

ORDEN POUR LE MÉRITE  
FÜR WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE

REDEN UND GEDENKWORTE

FÜNFTER BAND

1962

VERLAG LAMBERT SCHNEIDER · HEIDELBERG

ERWIN SCHRÖDINGER

12. 8. 1887 – 4. 1. 1961



Erwin Schrödinger

*Gedenkworte für*

ERWIN SCHRÖDINGER

*von*

*Werner Heisenberg*

---

Erwin Schrödinger hat nur kurze Zeit zu dem Kreise gehört, der heute hier versammelt ist. Er hat meines Wissens niemals an unseren Sitzungen teilgenommen, da er in diesen letzten Jahren schon körperlich zu sehr behindert war. Trotzdem hat er in gewisser Weise die Eigenart dieses Kreises sogar besonders deutlich repräsentiert durch die Art, wie er wissenschaftliche und künstlerische Interessen verband, und wie seine wissenschaftliche Arbeit bei aller Strenge und Gründlichkeit doch immer auch durch künstlerische Impulse bestimmt war.

Erwin Schrödinger wurde am 12. August 1887 als Sohn eines für alles Geistige aufgeschlossenen Kaufmanns in Wien geboren. Er ist in der alten Kaiserstadt aufgewachsen und dort im humanistischen Gymnasium erzogen worden. Auch in viel späteren Jahren, als er längst seine Heimatstadt verlassen hatte,

konnte man an dem leichten Wiener Tonfall in der Stimme, an der charmanten Liebenswürdigkeit, der immer eine Spur Zurückhaltung und Resignation beigemischt war, seine Herkunft aus Wien unverwechselbar erkennen. Auch die Studentenzeit verbrachte er zum großen Teil in der österreichischen Hauptstadt, wo er als Schüler von Hasenöhrl und Boltzmann die mathematischen Methoden der Physik aufs gründlichste studierte. Er habilitierte sich noch in Wien, konnte aber dann, wie so viele andere bedeutende österreichische Gelehrte, der großen Anziehungskraft des in Deutschland pulsierenden wissenschaftlichen Lebens nicht widerstehen und kam 1920 als akademischer Lehrer zuerst nach Jena, dann nach Stuttgart und Breslau, und wurde schon 1921 als Nachfolger Max von Laues nach Zürich berufen. Dort blieb er sechs Jahre, bis er 1927, nun schon ein berühmter Physiker, den Ruf an die Universität Berlin annahm.

Über diese erste Periode seines wissenschaftlichen Schaffens sprach er bei seinem Eintritt in die Preußische Akademie der Wissenschaften in folgenden Sätzen, die für seine Einstellung zur Physik und zur Wissenschaft überhaupt recht charakteristisch sind. »Das alte Wiener Institut«, so sagte er, »dem Ludwig Boltzmann erst kurz zuvor auf tragische Weise entrissen worden war, das Haus, wo Fritz Hasenöhrl und Franz Exner wirkten und viele andere von Boltzmanns Schülern aus- und eingingen, vermittelte mir ein unmittelbares Einfühlen in die Ideen dieses gewaltigen Geistes. Sein Ideenkreis spielt für mich die Rolle der wissenschaftlichen Jugendgeliebten, kein anderer hat mich wieder so gepackt, keiner wird es wohl jemals tun. Der modernen Atomtheorie« – er meinte damit die Quantentheorie Plancks und Bohrs – »kam ich nur sehr langsam näher. Ihre inneren Widersprüche klangen wie kreischende Disso-

nanzen an der reinen, unerbittlich klaren Gedankenfolge Boltzmanns gemessen. Eine Zeitlang ergriff ich förmlich die Flucht und rettete mich, angeregt durch Exner und Kohlrausch, ins Gebiet der Farbenlehre. Mancher eigene und mancher fremde Versuch in der Atomtheorie, durch radikalste Abänderung wenigstens wieder zur Klarheit zu kommen, wurde geprüft und verworfen. Erst de Broglies Gedanke der Elektronenwellen, den ich dann zur ondulatorischen Mechanik ausbaute, gewährte eine gewisse Erleichterung. « Aber bevor ich auf die hier von Schrödinger angedeutete wissenschaftliche Entwicklung eingehe, sollte ich doch noch einige Worte über seine Versuche zur Farbenlehre sagen. Daß es nur ein Ausweichen war, wie er selbst meint, in Gebiete der Physik, die nicht so undurchdringbar dunkel schienen wie die Atomlehre, möchte ich nicht glauben. An dieser Stelle wurde vielmehr seine künstlerische Neigung lebendig. Er hatte Freude an der Farbe, nicht primär an der objektiven physikalischen Erscheinung, sondern an der Farbe als dem frohen Spiel der Sinne, und es beglückte ihn, der unmittelbar erlebten sinnlich wahrnehmbaren Welt wissenschaftlich nachgehen zu können. Sein Problem war die Farbenmetrik, d. h. das messende Vergleichen der Helligkeit verschiedener Farben, und dabei spielen nicht nur physikalische sondern auch physiologische Fragen eine wichtige Rolle. Aber schon wenige Jahre später zog es ihn wieder zurück in die Atomphysik.

Er kannte die Bohr-Sommerfeldsche Theorie des Atombaus mit ihren unauflösbaren inneren Widersprüchen genau, schrieb auch eine sehr geistvolle Arbeit über die sogenannten Tauchbahnen der Elektronen im Rahmen dieser Theorie, blieb aber doch von solcher Physik zutiefst unbefriedigt. Da lernte er 1925 die Gedanken de Broglies kennen, der den am

Licht beobachteten Dualismus zwischen Wellen- und Korpuskularvorstellung auch auf die Materie zu übertragen versuchte. In diesem Zusammenhang hatte de Broglie schon bemerkt, daß die Bohr-Sommerfeldsche Quantenbedingung als eine Aussage über die Zahl der Wellenlängen interpretiert werden kann, die auf einer Umlaufbahn des Elektrons Platz haben. Schrödinger erkannte – und hier kam ihm wohl seine lange Bekanntschaft mit Schwingungsproblemen aus seiner Beschäftigung mit der Farbenlehre zustatten –, daß diese Vorstellung den Gedanken an ein wellentheoretisches Eigenwertproblem nahelegte. Er erinnerte sich an die schönen Untersuchungen Hamiltons über die mathematischen Analogien zwischen klassischer Mechanik und Optik, und es gelang ihm, in erstaunlich kurzer Zeit zur mathematischen Formulierung der Wellenmechanik vorzudringen, die sich seither als das wirksamste Instrument zur theoretischen Behandlung von Atomproblemen erwiesen hat. Viele schwierige quantentheoretische Fragen, z. B. die Berechnung der stationären Zustände des Heliumatoms, konnten mit Hilfe der Schrödinger-Gleichung mit großer Genauigkeit gelöst werden. Er konnte zudem noch zeigen, daß seine Wellenmechanik mathematisch äquivalent war mit der sogenannten Quantenmechanik, die aus ganz andersartigen Vorstellungen entstanden war, und damit hatte er schließlich eine vollständige und befriedigende mathematische Beschreibung des Aufbaus der Atomhülle gewonnen. Ich erinnere mich gut daran, wie begeistert wir damals waren, daß mathematische Probleme, die bis dahin unüberwindliche Schwierigkeiten zu bereiten schienen, mit den Schrödinger-Methoden beinahe mühelos gelöst werden konnten.

Durch diese enormen Erfolge ermutigt glaubte Schrödinger

eine Zeitlang, es werde möglich sein, den scheinbaren Dualismus zwischen Wellen und Teilchen aus der Atomphysik ganz zu verbannen. Er gab daher der Wellenmechanik eine anschauliche Deutung, bei der überall die Materiewelle an die Stelle des Elektrons trat, und die viele Fragen der Atomphysik in einem neuen Lichte erscheinen ließ. Trotz der zahlreichen Experimente, in denen man Elektronen und Lichtquanten sozusagen unmittelbar sehen kann, wagte Schrödinger den in seiner Kühnheit großartigen Versuch, Elektronen und Lichtquanten völlig aus der Physik auszuschließen und nur von Wellenbewegungen und Wellengruppen oder Wellenpaketen zu sprechen. Dieser allzu gewagte Vorstoß aber konnte doch nicht gelingen und führte für Schrödinger zu einer gewissen Enttäuschung; denn die weitere Entwicklung zeigte, daß der Begriff des Teilchens, des Quants und des Quantensprungs doch aus der Atomphysik nicht beseitigt werden kann, wenn man den Phänomenen nicht Gewalt antun will. Ich erinnere mich an leidenschaftliche und über viele Tage und Nächte ausgedehnte Diskussionen zwischen Niels Bohr und Schrödinger in Kopenhagen im Herbst 1926, in denen die tiefliegenden Schwierigkeiten der Atomtheorie unerbittlich bis in die feinsten Einzelheiten durchgesprochen wurden und in denen Bohr nicht eher ruhte, als bis der Kern des Problems bloßgelegt war. Einmal rief Schrödinger ganz erregt und verzweifelt: »Wenn es doch bei dieser verdammten Quantenspringerei bleiben soll, dann bedauere ich, mich überhaupt mit Atomphysik beschäftigt zu haben!«, worauf Niels Bohr antwortete: »Aber wir anderen sind Ihnen doch so dankbar dafür, daß Sie es getan haben, denn dadurch haben Sie so unendlich viel zur Klärung dieser schrecklich schwierigen Probleme beigetragen.« Die Enttäuschung darüber, daß an dieser Stelle die anschauliche



Klarheit und Durchsichtigkeit der klassischen Physik nicht erreicht werden kann, hat Schrödinger nie ganz verwunden, und er hat sich auch in späteren Jahren nie ganz mit der philosophischen Interpretation der Atomlehre abgefunden, die damals in Kopenhagen entwickelt wurde. Zum Beispiel sagte er bei seiner Antrittsrede in Berlin im Jahr 1929: »Wir sind noch ziemlich weit entfernt von einem wirklichen Begreifen des durch die Wellenmechanik einerseits, durch die Quantenmechanik andererseits angebahnten Naturverständnisses.« Und bei dieser Meinung ist er wohl im wesentlichen geblieben. Aber er nahm doch an der weiteren Ausgestaltung der Quantentheorie regsten Anteil. Besonders intensiv beschäftigte er sich mit dem Zusammenhang zwischen Quantentheorie und Relativitätstheorie, der in den dreißiger Jahren zu einem zentralen Thema der theoretischen Physik wurde. Den Einsteinschen Gedanken einer einheitlichen Feldtheorie versuchte er mit den Grundtatsachen der Atomtheorie und der Wellenmechanik zu verknüpfen, und brachte dabei interessante mathematische Zusammenhänge zwischen verschiedenen Arten von Wellenfeldern ans Licht. Leider konnte er diesen Untersuchungen nicht mehr lange ungestört nachgehen.

Die politischen Unruhen in Mitteleuropa seit 1933 störten auch Schrödingers wissenschaftliche Tätigkeit empfindlich. Er verließ die Universität Berlin, wo er seit 1927 gelehrt hatte, und unterrichtete in den folgenden Jahren in Graz, Oxford und Dublin. Leider hat er an keiner dieser Stellen wieder eine so bedeutende wissenschaftliche Aktivität entfalten können wie in Berlin. Erst im Frühjahr 1956 kehrte er als fast 70jähriger in seine Vaterstadt Wien zurück, wo er am 4. Januar 1961 gestorben ist.

Schrödinger war kein enger Fachgelehrter, seine Interessen

gingen weit über den Bereich der Physik hinaus. Er sprach mit gleicher Leichtigkeit Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch, und er konnte etwa die Fragmente des Heraklit im Urtext lesen. Die europäische Kunst, Literatur und Philosophie waren ihm im gleichen Maße vertraut. Diese weiteren Interessen haben ihren Niederschlag in einer Reihe von Büchern und Aufsätzen gefunden, die an einen großen Kreis gerichtet sind. »Naturwissenschaft und Humanismus«, »Was ist Leben«, »Die Natur und die Griechen«, »Die physikalische Grundlage des Bewußtseins«. Schrödinger war zwar kein Philosoph im eigentlichen Sinne, aber er war ein durchaus philosophischer Kopf, der neben den Problemen seiner Fachwissenschaft die großen Zusammenhänge sah, und der in die Tiefen vorzudringen suchte, in denen die Substanz dieser Zusammenhänge sichtbar wurde. Schon an der Leidenschaft, mit der er hier Stellung bezog, spürte man die philosophischen Quellen, aus denen seine wissenschaftliche Aktivität gespeist wurde. Ich zitiere ein paar Stellen aus den Vorlesungen, die er im Jahr 1956 am Trinity-College in Cambridge gehalten hat und die später unter dem Titel »Geist und Materie« auch in deutscher Sprache erschienen sind.

Er fragt dort an einer Stelle nach der Entstehung des Bewußtseins im biologischen Prozeß der Selektion, des Bewußtseins als eines Attributs nur des menschlichen Geistes. Mit der rationalistischen Interpretation ist er ganz und gar unzufrieden. »Sollen wir uns«, so fragte er, »nun bereit finden zu glauben, daß diese ganz spezielle Wendung in der Entwicklung der höheren Tiere, diese Wendung, die füglich auch hätte unterbleiben können, notwendig war, damit die Welt sich selbst im Lichte der Bewußtheit aufleuchte. Wäre sie ohne das ein Spiel vor leeren Bänken geblieben, für niemanden vorhanden und

darum recht eigentlich nicht vorhanden – das scheint mir der Bankrott eines Weltbildes.« Er spricht dann über Spinoza und fährt fort: »Wir stoßen auf den kühnen Gedanken einer Allbeseelung, freilich nicht zum ersten Male. Schon zweitausend Jahre zuvor hatte dieser Gedanke der ionischen Philosophenschule (Thales, Anaximander, Anaximanes) den Beinamen der Hylozoisten eingetragen. Nach Spinoza hat der geistvolle Gustav Theodor Fechner sich nicht gescheut, die Pflanzen zu beseelen, die Erde als Weltkörper und die Sterne. Ich stimme diesen Phantasien nicht zu, aber ich möchte nicht darüber zu Gericht sitzen, wer der tiefsten Wahrheit näher kam, Fechner oder die Bankrotteure der Rationalistik.« Noch eine Stelle möchte ich zitieren, die sich auf das Verhältnis von Naturwissenschaft und Religion, und zwar speziell auf den Atheismus der Naturwissenschaft bezieht und die wohl auch für seine erkenntnistheoretische Position sehr charakteristisch ist. Schrödinger sagt dort: »Nur kurz will ich den notorischen Atheismus der Naturwissenschaft erwähnen. Wieder und wieder erfährt die Naturwissenschaft diesen Vorwurf, aber zu Unrecht. Der persönliche Gott kann in einem Weltbild nicht vorkommen, das nur zugänglich geworden ist um den Preis, daß man alles Persönliche daraus entfernt hat. Wir wissen, wenn Gott erlebt wird, so ist das ein Erlebnis genau so real wie eine unmittelbare Sinnesempfindung oder wie die eigene Persönlichkeit. Wie diese *muß* er im raum-zeitlichen Bilde fehlen. ›Ich finde Gott nicht vor in Raum und Zeit‹, so sagt der ehrliche naturwissenschaftliche Denker. Und dafür wird er von denen gescholten, in deren Katechismus geschrieben steht ›Gott ist Geist.‹«

Aber einzelne Abschnitte aus dem von Schrödinger Geschriebenen können kaum genügen, um ein wirklich deutliches Bild

von dem Menschen zu zeichnen, der sie formuliert hat. Auch wird man mit Recht einwenden können, daß diese philosophischen Gedanken nicht das wesentliche an Schrödingers wissenschaftlicher Leistung ausmachen, daß er primär eben doch ein bedeutender Physiker war. Aber wenn Schrödinger einmal mit der Schaffung der Wellenmechanik entscheidend in die Geschichte der modernen Naturwissenschaft eingegriffen, wenn er ihr eine neue und überraschende Wendung gegeben hat, deren Konsequenzen wir auch jetzt noch nicht überall überschauen können, so war das sicher nur dadurch möglich, daß er auch die ganz in der Tiefe liegenden Zusammenhänge kannte und ihnen an einigen Stellen rationale Form geben konnte. Und eben das ist ja in gleicher Weise die Aufgabe des Gelehrten wie des Künstlers.