

GREGOR SCHIEMANN: *Werner Heisenberg* (Beck'sche Reihe Denker). 158 S., 6 Abbildungen, Verlag C. H. Beck, München 2008; ISBN 978-3-406-56840-4, EUR 12,95

Werner Heisenberg gilt unbestritten als einer der großen Physiker des 20. Jahrhunderts. Alle kennen zumindest den Namen der nach ihm benannten Unbestimmtheitsrelation, nach der das Produkt zweier Messgrößen wie Energie und Zeit oder Ort und Impuls nicht gleichzeitig beliebig scharf bestimmt und gemessen werden kann. Heisenberg hat seit der Mitte der zwanziger Jahre den vielen neuen empirischen Phänomenen der Atomphysik eine einheitliche formale mathematische Struktur (Matrizenmechanik) gegeben. Daraus ergeben sich weitreichende physikalische Konsequenzen, z. B., daß innerhalb eines Produktes physikalischer Größen das Ergebnis des Kalküls unter bestimmten Bedingungen von der Reihenfolge der Faktoren abhängt. Er hat gezeigt, dass das Kontinuitätsprinzip für physikalische Größen im quantenmechanischen Kontext nicht gilt, sondern die Quantenzustände, die Bohr in seinem Atommodell nur postulieren konnte, ergeben sich nun rechenlogisch als die Eigenwerte bestimmter zugeordneter Matrizen. Heisenberg hat die Begriffe der klassischen Physik in den neuen Kontext der maßgeblich durch ihn zumindest in den Anfängen mitbegründeten Quantenmechanik transformiert. Nach seinen Vorarbeiten gelangen Pauli und Dirac die mathematische Berechnung der Energiequantelung für das Wasserstoffatom, und zwar für die Balmerreihe, mit der man die Frequenzen der vier bekannten Wasserstofflinien im sichtbaren Teil des Spektrums berechnen kann.

Heisenbergs weitere bedeutende physikalische Arbeiten der späteren Zeit treten hinter dieser Neuorganisation der modernen Physik zurück, genannt werden müssen aber sein Betrag zur relativistischen Weiterentwicklung der Quantenmechanik hin zur relativistischen Quantenfeldtheorie, seine Erklärung des Ferromagnetismus, eine Theorie zur Berechnung der Streuung von Elementarteilchen, seine Beiträge zur Theorie der Supraleitung. In Schiemanns kleiner Einführung zu Werner Heisenberg findet sich deshalb nicht zu unrecht am Anfang der lapidare Satz „Heisenberg war primär Physiker“ (12). Das ist angesichts der seit den neunziger Jahren erneut und heftig wieder begonnenen Diskussion um die Person Heisenbergs eine klare Positionierung und Leitthese des Autors. Besonders in der von Frayns Theaterstück „Kopenhagen“ angestoßenen wissenschaftshistorischen Kontroverse werden sowohl Heisenbergs physikalische Kompetenz wie auch seine persönliche Integrität im Rahmen des nationalsozialistischen Uranprojekts zum Gegenstand wissenschaftshistorischer Untersuchungen. Frayn rückt gar eine einzige Episode von 1942 ins Zentrum, nämlich das geheimnisumwitterte Treffen

Heisenbergs mit Niels Bohr in Kopenhagen, bei dem es unter anderem um die alliierten und deutschen Forschungen für den Bau einer Atombombe gegangen sein soll.¹ Bereits sein jüngerer Weggenosse und Schüler Carl Friedrich von Weizsäcker hat immer wieder auf Heisenbergs vermeintliche Absicht, die auch für den Kopenhagenbesuch 1942 leitend gewesen sein soll, den weltweiten Bau von Atombomben zu verhindern, hingewiesen.² Diesem Ansatz Weizsäckers, die physikalischen Forschungsarbeiten in die philosophischen und weltanschaulichen Überzeugungen Heisenbergs insgesamt einzuordnen und nach ihrem bleibenden Ertrag für die Diskussion der interdisziplinären Fragen zwischen moderner Physik und Philosophie zu fragen, bleibt auch Schiemann verpflichtet. Auch er bestreitet eine enge wissenschaftstheoretische Verbindung des Denkens Heisenbergs zum Positivismus (44 u. ö.). Seine kleine Studie geht deshalb deutlich über eine biographische oder populärwissenschaftliche Darstellung hinaus.

Schiemanns Einführung ist dreiteilig konzipiert: nach einer kurzen allgemeinen Einführung und biographischen Passagen ist der erste Teil Heisenbergs Konzeption der Quantenmechanik mit einer wissenschaftshistorischen Einordnung in den damaligen Forschungsstand der Physik gewidmet, insbesondere seiner Matrizenmechanik und der Unbestimmtheitsrelation. Für manchen Leser mag hier die beruhigende Feststellung getroffen werden, dass hier bei der Lektüre keine physikalisch-mathematischen Formeln begegnen. Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit Heisenbergs philosophischen Überlegungen zur Bedeutung der Quantenmechanik und der modernen Physik insgesamt. Die philosophischen Reflexionen zur Methode, den Voraussetzungen und der Reichweite der Physik sind vor allem der Geltung der wissenschaftlichen Erkenntnis gewidmet, z. B. der Frage, welche Bedingungen eine Theorie erfüllen muss, um eine gültige physikalische Theorie zu sein. Schiemann weist hier auf Ansätze hin, die das methodische Verhältnis von Mathematik und Experiment zu bestimmen suchen, und die bei Heisenberg vor allem in der Nachkriegszeit immer stärkere platonische Züge tragen (78ff.), vor allem, um die Grundzüge einer einheitlichen Naturauffassung hervorzuheben. Eher skurril wirkt dagegen Heisenbergs Versuch, hier eine Brücke zur Archetypenlehre von C. G. Jung zuschlagen, der sicher dadurch

1 Frayn, Michael: Kopenhagen. Stück in zwei Akten. Mit zwölf wissenschaftsgeschichtlichen Kommentaren. Zusammengestellt von Matthias Dörries. Wallstein Verlag, Göttingen 2001.

2 So z. B. in Heisenberg als Physiker und Philosoph. Rede zum Tod Werner Heisenbergs anlässlich der Gedenkfeier des Max-Planck-Instituts am 12.5.1976 in München. In: Ders.: Große Physiker. Von Aristoteles bis Werner Heisenberg. Marix Verlag, Wiesbaden 2004, 313–329.

motiviert ist, auch die psychischen Phänomene der naturwissenschaftlichen Analyse zugänglich zu machen (79f.). Zugleich hebt Schiemann die „theoriebestimmende Eigenständigkeit“ (63) des Experiments hervor, auf die Heisenberg immer hingewiesen hat. Einer der Grundzüge der modernen Physik sei für Heisenberg ihre eingeschränkte Objektivität (63ff.), wonach eine vom Beobachter und Experimentator unabhängige Naturbeschreibung nicht mehr möglich sei. Wie die Relativitätstheorie, die den Begriff der absoluten Gleichzeitigkeit fallenlasse, so radikalisiere die Quantenmechanik den Gedanken, dass jedes Experiment, jede bloße Beobachtung bereits den beobachteten Prozess „störe“ und somit beeinflusse. Je kleiner das zu beobachtende Teilchen sei, umso kürzer und damit auch immer energiereicher müsse auch die Wellenlänge des verwendeten Lichtes werden. Dies entspricht der physikalischen Tatsache, dass das Auflösungsvermögen von Mikroskopen usw. immer höher werden muss, je kleiner die zu beobachtenden Phänomene werden. Bei atomaren und subatomaren Teilchen ist diese Störung durch Beobachtungsinstrumente erheblich. Ebenso gelten hier die bekannten mechanischen und elektrodynamischen Gesetze nicht mehr, so dass Heisenbergs Überlegungen hier auf eine Begrenzung des Geltungsanspruchs physikalischer Theorien und der methodischen Bedingungen, denen eine solche Restriktion genügen muss, hinauslaufen. Deshalb werde die physikalische Erkenntnis in dem Maße, wie die physikalischen Theorien abstrakter werden, zunehmend unanschaulicher, ein Aspekt, den z. B. Schrödinger an Heisenbergs Matrizenmechanik gestört habe (48). Zugleich aber sei die zunehmende Abstraktion eine Möglichkeit der begrifflichen und theoretischen Vereinheitlichung der Physik und der Naturerkenntnis insgesamt.

Ausführlicher geht Schiemann deshalb auf Heisenbergs Konzeption von sogenannten abgeschlossenen Theorien ein. Abgeschlossene Theorien seien nach Heisenberg solche, deren Begriffe von Gesetzen so eng miteinander zusammenhängen, dass keiner dieser Begriffe entfernt werden könne und alle Begriffe dieser Theorie in ein zusammenhängendes axiomatisches System integriert seien. Abgeschlossene Theorien könnten nicht durch „kleine Änderungen“ an Gesetzen verbessert werden, während „große Änderungen“, also veränderte Begriffe, auch zu anderen Gesetzen und Theorien führten (72). In diesem Kontext ist auch die durch Bohm und Bell in den fünfziger und sechziger Jahren geführte Diskussion um eine auf „verborgenden Parametern“ beruhende kausale Interpretation der Quantenmechanik zu sehen. Wie auch das berühmte Gedankenexperiment von Einstein, Podolsky und Rosen aus den dreißiger Jahren, mit dem die theoretische Unabgeschlossenheit der Quantenmechanik gezeigt werden sollte, geht es dabei um die Frage, ob die durch Heisenberg entwickelte Quantenmechanik einen nur vorläufigen Status

besitzt, oder ob die Naturgesetze der atomaren und subatomaren Welt tatsächlich abschließend indeterministischer Art sind. Auf diese Aspekte der Abgeschlossenheit der Quantenmechanik, von der Heisenberg immer überzeugt war, geht Schiemann leider kaum ein. Stattdessen rückt er unter Bezugnahme auf Heisenbergs Unterscheidung zwischen abgeschlossenen und phänomenologischen Theorien dessen Konzeption abgeschlossener Theorien in die aktuelle wissenschaftstheoretische Diskussion (73f.).

Denn systematisch abgeschlossene Theorien wie die Relativitätstheorie oder die Quantenmechanik bedeuten für Heisenberg wissenschaftshistorisch auch den jeweiligen Abschluss entwickelnder Forschungsarbeit. So sehe Heisenberg, insbesondere in seinen Bemühungen, die Besonderheiten der Quantenmechanik gegenüber der klassischen Physik zu analysieren, die Veränderungen des physikalischen Wissens. Schiemann rückt Heisenberg hier in die methodische Nähe zu Wissenschaftstheoretikern wie Kuhn (60, 72, 131), da Heisenberg wie dieser gewissermaßen einen diskontinuierlichen Erkenntnisprogress angenommen habe. Dafür spricht, dass Heisenberg immer wieder die prinzipielle Verschiedenheit von quantenmechanischer und klassischer Theorie hervorhebt, auch dass die Geschichte der Physik immer stärker in den Blick rückt. Insgesamt sieht Schiemann bei Heisenberg deshalb die „Grundzüge einer hypothetischen Wissenschaftsauffassung gegeben, was angesichts der starken mathematisch-platonischen Elemente von Heisenbergs Wissenschaftsauffassung, in der invariante Elemente bei allem wissenschaftshistorischem Wandel eine große Rolle spielen, vielleicht ein zu großes Zugeständnis an eine bestimmte wissenschaftstheoretische Auffassung (eben diejenige Kuhns) ist.

Im vierten Kapitel schließlich geht Schiemann auf allgemeine philosophische und weltanschauliche Überlegungen Heisenbergs ein. Hier wird zunächst von Heisenbergs erst postum 1984 veröffentlichtem Manuskript „Ordnung der Wirklichkeit“, das aus den letzten Kriegsjahren stammt, ausgegangen. Heisenberg gehe es hier um ein Schichtenmodell der Wirklichkeit, das aufsteigend von einem objektiven zu einem subjektiven Pol die auf Descartes zurückgehende Trennung von Subjekt und Objekt aufheben solle (86). Auch hier sieht Schiemann wieder aktuelle Relevanz: „Im Resultat ergibt sich ein *plurales Bild der Wirklichkeit*, das dem wissenschaftlichen Wahrheitsanspruch eine zwar besondere, aber nur begrenzte Geltung zuordnet“ (87). Nach seinem sechsstufigen Schichtenmodell steigt das wissenschaftliche Denken aus einem ursprünglichen lebensweltlichen Kontext auf und findet am objektiven Pol zunächst die Gesetze der klassischen Physik. Annahme sei hier, dass diese Gesetze auf wahrnehmbaren Eigenschaften von postulierten kleinsten nichtbobehtbaren Prozessen beruhten. Chemie als die Erkenntnis-

gewinnung der zweiten Stufe sei die Projektion der Quantenmechanik auf objektive raum-zeitliche Vorgänge (97). Die dritte Schicht vollziehe den Schritt zum Lebendigen, die vierte führe zu den Phänomenen des Bewusstseins, die fünfte schließlich behandle Phänomene der Intersubjektivität („Symbol und Gestalt“), also Schrift, Sprache, Kultur, Kunst, wissenschaftliche Theorien (103). Die sechste Schicht schließlich, nahe am subjektiven Pol, thematisiere Kräfte, „die vom Unbewußten ausgehend auf das Bewußtsein und seine Erkenntnisvorgänge einwirken“ (106). Phänomene seien hier der religiöse Mythos und die geistige Erleuchtung. Leitend sei für Heisenberg, die Verschiebung und Erweiterung des Wirklichkeitsverständnisses, das die moderne Physik hervorgerufen habe, mit Hilfe seines Schichtenmodells zu beschreiben und zu verstehen. Leider geht Schiemann auf die Beziehungen zu den zeitgenössischen (ontologischen) Schichtenmodellen von Hartmann oder Lorenz nicht ein, so daß aus erkenntnistheoretischer Sicht die Relevanz dieser Ausführungen nicht recht einzusehen ist.

Abschließend wird auf Heisenbergs ethisch und politisch orientierte Publikationen und Tätigkeiten hingewiesen, ebenso auf die von Heisenberg gesehenen problematischen Folgen der Technikentwicklung, Heisenbergs Bemühungen um den Wiederaufbau des deutschen Wissenschaftssystems werden ebenso beschrieben wie seine Diskussionen im Kontext einer zivilen und militärischen Nutzung der Kernenergie. Heisenbergs Wirken als Wissenschaftsfunktionär folge dabei als Konsequenz aus seinen Erlebnissen während des Nationalsozialismus. Insbesondere das Uranprojekt habe eine ideologisch begründete Fremdbestimmung der Physik und der Physiker bedeutet. Auf die berühmte „Göttinger Erklärung“ und Heisenbergs Mitwirkung bei ihrem Zustandekommen geht Schiemann leider nur mit einem Satz ein (124), was erstaunlich ist, denn es handelt sich hier um das bedeutendste Dokument eines politischen Wirkens von Naturwissenschaftlern aus den fünfziger Jahren, in dem 18 führende Atomforscher den Verzicht auf den Besitz von Atomwaffen fordern.

Insgesamt stellt die gut und klar strukturierte Schrift eine gelungene Einführung in die wissenschaftlichen Leistungen und in wesentliche Grundzüge des Denkens Werner Heisenbergs dar. Ein umfangreicher bibliographischer Anhang gibt viele Anregungen zu weiterer Lektüre und Forschung.

Reinhold Breil, Aachen