskopische Vorgang der *Resonanz*, der durch sehr ähnliche Gleichungen beherrscht wird, wie – von der *Deutung* abgesehen jedenfalls – das Atom, ... wenn man weiß, daß dieser Vorgang zu makroskopischen Unstetigkeiten von zu mindestens ähnlicher Art Anlaß gibt ...»

Born hatte damals gerade seine quantentheoretische Stoßtheorie veröffentlicht und bei dieser Gelegenheit die statistische Interpretation der Wellenfunktion eingeführt⁶. Der darin ausgedrückte Verzicht auf einen gesetzmäßigen Ablauf des Einzelvorgangs im atomaren Geschehen war ein weiterer Punkt, dem Schrödinger nicht zustimmen wollte. Born antwortete auf diesen Brief schon am 6. November:

«Ich gestehe Ihnen gern, daß ich beim Erscheinen Ihrer ersten Arbeiten so begeistert war, daß ich mit fliegenden Fahnen ins Lager der Kontinuumsphysik übergehen oder besser zurückkehren wollte; denn nach meinem ganzen Werdegang fühlte ich mich dahin gezogen, woher ich ausgegangen war, nämlich zu den stetigen, klaren Begriffsbildungen der klassischen Physik. Aber langsam mußte ich dies wieder aufgeben: ich sehe nicht, wie auf dem Wege der Annäherung an klassische Begriffe irgend etwas verständlich wird ... Ich selber lasse mich aber lieber durch mein Gefühl leiten, und das sagt mir, daß wir vorläufig ohne die «Quantenbegriffe» nicht durchkommen.»

Im September 1926 erreichte Schrödinger schließlich eine Einladung Bohrs zu einem Vortrag in Kopenhagen⁷. Im Beisein von Heisenberg entspann sich auch hier eine heftige Diskussion über die Interpretationsfrage der Quantentheorie, wodurch diese Angelegenheit zu einer vorrangigen Aufgabe für die weitere Forschung herausgestellt wurde. Doch Schrödinger selbst hat sich daran nicht mehr beteiligt, wahrscheinlich weil ihm selbst inzwischen erste Zweifel an seinem Standpunkt aufgekommen waren und wohl auch, weil er bereits kurz vor seiner ersten größeren Reise nach Amerika stand.

II.

Schon seit dem vergangenen Jahrhundert war es Brauch, daß hervorragende europäische Gelehrte im Auftrage ihrer Regierung oder einer Einladung zufolge wissenschaftliche Institutionen und Veranstaltungen in Amerika

aufsuchten. Trotz des sehr unterschiedlichen Niveaus der dortigen Forschungsbetriebe gab es schon damals zahlreiche vorzüglich ausgestattete Institutionen mit Gelehrten von Weltruf an ihrer Spitze. Ursprünglich war deren Organisation vorwiegend nach englischen Vorbildern ausgerichtet. Doch unter dem Eindruck des zunehmenden Erfolges der deutschen Wissenschaft in der letzten Jahrhunderthälfte, welcher zum großen Teil einer vorbildlichen Organisation zuzuschreiben war, wurden immer häufiger jetzt auch Gelehrte aus diesem Lande nach Amerika eingeladen.

Nicht alle Besucher hatten jedoch Verständnis für die Verhältnisse, die damals in diesem mächtigen, noch in der Entwicklung begriffenen Kontinent, herrschten. Als «Amerikanismus», bezeichnete man eine für den Amerikaner als typisch angesehene Geisteshaltung, der wegen ihrer auf das Praktische ausgerichteten Einstellung wenig Verständnis für europäische Kultur und Tradition nachgesagt wurde. Die Furcht vor einer «Amerikanisierung» der europäischen Kultur propagierte schon 1877 der einflußreiche Physiologe Emil Du Bois-Reymond in einer vielbeachteten Rede in Köln⁸. Andere wie Hermann von Helmholtz⁹, Ludwig Boltzmann¹⁰ und Wilhelm Wien¹¹ teilten zwar diese Auffassung, waren aber in ihren öffentlichen Äußerungen meist zurückhaltender.

Erst die ganz großen Erfolge der amerikanischen Physiker auch auf den Gebieten der neuesten Forschung brachten schließlich einen Umschwung¹². Viele Nachwuchskräfte, besonders aus dem Bereich der theoretischen Physik, zog es bereits in den 20er Jahren nach Amerika, wo ihnen attraktive Positionen offenstanden.

Kurz nach dem Ersten Weltkrieg war jedoch der internationale Verkehr mit den deutschen Wissenschaftlern durch den sog. «Boykott» der deutschen Wissenschaft stark eingeschränkt¹³. Sommerfeld war einer der ersten deutschen Physiker, die damals nach Amerika kamen und es sich deshalb zur Aufgabe machten, für die Wiederherstellung des angeschlagenen Ansehens der Deutschen zu werben. Im Anschluß an seine Vorlesungen in Wisconsin¹⁴ hielt er Vorträge an den benachbarten Universitäten von Minneapolis, Ann Arbor, Urbana und Chicago. Mitte Januar 1923 reiste er in den Westen nach Kalifornien, wo er in kurzer Zeit über 20 Vorträge hielt.

In diesen Jahren begann auch in Amerika das Interesse an der Atomphysik stark zuzunehmen. Besonders durch den Studienaufenthalt zahlreicher jüngerer Wissenschaftler und Studenten an den wichtigsten ausländischen Forschungszentren war man in den Vereinigten Staaten sehr gut über die Vorgänge auch in Europa unterrichtet. Schrödingers neue Arbeiten hatten

auf diese Weise sehr schnell in Amerika Beachtung gefunden, und so erhielt er schon zum Jahresende 1926 auf Betreiben von Charles E. Mendenhall eine Einladung zu Vorträgen an der 200 km nordwestlich von Chicago gelegenen Staatsuniversität von Wisconsin in Madison.



Abb. 2. Schrödinger in den 30er Jahren

Einen großen Teil seiner Reiseerlebnisse hat Schrödinger in einem Reisetagebuch festgehalten, welches, wie er sagte, aus «List, um sich zum regelmäßigen Aufschreiben anzuhalten», für eine Wiener Freundin angefertigt wurde¹⁵. Unabhängig hat auch Schrödingers Frau Annemarie, die ihn auf der Reise begleitete, ein sorgfältiges Tagebuch geführt¹⁶. Diese Aufzeichnungen erlauben uns, ein ziemlich genaues Bild über Schrödingers

Reiseroute und seine Aktivitäten in Amerika zu erhalten. Aufschlußreicher und interessanter aber sind die darin eingestreuten Bemerkungen und Beobachtungen im Verlauf dieser Reise.

Da es uns nicht möglich ist, hier auf eine detaillierte Schilderung der gesamten Reise einzugehen, wollen wir nur einige charakteristische Episoden herausgreifen, die Schrödingers gute Beobachtungsgabe, aber auch seine bissige Kritik an den vielen ungewohnten Eigenheiten des neuen Landes zeigen.

Nach Erledigung seiner letzten Vorlesungspflichten in Zürich war Schrödinger am 18. Dezember mit seiner Frau über Basel nach Paris gefahren und begab sich am 23. Dezember in Le Havre an Bord des französischen Passagierschiffes «De Grasse». Die Reise bis New York dauerte schon damals nur 10 Tage und gab Anlaß zu manchen kritischen Bemerkungen über die Passagiere.

«Die Mitreisenden sind nicht erbaulich», schreibt er, «ist *das* eine Musterkarte der modernen «Gesellschaft», die ich mir sonst vom Leibe halte? Der gallische Anstrich macht den Eindruck wohl noch ärger. Anstrich ist wörtlich gemeint. Oh diese Weiber! ... Unter den Männern herrscht das geist- und rücksichtslose «Will»-Gesicht vor ...»

Nach der ersten Reisewoche wird das Schiffsleben recht eintönig.

«Zu Tisch sitze ich mit zwei Französinen – beide reichlich über dem kanonischen Alter ... Solch' unappetitliche, seelenlose aufgequollene, enttäuschte Gefrieser sieht man anderswo selten.

Wie ängstlich und sorgsam halten die meisten Menschen ihr Privatleben, ihr innerstes Fühlen und Denken geheim. Wüßten sie, daß ihnen schon nach wenigen Jahren bewußten Lebens für jeden, der es zu lesen versteht, auf den Zügen geschrieben steht, was sie Böses und Gutes, Liebes und Häßliches getan und gedacht haben!»

Die Freiheitsstatue bei der Einfahrt in den Hafen von New York fand er «grotesk, fast komisch bis grausig», und er berichtet, ein Fahrgast habe erzählt, «daß kürzlich eine große Uhrenfirma sich angeboten habe, der Freiheitsstatue ein Uhrenarmband zu liefern.»

In der Ankunftshalle erwartete ihn ein alter Wiener Bekannter, der seit 1926 an der Hopkins University in Philadelphia wirkende Physiker Karl F. Herzfeld, und half ihm bei der Erledigung der Zollformalitäten. Fritz Paneth, damals in Ithaka zu Gastvorlesungen, besorgte ein «besonders feines Hotel», in dem «ein gigantischer elektrisch beleuchteter Christbaum» stand, welcher «fall nicht vom Sessel – mit seinen Lichterchen blinzelt und zwinkert ... wie eine Lichtreklame!», wie Schrödinger hier ironisch an-

merkte. Die Stadt selbst gefiel Schrödinger gar nicht. «Der Eindruck, den ich von New York in 26 Stunden gewann, war vollkommen niederschmetternd.» Von New York ging es mit dem Zug über Philadelphia nach Pittsbourgh und weiter nach Chicago.

Lobend äußerte sich Schrödinger über die große gegenseitige Rücksichtnahme der Mitreisenden, «was gewiß zu den netteren Seiten des amerikanischen Volkscharakters gehört.» Und weiter stellte er fest:

«Übrigens finde ich, daß leider gerade der Deutsche (besonders der nördliche Deutsche) sich in wenig vorteilhafter Weise von allen anderen Nationen unterscheidet. Man findet beim Deutschen die Sorge vorherrschend, sich dadurch in Mißkredit zu bringen, daß er sich zuviel gefallen läßt. Dem Engländer, Franzosen, Amerikaner merkt man ... viel mehr die Scheu an, nicht durch unanständiges Benehmen gegen einen seiner Mitmenschen bei den übrigen an Achtung einzubüßen.»

Am 2. Januar traf man in Madison ein. «Im Verhältnis zu allem früheren ein Paradies.»

Da die Aufzeichnungen für Nichtphysiker bestimmt waren, findet man leider kaum eine Bemerkung über den Inhalt seiner Vorlesungstätigkeit in der Universität. Erwähnt wird jedoch ein Dinner bei den Mendenhalls, zu dem über 80 Personen, Physiker, Chemiker und Mathematiker mit ihren Frauen geladen waren.

Am 22. Januar fand ein Kolloquium über neuere Quantentheorie statt, das auch von einigen auswärtigen Physikern wie George Eric Jauncey (St. Louis), John H. van Vleck (Minneapolis) und Frank C. Hoyt (Chicago) besucht wurde. Erwähnenswert ist der erste Eindruck, welchen der spätere Nobelpreisträger bei ihm hervorrief. In seinem Tagebuch drückt er sich unverblümt darüber aus:

«Van Vleck, Professorensöhnchen (Vater Mathematiker in Madison). Große Schnauze. Schmeißt mit der ganzen hohen Theorie um sich, tut klüger als er ist, darum ist letzteres schwer zu entscheiden. Ich glaube: gut funktionierender Verstand bei gleichzeitig recht beschränkten höheren geistigen Fähigkeiten.
(Sozusagen das Verkehrte von dem, was Frauen so oft besitzen: nicht unbedeutende geistige Fähigkeiten bei schlecht funktionierendem Verstand.)»

Später, als er ihm bei seiner Vortragsreise nach Minneapolis nochmals begegnete, schwächte Schrödinger jedoch sein hartes Urteil mit folgenden Bemerkungen ab: «In Minneapolis den jungen Van Vleck etwas näher kennengelernt und überzeugt, daß er ein lebenswürdiger, hypernervöser und urgenialer Karpfe ist.»

Schrödinger, der sich später anlässlich seiner Gastvorträge in Spanien extra ausbedungen hatte, an besonders heißen Tagen in kurzen Hosen und Hemd erscheinen zu dürfen, war natürlich erfreut, daß hier in Amerika in bezug auf Kleidung keine so strengen Vorschriften wie in England herrschten.

Dann finden wir noch einige Bemerkungen über das amerikanische Universitätswesen:

«Auch die Männer an der Universität klagen sehr über Überlastung mit täglicher Kleinarbeit, persönlicher Instruktion der Anfänger, die ihnen für die Wissenschaft wenig Zeit läßt. Übrigens <Universität>! Ihr beide [Schrödinger meint die beiden Schwestern, für die er das Tagebuch eigentlich schreibt] würdet in Madison <Universitätsstudentinnen> sein und in zwei oder drei Jahren den <Grad> eines baccalareus erwerben. Lyceum, Realschule, Tanzkurse, Handarbeitskurse, volkstümliche Universitätskurse usw., alles das ist hier mit der eigentlichen Universität vereinigt, die auf diese Weise etwa 8000 Hörer zählt. Es hat manchen Vorteil, z.B. dürfte solch elender Physikunterricht, wie er manchmal an unseren Mittelschulen erteilt wird, wohl nicht vorkommen, weil doch schließlich alles unter der Kontrolle des eigentlichen Universitätsinstitutes steht. Aber wenn die Leute wissenschaftlich auf die Höhe kommen sollen, werden sie wohl diese Fußfessel abstreifen müssen.»

In der Tat war diese Überschneidung der Kompetenzen von Hoch-, Fach- und Berufsschule ein großes Problem der amerikanischen Universitäten. Damals erschien eine kritische Studie über «Die Universitäten in Amerika, England und Deutschland» von dem bekannten amerikanischen Wissenschaftsorganisator Abraham Flexner, der auch das berühmte «Institute for Advanced Study» in Princeton ins Leben gerufen hatte, in der die Mängel der amerikanischen Hochschulen analysiert werden¹⁷. Dort liest man z. B., daß an der berühmten Columbia University in New York Doktorarbeiten mit dem Thema «Eine Analyse von Schälmessern, mit Berücksichtigung von Zeit und Materialverbrauch beim Kartoffelschälen» vergeben oder daß Vorlesungen über «Experimentelles und vergleichendes Kochen» angeboten wurden.

Die wirtschaftliche Abhängigkeit von den jeweiligen Geldgebern und die dadurch ausgelösten Rivalitäten der Universitäten untereinander waren die eigentliche Ursache dieser dem traditionsbewußten europäischen Besucher so seltsam anmutenden Verhältnisse.

Von Madison aus besuchte Schrödinger Anfang Februar noch die benachbarten Universitätsstädte Minneapolis, Iowa und Chicago, um auch dort Vorträge zu halten und, wie er belustigt bemerkte,

«die dort hängenden Würste abzuholen. – Wir haben uns nämlich darüber geeinigt, daß so eine Vortragstourné eines Europäers in diesen Staaten die größte Ähnlichkeit mit einem Hundewettrennen hat. Als Würste sind in den einzelnen Universitätsstädten Hundertdollarschecks aufgehängt. Die Kunst ist, sie sich zu holen, freundlich dazu mit dem Schwanz zu wedeln und sich doch nicht gar zu lang dabei aufzuhalten. Dies Mal ist es mir glänzend gelungen. Gestern früh um $\frac{1}{8}$ kam ich an, heute Nachmittag um $\frac{1}{2}$ 4 saß ich schon im Pullman nach Waterloo. In der Zwischenzeit von 32 Stunden hab' ich drei Mal gesprochen, das erste Mal gleich nach dem lunch, bei Tisch, dann zweimal im Hörsaal. Die Dessertrede war eine richtige Vergewaltigung. Ich sollte «über irgendetwas» reden. «Wie spricht der Hund?» machen. Furchtbar komisch. Dabei sind die Leute so schrecklich nett ...»



Abb. 3. Schrödinger beim Schachspiel mit seiner Tochter Ruth in Irland (1940)

Angesichts dieser Eindrücke war es nur natürlich, daß Schrödinger auf das offizielle Angebot von Mendenhall, den er als einen «freundlichen Instituts-papa» und «sehr feinen Kerl zwischen 50–60» charakterisierte, dauernd an der Universität von Madison zu bleiben, nicht eingehen mochte. Als eines der Motive erwähnte er bei dieser Gelegenheit zum erstenmal seine bevorstehende Berufung nach Berlin als Nachfolger von Max Planck.

Was Schrödinger aber am meisten in Amerika bemängelte, war das Fehlen eines einheitlichen Kulturkreises mit einer gemeinsamen historischen Vergangenheit.

«Es ist – wenigstens der Idee nach – ein gemeinsames Ideal, das diese verschiedenartigen Völker [Europas] umspannt und das dadurch allein Interesse und Wert hat, mag man es nun persönlich teilen oder nicht, mag man es für weiter lebensfähig oder für petrifiziert halten. – Dieses Land hier hat kein einigendes Kulturband, kein lebendes und kein totes Symbol seiner gemeinsamen Anbetung, es sei denn dieses: \$.»

Damit war auch das Ende seines Aufenthalts in Madison erreicht. Am 10. Februar verließen die Schrödingers Madison und erreichten am 17. Februar Pasadena in Kalifornien, wo sie zwei Wochen lang blieben. Vorher wurde noch von Williamson aus ein kurzer Abstecher zum Gran Cañon gemacht, den Sommerfeld besonders empfohlen hatte.

Das California Institute of Technology galt schon damals als eine der Hochburgen der amerikanischen Physik. Hendrik Antoon Lorentz war ebenfalls zu Vorträgen eingeladen und hatte sich bereits brieflich über die Stoffverteilung der geplanten Vorträge mit Schrödinger geeinigt. Demzufolge wollte Lorentz die Grundlagen der Wellenmechanik behandeln und so Schrödinger die spezielleren Fragen überlassen¹⁸. Die Vorlesungen fanden jeden Nachmittag vor etwa 60 Hörern statt.

«Ein bißchen Zeit und Ruhe muß ich mir Vormittag oder am frühen Nachmittag für die Vorlesungen nehmen, das ungewöhnliche Auditorium mit zwei Nobelpreisträgern für Physik in der ersten Reihe ist trotz aller Gemütlichkeit etwas verpflichtend. Dann liest Lorentz von 3 h 45 bis 4 h 45, dann eine Schale Tee, dann lese ich von 5 h–6 h. So geht der Tag hin.»

Besonders das Hören der Vorlesungen «des lieben alten Lorentz war jedesmal ein besonderer Genuß» für Schrödinger.

«Es ist so schön ihm zuzuhören, man fühlt sich sicher geführt und keinen Augenblick durch unvermeidliche Längen gelangweilt – wie sonst fast stets beim Vortrag eines Gegenstandes in mathematischer Behandlung.»

Merkwürdigerweise hat Lorentz bei dieser Gelegenheit eine längere Rechnung vorgeführt, in der er den Erweis bringen wollte, daß der für die Theorie des Elektronenspins so bedeutsame von Thomas berechnete Faktor $\frac{1}{2}$ falsch sei; ein Ergebnis, welches, obwohl es Schrödinger recht erfreulich fand, sich leider nicht bestätigt hat.

Unter den Hörern war neben Millikan und Lorentz auch Paul Epstein, der vor der Aufnahme seiner Tätigkeit in Pasadena zeitweilig in Zürich gewirkt hatte und ein guter Bekannter Schrödingers war. Von ihm bemerkte Schrödinger in seinem Tagebuch:

«Entpuppt sich überhaupt als die Seele von einem Menschen – einer der nettesten, bescheidensten, liebenswürdigsten Kumpane, die ich kenne.»

Samstag und Sonntag unternahmen die Schrödingers gemeinsam mit Epstein in dessen Auto Ausflüge in die schöne Umgebung nach Hollywood, ins Gebirge und zum Mt. Wilson Observatorium.

Besonders die steile Auffahrt zum Mt. Wilson bei schlechtem Wetter gehörte für Annemarie Schrödinger «zu den widerwärtigsten Dingen», die sie erlebt habe, und Schrödinger soll sich geweigert haben, die Abfahrt mit dem gleichen Bus anzutreten. So entschloß man sich schließlich für die Fahrt mit der Bergbahn, die den ungewohnten Europäern nicht weniger abenteuerlich vorkam.

Der Aufenthalt in Kalifornien hatte Schrödinger weitaus besser gefallen, und er bedauerte nur, daß er «nicht 5 Wochen hier, 2 Wochen im Mittelwesten sein konnte.» Am 4. März bestieg man wieder den Zug und fuhr diesmal die Strecke von Saltlake City über die Rocky Mountains nach Denver und Chicago ... Hier enden auch Schrödingers Aufzeichnungen.

Aus dem Reisebericht seiner Frau kennen wir aber auch die Stationen der weiteren Reise: Am 7. März Ankunft in Chicago und anschließend eine Fahrt nach Ann Arbor, Boston und Harvard. Weiter führte die Reise dann am 21. März nach Baltimore, wo sich ihnen wieder Herzfeld zugesellte und sie mit dem bekannten Experimentalphysiker Robert W. Wood bekannt machte. Woods Arbeiten zur Resonanzfluoreszenz müssen Schrödinger sehr beeindruckt haben, denn schon im Oktober 1927 hat er ihn auf ein Ersuchen des Komitees für den physikalischen Nobelpreis des Jahres 1928 vorgeschlagen¹⁹.

Einer der letzten Besuche vor der Rückreise galt dem physikbegeisterten Millionär Alfred L. Loomis, der sich unter der Anleitung von Wood ein



Abb. 4. Schrödinger im Gespräch mit C. G. Jung in Zürich

kostspieliges Laboratorium in der Nähe seiner Villa im prominenten Tuxedo Park erbaut hatte und gerne Schrödinger kennenlernen wollte.

Seine letzte Vorlesung hielt Schrödinger an der Columbia-University. Ende März trat er zusammen mit seiner Frau die Rückreise an. Eine anstrengende Reisetournee lag hinter ihm. Insgesamt 57 Vorträge hatte er in den drei Monaten an den verschiedenen Universitäten der Vereinigten Staaten von Amerika gehalten.

Seine anfängliche Abneigung gegen das Land war allmählich einem milderen Urteil gewichen. Besondere Begeisterung erregten bei ihm die letzten Überreste der indianischen Kultur, und mit großer Bewunderung schildert er ihre schönen Webarbeiten. Später hat sich Schrödinger selbst mit dem Weben von Teppichen befaßt; möglicherweise hatte er hier die Anregungen empfangen.

Daß die offene Kritik zum ureigensten Wesen Schrödingers gehörte, sollte sich bald auch in Berlin zeigen. Es wird berichtet, daß Schrödinger dort einem seiner Assistenten, der sich an einer Veranstaltung der Nationalsozialisten beteiligt hatte, mit einer starken Geste der Verachtung empfangen habe. Als auch er nach dem Weggang von Einstein 1933 Berlin verließ, ließ ihm Einstein am 13. Januar 1934 durch Hermann Weyl folgende Worte aus Princeton zukommen: «Ihnen soll ich einen herzlichen Gruß von Einstein ausrichten. Es hat ihn riesig gefreut, und er findet es sehr mutig von Ihnen, daß Sie den Seeräubern ihren Kram vor die Füße geworfen haben. Er möchte gerne, ... daß Sie dauernd herkommen.»

Anmerkungen

- ¹ Siehe hierzu J. Hendry: *The Development of Attitudes to the Wave-Particle Duality of Light and Quantum Theory, 1900–1920*. *Annals of Science* 37, 59–79 (1980). Schrödingers Abneigung gegen die Kopenhagener Schule der Quantentheorie äußerte sich auch in zahlreichen bissigen Randbemerkungen, die er in den ihm zugesendeten Schriften anbrachte.
- ² Brief aus dem Nachlaß von Arnold Sommerfeld. Deutsches Museum in München.
- ³ Siehe z. B. A. Hermann: «50 Jahre Wellenmechanik.» *N.Z.Z.* Nr. 288 vom 8. Dezember 1976. – V. V. Raman und P. Forman: *Why Was It Schrödinger Who Developed de Broglie's Ideas? Historical Studies in the Physical Sciences* 1, 291–314 (1969). – Linda A. Wessels: *Schrödinger's Route to Wave-Mechanics. Studies in the History and Philosophy of Science* 10, 311–340 (1979). – Eine detailliertere Rekonstruktion «On the history of early wave mechanics with special emphasis on the role of relativity» wurde von Helge Kragh versucht. Vgl. *Tekst* Nr. 23 (1979) *Imfufa*. Roskilde Universitets.
- ⁴ Aus Heisenbergs Schreiben an Jordan vom 4. und 9. April 1926.
- ⁵ Die im folgenden zitierten Briefe aus der Korrespondenz Schrödinger-Born werden in der Zentralbibliothek für Physik Wien aufbewahrt.
- ⁶ Siehe hierzu L. A. Wessels: *What Was Born's Statistical Interpretation? In: Philosophy of Science Association, East Lansing*. Vol. 2, 1981.
- ⁷ Vgl. hierzu Bohrs Schreiben vom 11. September 1926 an Schrödinger. Aus dieser Zeit stammt auch ein kleiner spöttischer Vers, den Schrödinger seinem Freund Fritz Kohlrusch widmete:

Kopenhagen 1926

An F. K.

Es sind nicht üble Sensationen
Kriegste für 'nen Vortrag sechshundert Kronen
Und wenn es gar noch dän'sche sind,
So freuste Dich als wie ein Kind.

Es darf Dich aber nicht genießen –
Mußt ihnen schon zugutehalten –
Wenn Sie nach Willkür, mit Dir schalten
Und Dein Atom noch weiter komplizieren.

(Aus Schrödingers Nachlaß im Besitz von Ruth Braunizer in Alpbach.)

- ⁸ Vgl. E. du Bois-Reymond: «Vorträge über Philosophie und Gesellschaft.» Hamburg 1974. Dort insbesondere S. 143 und 158.
- ⁹ Helmholtz besuchte im Sommer 1893 als Delegierter des Deutschen Reiches die Weltausstellung in Chicago und bereiste im Anschluß daran das Land. In einem Brief aus St. Louis vom 12. September 1893 schreibt Helmholtz an seine Tochter: «Überhaupt überrascht Amerika durch seine ungeheuren Dimensionen und die ungeheure Arbeit, die darin schon getan ist. Aber diese ist erst der kleinste Teil von derjenigen, die noch zu leisten ist ... Bisher ist alles noch höchst unfertig und erscheint zum Teil höchst unvernünftig und paradox ... was auch nicht zu verwundern ist bei einer Kultur, die mit dem elektrischen Licht und den Dampfmaschinen anfängt, während die Elemente der Kochkunst und andere einfachste Künste der Haushaltung und der Organisation aller gegenseitigen Hilfsleistungen der Menschen äußerst stümperhaft sind ...»
- ¹⁰ Ludwig Boltzmann, der dreimal in Amerika war, hat die Eindrücke seiner letzten Reise in der satirischen Schrift «Reise eines deutschen Professors ins Eldorado», Leipzig 1905, beschrieben. Siehe hierzu auch K. v. Meyenn: «Ludwig Boltzmann als Kritiker und Rezensent.» Internationales Boltzmann-Symposium in Wien im September 1981.
- ¹¹ Wilhelm Wien hielt im April 1913 sechs Vorlesungen über theoretische Physik an der Columbia University in New York, die auch als selbständige Schrift erschienen. In einem Brief an Schrödinger, der er ihm am 1. Mai 1927 nach dessen Rückkehr aus Amerika schrieb, heißt es: «Daß uns von Amerika Gefahr droht, habe ich schon seit Jahrzehnten gefürchtet. Aber weniger in der Richtung einer wirklichen Abhängigkeit in politischer Hinsicht, als in einer Amerikanisierung des ganzen Lebens, die ja jetzt in Europa unheimlich um sich greift.»
- ¹² Um 1910 gibt es in den USA bereits mehrere erfolgreich und selbständig arbeitende Gruppen. Theodor Lyman in Harvard entdeckte damals die Lyman-Serie. Owen W. Richardson und Karl I. Compton lieferten während ihrer Zeit in Princeton wichtige Beiträge zum Photoeffekt. Gilbert E. N. Lewis und Richard C. Tolman setzten sich mit der Einsteinschen Relativitätstheorie auseinander. 1905 kommt der durch seine Arbeiten zur kinetischen Gas-Theorie bekannte englische Gelehrte James Jeans aus England nach Princeton. Ausführliche Informationen über die Entwicklung der Physik in Amerika findet man bei D. J. Kevles: «The Physicists.» New York 1971.
- ¹³ Siehe hierzu Brigitte Schröder-Gudehus: «Isolation und Kooperation der nationalen scientific communities.» Einstein Symposium, Berlin 1979.
- ¹⁴ Nach Einstein genoß Sommerfeld damals höchstes Ansehen bei den amerikanischen Physikern. Für das Wintersemester 1922/23 erhielt er eine Einladung nach Madison, um dort die Carl-Schurz-Gedächtnisvorlesungen zu übernehmen, die dort 1911 von den deutschen Einwanderern gestiftet wurde.
- ¹⁵ Das 82 Seiten umfassende Reisetagebuch befindet sich im Besitz von Ruth Braunizer in Alpbach.

- ¹⁶ Das uns vorliegende Manuskript trägt die Überschrift «Unsere Amerika-Reise – 18. Dezember 1926 – 10. April 1927» und ist offensichtlich eine nachträglich überarbeitete Reinschrift. Dennoch ergänzen sich viele Angaben der beiden Tagebücher. Das mit vielen Bildern und Postkarten ausgeschmückte Manuskript wird in der Zentralbibliothek für Physik in Wien aufbewahrt.
- ¹⁷ Eine deutsche Übersetzung dieses Werks erschien 1932 in Berlin.
- ¹⁸ Vgl. das Schreiben vom 21. Januar 1927, das Lorentz von Pasadena aus an Schrödinger richtete. Das Original desselben befindet sich ebenfalls in der Zentralbibliothek für Physik der Universität in Wien.
- ¹⁹ Die entsprechende Korrespondenz in der Zentralbibliothek für Physik in Wien.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Materialien wurden freundlicherweise von Ruth Braunizer, Alpbach, G. Kerber, Zentralbibliothek für Physik in Wien, B. Glaus, Wissenschaftshistorische Sammlungen, ETH Zürich, R. Heinrich, Wissenschaftshistorische Sammlungen des Deutschen Museums in München sowie J. Heilbron und B. Wheaton, Office for History of Science, Berkeley, zur Verfügung gestellt. Frau Hofrätin Auguste Dick hat wichtige Hinweise für die Transkription des Schrödingerschen Manuskriptes gegeben.

Summary

Following the publication in the first half of 1926 of his four papers on quantization as an eigen value problem Schrödinger had been projected dramatically into the front line of the leading authorities among the atomic physicists of the 1920's. Cognizance of his new wave mechanics together with the prospect of a return to the classical ideals of physics spread extremely rapidly among the colleagues in the field producing differing reactions. When the equivalence proof of matrix- and wave mechanics threatened to relegate Schrödinger's achievement to the status of a more convenient calculation process there emerged a rivalry for the establishment of the superiority of one or other of these alternatives.

Interesting insights into the personal standpoints of the contenders are gained from the extant correspondence.

Fame brought the first invitation to America. Extracts from the diaries kept by Schrödinger and his wife Annemarie during this journey show him as an extreme and sharp critic of his surroundings.

Karl von Meyenn
Friedrichstrasse 10/IV
D-7000 Stuttgart 1