

ORDEN POUR LE MÉRITE
FÜR WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE

REDEN UND GEDENKWORTE

DREIZEHNTER BAND

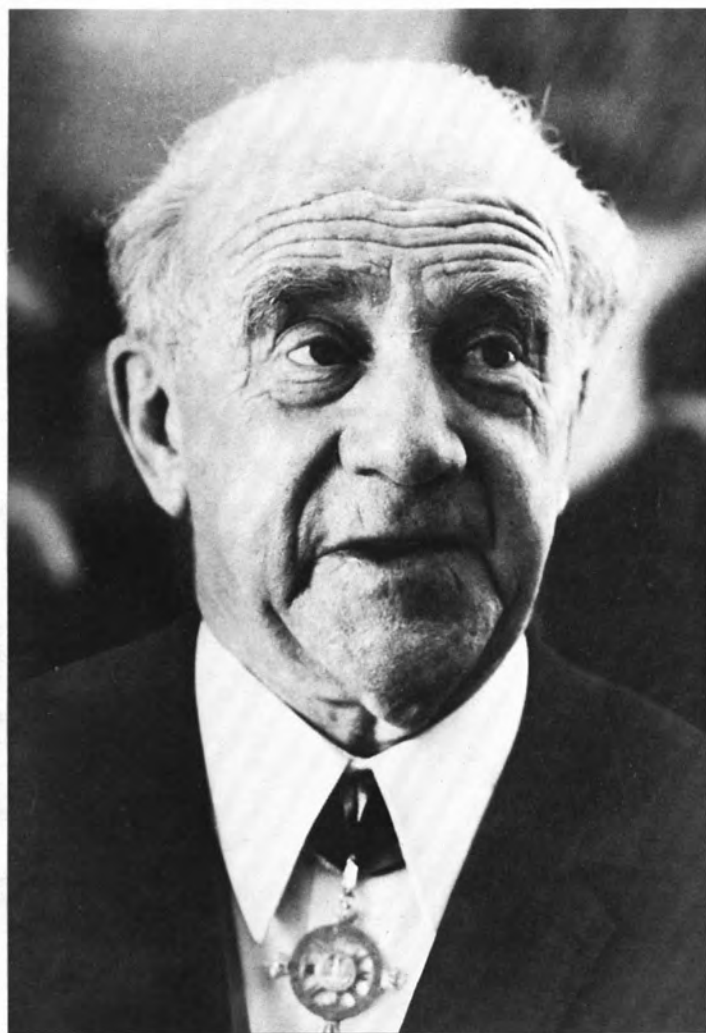
1976/77

VERLAG LAMBERT SCHNEIDER · HEIDELBERG

GEDENKWORTE

WERNER HEISENBERG

5. 12. 1901 – 1. 2. 1976



Heisenberg

Gedenkworte für

WERNER HEISENBERG

von

C. F. von Weizsäcker

»So ist die heutige Naturwissenschaft mehr als die frühere durch die Natur selbst gezwungen worden, die alte Frage nach der Erfäßbarkeit der Wirklichkeit durch das Denken aufs neue zu stellen und in etwas veränderter Weise zu beantworten. Früher konnte das Vorbild der exakten Naturwissenschaft zu philosophischen Systemen führen, in denen eine bestimmte Wahrheit – etwa das ›cogito, ergo sum‹ des Cartesius – den Ausgangspunkt bildete, von dem aus alle weltanschaulichen Fragen angegriffen werden sollten. Die Natur hat uns jetzt aber in der modernen Physik aufs deutlichste daran erinnert, daß wir nie hoffen dürfen, von einer solchen festen Operationsbasis aus das ganze Land des Erkennbaren zu erschließen. Vielmehr werden wir zu jeder wesentlich neuen Erkenntnis immer wieder von neuem in die Situation des Columbus kommen müs-

sen, der den Mut besaß, alles bis dahin bekannte Land zu verlassen in der fast wahnsinnigen Hoffnung, jenseits der Meere doch wieder Land zu finden.«

Werner Heisenberg hat 1934 in einem Vortrag über Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft – gehalten zur Abwehr zeitgenössischer Angriffe auf die Relativitätstheorie und die Quantentheorie – mit diesen Sätzen das Pathos der theoretischen Physik des ersten Drittels unseres Jahrhunderts formuliert. Es sei mir erlaubt, diesen Nachruf, nach einer kurzen Erinnerung an die bekannten Daten seines Lebens und seiner physikalischen Entdeckungen, als eine Auslegung der in den zitierten Sätzen enthaltenen Philosophie vorzutragen.

Am 5. Dezember 1901 in Würzburg geboren, wuchs Werner Heisenberg als Professorensohn in München auf. Arnold Sommerfeld führte ihn dort in die neue Atomphysik ein, die Göttinger Schule – Max Born im Schatten David Hilberts – in die strengere Mathematik, Niels Bohr in Kopenhagen in das, was Heisenberg später eigentlich als Physik bezeichnete: die nicht ruhende Vergegenwärtigung der Grundfragen im Unterschied zur bloßen Anwendung von Methoden. 1925 gelang ihm der Durchbruch zur mathematischen Fassung der Quantenmechanik, 1927 die Überführung des erfolgreichen formalen Apparats in verstandene Physik durch die Unbestimmtheitsrelation. 1927 wurde er Professor der theoretischen Physik in Leipzig, 1942 Direktor am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik in Berlin-Dahlem. 1946 wurde das Institut als Max-Planck-Institut für Physik unter seiner Leitung in Göttingen neu eröffnet, 1958 zog es nach München um. Heisenbergs physikalische Arbeit seit 1927 war teils den Anwendungen der Quantentheorie, teils dem Weg zur unvollendeten einheitlichen Feldtheorie gewidmet. Die Anwendungen führten, zumal über die Atom-

energie, auch in die Probleme der Politik, denen Heisenberg sich aktiv stellte. Die Bemühung um die einheitliche Feldtheorie erfüllte die letzten zwei Jahrzehnte seines Lebens. Am 1. Februar 1976 ist er in München gestorben.

An der direkten philosophischen Bedeutung der Physik unseres Jahrhunderts hat Heisenberg nie gezweifelt. »Columbus, der den Mut besaß, alles bis dahin bekannte Land zu verlassen in der fast wahnsinnigen Hoffnung, jenseits der Meere doch wieder Land zu finden.« Es ist offensichtlich, daß Heisenberg in der Emotion dieses Satzes von sich selbst spricht. Ich möchte, wie es einem Nachruf entspricht, den Satz zuerst auf seine Person hin auslegen. Eben einer so beschaffenen Person aber – so werden wir sehen – konnte eine der großen Rollen in dem noch unvollendeten Drama der Physik unseres Jahrhunderts zufallen – man darf vielleicht sagen, die erste Heldenrolle des dritten Akts und eine tragische Rolle des vierten Akts. Wir werden Heisenbergs Satz dann objektiv, als Ausdruck einer wissenschaftsgeschichtlichen und philosophischen Wahrheit lesen müssen, um die innere Bewegung dieses Dramas zu verstehen.

»... in der fast wahnsinnigen Hoffnung ...« – das sind die persönlichsten Worte des Satzes. Hoffnung: jeder, der Werner Heisenberg kannte, wußte, daß er ein Optimist war, ein Mann, der sein praktisches Leben vom Optimismus her lebte. Optimismus trug seinen persönlichen Erfolg und befähigte ihn, gemeinsame Unternehmungen zum glücklichen Ende zu führen. Optimismus konnte ihn auch zur Unterschätzung von Widerständen und von Entwicklungsdauern der Ereignisse verführen; die Krisen seines Lebens waren Krisen eines an stärkeren Wirklichkeiten scheiternden unnachgiebigen Optimismus. Aber Hoffnung ist mehr als Optimismus. Optimismus bringt Erfolg im vertrauten Gelände, die »fast wahnsinnige Hoffnung«, die sein Leben be-

stimmte, traut dem großen Glück die Führung zum Land jenseits der Meere zu. Hier erklärt sich, in diesem unbeugsamen und zugleich von Grund aus gütigen Menschen, die Verbindung des großen Ehrgeizes mit der tiefen Bescheidenheit. In jungen Jahren wies er mich auf die Worte des Bischofs Nikolas in Ibsens »Kronprätendenten« hin: »Wer ist der große Mann? Der glückliche.« Glücklich heißt hier natürlich glückhaft, nicht erfreut, lucky, nicht happy (heldig, nicht lykkelig). Auch die Worte »fast wahnsinnig« sind erlebt. Sie bezeichnen objektiv gewiß die Unwahrscheinlichkeit des Glücks, aber auch subjektiv die Nähe der Kreativität zum Wahn. »Man kann einmal in den Abgrund sehen; im Abgrund leben kann man nicht«, erwiderte er, als ich, ein ungeduldiger Schüler, ihn zu weiteren Konsequenzen seiner Erkenntnisse drängen wollte.

Was war für die Physiker am Anfang des 20. Jahrhunderts »alles bis dahin bekannte Land«? Es war, um ein Wort von Niels Bohr zu zitieren, der »bewunderungswürdig zusammengefügte Kreis von Vorstellungen« der klassischen Physik. Die klassische Physik war nicht nur eine spezielle Theorie, neben der man sich, wie heute üblich, andere als ebensogut möglich dachte; sie war vielmehr ein geglaubtes Weltbild. Objektive Dinge im objektiven Rahmen von Raum und Zeit, Körper, Felder, vielleicht Massenpunkte – das war die Wirklichkeit. Wer die Gesetze verstand, denen diese Objekte genügen müssen, der verstand die sinnlich gegebene Welt. Heisenberg deutet in den eingangs zitierten Sätzen diese exakte Wissenschaft als das Vorbild deduktiver philosophischer Systeme. Historisch hat Descartes eine Philosophie gesucht, die strenger wäre als die Physik und die geeignet wäre, die Physik selbst noch zu begründen. Aber Heisenbergs Bild des historischen Zusammenhangs ist gleichwohl richtig. Descartes ist durch das Vorbild der soeben als

möglich erkannten mathematischen Naturwissenschaft zu seiner Reform der Philosophie angeregt worden, und Descartes hat die vorbildliche Rolle der Mathematik auch für die antike Philosophie richtiger gesehen als die meisten Philosophen. Heisenberg aber, selbst ein Meister der mathematischen Naturwissenschaft, verwirft grundsätzlich den cartesischen Glauben an die Möglichkeit eines fundamentum inconcussum. Was bringt ihn dazu?

»Die Natur selbst« hat uns »gezwungen«. »Die Natur hat uns jetzt ... aufs deutlichste daran erinnert, daß wir nie hoffen dürfen, von einer solchen festen Operationsbasis aus das ganze Land des Erkennbaren zu erschließen.« Wie aber kann die Natur uns zu philosophischen Thesen zwingen?

Lassen wir den ersten Akt, Einsteins Relativitätstheorien, für heute beiseite. Besinnen wir uns auf den zweiten Akt, die Eröffnung des Quantenrätsels durch Planck, Einstein, Bohr, und den dritten Akt, die Lösung des Rätsels, an der neben Heisenberg wiederum Bohr, ferner Born und Jordan, de Broglie und Schrödinger, Pauli und Dirac beteiligt waren. Schon diese Fülle von Namen zeigt, daß es sich hier nicht um die vielleicht subjektiven Gedanken einer Person handelte, sondern um die Erschließung eines entdeckten Landes. Um im Gleichnis des Columbus zu bleiben: Man brauchte Mut und fast wahnsinnige Hoffnung, um sich in drei Caravellen westwärts über den Atlantik zu wagen. Aber wenn die Caravellen nicht vor der Zeit umkehrten oder untergingen, so mußten sie auf den amerikanischen Kontinent stoßen, einerlei, was sich ihre Insassen subjektiv gedacht hatten; das wissen wir im nachhinein. Die Quantenmechanik bewährte sich durch ihren, man darf sagen maßlosen Erfolg. Ihre Grundlagen lassen sich einem mathematisch gebildeten Leser auf einer Druckseite mitteilen; die Menge

empirischer Bewährungen ihrer Vorhersagen mag sich heute wohl auf eine Milliarde belaufen; ein standfestes empirisches Gegenbeispiel ist bis heute nicht aufgetaucht. In der Quantenmechanik aber kommen die objektiven Dinge der klassischen Physik nicht vor. Die Unbestimmtheitsrelation besagt gerade, daß die Quantenmechanik frei von Widersprüchen ist, wenn man auf die Annahme der Existenz dieser objektiven Dinge verzichtet.

Welches Bild tritt aber an die Stelle des klassischen Weltbilds? Man wird antworten müssen: gar kein Bild, sondern ein veränderter Sinn des Wortes Wirklichkeit. Die philosophischen Probleme, die hier auftreten, sind nicht gelöst. Hier ist der Abgrund, auf den Heisenberg in seiner vorhin zitierten Antwort objektiv wies. Heisenberg hatte aber ein sicheres Empfinden für den Ort dieses Abgrunds. Stets etwas gleichnishaft hat er davon gesprochen, etwa am Ende eines Buchvorworts¹ 1942: »Der Verfasser ist überzeugt, daß diese Situation – als eines von vielen Anzeichen einer sich wandelnden Zeit – eine tiefgehende Veränderung in der Struktur der ganzen Wirklichkeit ankündigt; wobei mit dem Wort Wirklichkeit die Gesamtheit der Zusammenhänge bezeichnet wird, die sich zwischen dem formenden Bewußtsein und der Welt als seinem objektivierbaren Inhalt ausspannen.« Das Verhältnis des Bewußtseins zur Objektivierung – das ist eine durch Bohr angeregte Formulierung des aufgerissenen Problems. Heisenberg hat es in seinen späteren Jahren in zweifacher Richtung umkreist: durch den wissenschaftstheoretischen Gedanken der abgeschlossenen Theorien und durch das philosophische Bekenntnis zu Plato.

¹ *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, 3. Auflage (9. Auflage Stuttgart 1959).

Die Auffassung der Wissenschaftsgeschichte als einer Folge abgeschlossener Theorien ist im Columbus-Gleichnis angedeutet. Was Columbus, der alles bekannte Land verlassen hat, jenseits der Meere findet, ist wiederum festes Land. Und auch dieses werden wir wieder verlassen müssen; »zu jeder wesentlich neuen Erkenntnis immer wieder von neuem« kommen wir in die Situation des Columbus. Durch sein eigenes Erlebnis an der Quantenmechanik waren Heisenberg die Augen für ein wissenschaftshistorisches Phänomen geöffnet, das Th. S. Kuhn lange nach ihm durch seinen heute mit Recht berühmten Begriff der wissenschaftlichen Revolutionen beschrieben hat. Heisenberg und Kuhn gemeinsam ist, daß sie sich im Unterschied zu der immer abstrakter gewordenen normativen positivistischen Wissenschaftstheorie der letzten hundert Jahre mit der realen Geschichte der Wissenschaft beschäftigen. Der wissenschaftliche Positivismus hatte in seiner frühesten und bedeutendsten Gestalt, bei Ernst Mach, die Kritik am klassischen Weltbild vorweggenommen; Mach hat Einstein und Heisenberg in ihrer Jugend beeinflußt. Der Weg des späteren Positivismus aber mußte Heisenberg schlicht als ein Irrweg erscheinen. Die Positivisten interessierten sich nicht wie Heisenberg für die von der Physik gefundenen Inhalte, sondern spekulierten abstrakt und darum geschichtsfern über die wissenschaftliche Methode; sie wiederholten den Fehler des Cartesius am untauglichen Objekt. Im Gleichnis gesprochen, kann man auf diese Weise einen Kontinent nicht von einer Inselgruppe unterscheiden. Heisenberg hat auf meine Empfehlung in seinem letzten Lebensjahr noch Kuhns Buch gelesen, war aber auch mit ihm nicht zufrieden. Er meinte, Kuhn verfehle die entscheidende Pointe, daß jede der wenigen großen wissenschaftlichen Revolutionen nicht bloß zu einem neuen Paradigma, einem

erfolgreichen Verfahren der Problemlösung, sondern zu einer kristallinen, einen weiten Umkreis völlig durchsichtig machenden Theorie führt. Ich muß Heisenberg in dieser Kritik, wenn sie auch bloß eine Seite der Sache berührt, doch ohne Vorbehalt rechtgeben.

Wie aber sind diese kristallinen Theorien überhaupt möglich? Heisenbergs zitierter Text macht von einem Zug des Columbus-Gleichnisses keinen Gebrauch. Columbus fuhr nicht ins Blaue. Er hatte vorweg eine richtige Theorie: daß die Erde rund ist. Was er entdeckte, war freilich nicht, was er erwartet hatte (und bis zuletzt gefunden zu haben meinte); er fand nicht Indien, sondern Amerika. Aber gleichwohl hatte er recht; auf seinen Spuren, an Amerika vorbei, erreichte das Schiff Magellans Indien und den heimatlichen Hafen Portugals. Auch die Physik hatte einen richtigen Leitgedanken: daß die Natur mathematisch einfachen Gesetzen genügt. Dies ist nicht weniger wunderbar als daß die Erde rund ist und nicht weniger wahr; de facto ist übrigens die Erde rund, weil das Gravitationsgesetz der mathematisch einfachen Forderung der Drehsymmetrie genügt. Die Abschließbarkeit von Theorien ist selbst ein Phänomen wie die Kugelgestalt der Erde. Was heißt aber mathematisch einfach? In seinen späteren Jahren sah Heisenberg die Einfachheit immer mehr in den fundamentalen Symmetrien, welche die Mathematiker durch die Theorie der Transformationsgruppen beschreiben. Hier fand er den Anschluß nicht nur an den historischen Platonismus der mathematischen Physiker, sondern an Platos eigene, in den Atommodellen der regulären Körper symbolisierte Intuition. Von der Richtigkeit seines Entwurfs der einheitlichen Feldtheorie konnte Heisenberg seine physikalischen Kollegen nicht überzeugen, obwohl er selbst bis zuletzt daran geglaubt hat, und, wie ich persönlich meine, der

Wahrheit darin sehr nahegekommen ist. Das war seine tragische Rolle im vierten Akt. Es ist, als hätte er für frühes Glück mit später Mühe bezahlen müssen.

Seine Beziehung zu Plato wurzelte aber tiefer als in den mathematischen Symmetrien, die für Plato wie für Heisenberg nur eine Darstellung des Einen im Vielen waren. Heisenberg sprach in seiner späteren Zeit von der zentralen Ordnung, die sich im Bewußtsein wie in den Symmetrien manifestiert. Er spricht hier sehr behutsam, ja scheu von den letzten Erfahrungen. Aber der Musiker Heisenberg fürchtet sich nicht, sich zur Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft zu bekennen.¹ In dem Vortrag hierüber hält er sich an zwei antike Definitionen der Schönheit. »Die eine bezeichnet die Schönheit als richtige Übereinstimmung der Teile miteinander und mit dem Ganzen.« Dies ist die Symmetrie; es ist das Thema seines Buches *Der Teil und das Ganze*. Die zweite, plotinische Definition steht am Ende des Vortrags: »Die Schönheit ist das Durchleuchten des ewigen Glanzes des Einen durch die materielle Erscheinung.« »Schönheit ist der Glanz der Wahrheit.« Dies hat Heisenberg erfahren.

¹ Vortrag, in: *Schritte über Grenzen*, München 1971.