

Gegen die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie

Interview mit Jens Scheer,
geführt von Klaus v. Bloh in der Zeit vom 18.6. bis 14.7.1994

(aus: Streitbarer Materialismus Nr. 20)

Du arbeitest seit Jahren auf dem Gebiet der experimentellen Physik zur Fundierung der Quantenmechanik und hast einige interessante Vorschläge zur Überprüfung der Unschärferelation gemacht und wurdest dafür von einigen Seiten heftig attackiert. Die Auseinandersetzung ging soweit, daß einige der Doktoranden massiv in ihren Promotionen an der Universität Bremen behindert wurden. Dies läßt den Schluß zu, daß der Disput um die richtige Interpretation der Quantenmechanik auch ein Streit zwischen den Anhängern unterschiedlicher politischer Richtungen geworden und immer noch aktuell ist?

Scheer: "Um den Hintergrund zu verstehen, muß man sich in Erinnerung rufen, welche Philosophie hinter der Quantenmechanik, wie die Orthodoxen das verstehen, steht."

Mit den orthodoxen Physikern meinst Du die Physiker, die die Auffassung der Kopenhagener Deutung vertreten.

Scheer: „Ja, obwohl die Kopenhagener Deutung von ihren Anhängern verschieden interpretiert wurde. Aber hinter den verschiedenen Richtungen der Kopenhagener Deutung steht immer die Philosophie des Positivismus.“

Kannst Du kurz erklären, was der Begriff des Positivismus bedeutet?

Scheer: "Es gibt hier wie fast überall in der Philosophie eine große Vielfalt von Anschauungen, die denselben Namen verwenden. Daher trifft eine knappe Diskussion nicht alles.

Ein Charakteristikum des Positivismus ist, nur das als relevant anzusehen, was unmittelbar "positiv" gegeben ist, Zeigerstellungen, Protokolleintragungen, Zählergebnisse. Die Aufgabe der Wissenschaft soll sich darauf beschränken, Beziehungen zwischen diesen Daten festzustellen und sich jedes Versuchs enthalten, danach zu fragen, was wohl die tiefere Ursache sei, also pauschal gesagt: "Beschreiben, nicht verstehen."

Das hört sich zunächst ganz vernünftig an, als Absage an spinnerte Spekulationen, aber es hat doch verheerende Folgen. Das sieht man deutlich in der Soziologie, wo nämlich alle Gedanken an ein tieferes Verständnis von gesellschaftlichen Verhältnissen, Machtstrukturen usw. verpönt wird. Ein solches Verstehen ist aber Voraussetzung dafür, wissenschaftlich Möglichkeiten einer Veränderung zu finden, und diese wiederum dafür, die Welt wirklich zu verändern.

Daher die starke gesellschaftliche Tendenz des Positivismus. So ist auch ein Wort des Begründers des Positivismus in der Soziologie, Auguste Comte, zu verstehen: "Der Positivismus ist das einzige Mittel, um Revolutionäre zur Ordnung zu rufen."

In den Naturwissenschaften ist es ähnlich: Man hat einfach festzustellen, daß es Experimente gibt, die Elementarteilchen als Wellenphänomene erscheinen lassen und andere, die Partikelphänomene demonstrieren. Das hat man als positiv gegeben hinzunehmen und nicht weiter nach tieferen Ursachen zu fragen. Damit wird "aus der Not", daß man in einer

bestimmten historischen Situation keine tiefen Erfahrungen hatte, "eine Tugend gemacht", daß es nämlich die große Erkenntnis sei, daß es eine solche tiefere Erklärung nie und nimmer geben könnte.

Eine Erklärung der Art nämlich, daß Teilchen von realen Wellen in einem Medium geführt werden können, oder daß das, was als Teilchen erscheint, nur energiereiche Wirbel in dem umgebenden Medium sind, wird deshalb nicht zur Kenntnis genommen, weil "nicht sein kann, was nicht sein darf." Das "nicht sein darf" gründet sich dabei auf das v. Neumannsche Theorem; daß es dabei einen Zirkelschluß enthält und daher gar nichts aussagt, wie Grete Hermann schon 1935 und John Bell nochmals 1964 zeigten, wird ebenfalls nicht zur Kenntnis genommen. Zu gut schmeckt den meisten Physikern ideologisch die Aussage des Theorems, als daß sich jemand die Mühe einer genauen Auseinandersetzung damit macht.

Wie solche scheinbar innerphysikalischen Dogmen von der Abgeschlossenheit der Quantentheorie und der Unsinnigkeit tieferen Fragens mit gesellschaftlichen Strukturen zusammenhängt, hat Professor Bohm in einem Gespräch mit mir sehr deutlich herausgestellt: "Natürlich stabilisiert es ein gesellschaftliches System, wenn man unter Berufung auf die Physik die Leute generell davon abhält, tiefere Fragen zu stellen."

Und ähnlich hellsichtig und äußerst kompakt sagte Grete Hermann in einem Gespräch, das ich kurz vor ihrem Tode mit ihr führen konnte: "Der ganze Positivismus dient der Wegbereitung des Faschismus." Frau Hermann, die selbst als Sozialistin und aktive Antifaschistin 1938 nach England emigrieren mußte, hat also klar erkannt, daß jenes "Abhalten, Fragen zu stellen", den Menschen schließlich dazu bringt, zu akzeptieren, daß alle Fragen vom Führer beantwortet werden.

Eine weitere Auffassung war, daß die Physik gar nicht mehr von der Wirklichkeit handeln sollte, sondern nur Bewußtseinsinhalte von Physikern bediente.

Und noch weiter, daß der "Kollaps der Wellenfunktion", wenn nämlich der Ort eines Teilchens, der vor der Messung durch die Wellenfunktion (besser ihr Absolutquadrat) beschrieben wird, als außerphysikalischer psychischer Vorgang im Bewußtsein des Physikers aufgefaßt wird.

Und schließlich, daß man meinte, daß das Bewußtsein selbst die Dinge beeinflussen könnte, wie etwa die Zählraten des radioaktiven Zerfalls durch die Kenntnisnahme des Experiments. Zu derartigen Auffassungen, wie sie etwa Wigner entwickelte, kamen allerdings nicht alle "Kopenhagener".

Aber der dialektische Materialismus, den Du vertrittst, hat doch auch die Kopenhagener Interpretation akzeptiert.

Scheer: "Hier liegt eines der großen historischen Mißverständnisse vor, die so schwer zu korrigieren sind, weil die Begriffe ebenfalls so fürchterlich verschieden gebraucht werden.

Ich will mal so rangehen. Dialektik, dialektisches Denken, bedeutet vor allem in Widersprüchen, in gegenläufigen, sich bekämpfenden Tendenzen, Strömungen zu denken, die die Begriffe flexibel machen und deren Entwicklung vorantreiben.

Die Anhänger des dialektischen Idealismus (nach Hegel) dachten sich dies tatsächlich auf alle Dinge und Ideen bezogen, deren Entwicklung überhaupt das Primäre sei, an dem das Materielle dann irgendwie sekundär folgen müßte.

Der Satz, daß Karl Marx den Hegel "vom Kopf auf den Fuß gestellt" habe (Engels), meint nun gerade, daß alle widersprüchlichen, gegenläufigen Tendenzen in den ursächlichen, materiellen Dingen selbst stecken und die Erkenntnis dieser Zusammenhänge die materielle Wirklichkeit vorantreibt.

Was übrigens nicht, wie der Vulgärmaterialismus meint, ein absolutes Primat des Materiellen bedeute, bei völliger Bedeutungslosigkeit des Ideellen. Ganz im Gegenteil, das Materielle und das Ideelle stehen selbst in dialektischer Wechselwirkung, in der sie sich gegenseitig in ihrer Entwicklung vorantreiben, damit hat das Materielle die letztlich

entscheidende Rolle.

Eins der Mißverständnisse, dem manche in der Sowjetunion und der DDR anheim fielen, war, diesen Gedanken vom Widerspruch an die Dinge vorantreibende gegensätzliche Tendenz zu verwechseln mit dem einfachen logischen Widerspruch, wie wenn "1=2" und "Welle=Teilchen" postuliert wird.

Damit wird die in der westlichen Physik zur Herrschaft gelangte "Kopenhagener Auffassung" als Bestätigung des dialektischen Materialismus aufgestellt, der selbst nicht so wie skizziert und von Marx und Lenin entwickelt, verstanden wurde, sondern als starres Schema automatischer Regeln, wie These-Antithese-Synthese. Dieser schrecklich starre dialektische Materialismus kündigte sich in den vierziger Jahren an und gelangte zur Herrschaft mit dem Putsch Chruschtschows 1956.

Es ist atemberaubend anzusehen, wie Blochinzews wesentlich richtige Kritik der Kopenhagener Auffassung, die er in den vierziger und frühen fünfziger Jahren entwickelt hatte, ihr praktisch nach 1956 widerspricht und auf die Kopenhagener Deutung einschwenkt. Viele andere sowjetische Forscher taten es ihm nach.

Dazu noch eine allgemeine Beobachtung. Der führende sowjetische Kulturpolitiker Shdanov hatte, im Auftrag des ZK und Stalins, 1947 die sowjetischen Philosophen aufgefordert, die bürgerlich-kapitalistischen Ideen in der Philosophie und in den Einzelwissenschaften zu bekämpfen.

Im Zuge dieser Kampagne wurden dann von dem Schwachkopf Maximow, der sich schon in Sachen Relativitätstheorie (die er mit dem philosophischen Relativismus verwechselte) irrte, Physikern wie Blochinzew und Omeljanowski in Sachen Quantentheorie Unrecht getan.

Tragische Folge solcher falschen Konsequenzen aus der Shdanovschen Forderung war, daß als Gegenreaktion in der späteren sowjetischen Wissenschaft eine totale Übernahme westlicher Wissenschaft und Technik erfolgte, die auch nicht die leiseste Kritik und Alternativüberlegungen zuließ."

Werden durch die Unbestimmtheit der Natur nicht die Philosophen, die den historischen Ablauf der Geschichte vorhersagen, widerlegt?

Scheer: "Wieder eins der vielen Mißverständnisse. Daß nämlich der Determinismus in der Natur eine Determiniertheit der Geschichte begründen soll.

Erstens kann nie so schlicht von Naturgesetzen auf das gesellschaftliche Umfeld geschlossen werden. Dies ist viel komplizierter und vor allem haben die Menschen ein Bewußtsein, einen Verstand, der sie frei entscheiden läßt.

Zweitens wurde die These von dem "ehernen Gang der Geschichte: Urgeschichte - Sklavengesellschaft - Feudalismus - Kapitalismus - Sozialismus - Kommunismus" nie von Karl Marx, sondern nur von seinen dogmatisierenden Epigonen vertreten. Was Marx selbst behandelt hat, waren nur Entwicklungsgesetze innerhalb der kapitalistischen Gesellschaftsform und wiederum nicht als "eherne", sondern die strukturellen Tendenzen, und da war er, was die entwickelte kapitalistische Gesellschaft angeht, was wir heute erleben, von unheimlicher Weitsichtigkeit. Wie Gesellschaftsformen ineinander übergehen, hat er nie als Gesetzmäßigkeit betrachtet.

Der dialektische Materialismus hat nichts mit dem mechanischen Weltbild eines Laplace zu tun, sondern ordnet die Quantenmechanik in ein erkenntnistheoretisches Fundament ein ohne den Positivismus zu gebrauchen.

Das Bewußtsein spielt natürlich eine wesentliche Rolle bei der Erkenntnisgewinnung. Allerdings nicht in dem Sinne wie die Kopenhagener Anhänger den Begriff gebrauchen.

Die dialektisch materialistische Erkenntnistheorie sieht ein spiralförmiges Voranschreiten durch empirische Wahrnehmung, durchdrungen von theoretischen Ansätzen. Grob klassifiziert läßt sich die Entwicklung so beschreiben: - Entwicklung theoretischer Modelle, dann Überprüfung der Modelle in der realen Praxis - Theoretisierung mit Einbeziehung der

Ergebnisse aus der Praxis - wieder Überprüfung des modifizierten Modells in der Praxis usw.

Materialismus bedeutet gerade nicht, das Mechanische zu festigen und als Dogma festzuschreiben. Letztendlich gilt es eine Physik zu entwerfen, die eine objektive Naturbeschreibung und eine eindeutige Trennung zwischen Subjekt und Objekt vornimmt. Dies bedeutet, daß die Natur auch ohne Beobachtung unabhängig vom menschlichen Bewußtsein existiert. Dies führt dazu, daß wesentliche Bestandteile der Quantenmechanik anders interpretiert werden müssen, wie von de Broglie, Bohm, Vigier und Sellerie u.v.a. vorgeführt. Ich sage nicht, daß der Formalismus falsch ist, sondern nur dessen Interpretation. Der Positivismus ist eine Blockade, die verhindert, daß Forscher sich um diese Fragen bemühen. Der dialektische Materialismus will diese Blockade umgehen. Allerdings wurde auch in der Sowjetunion seit 1956 eine Abkehr von dieser Anschauung unternommen und man hat sich seit dieser Zeit der Kopenhagener Deutung angenähert, wie schon gesagt.

Bohm beschrieb in seinem frühen Buch eine Möglichkeit der Interpretation der Quantenmechanik auf kausalem Wege, mit der ich übereinstimme. Er sagt, daß es mehrere Schichten der Wahrnehmung gibt, die wie eine Zwiebelschale übereinander liegen. Am besten läßt sich das mit der Thermodynamik vergleichen, wobei natürlich der Vergleich, wie alle Vergleiche, nur grob sein kann. Die Temperatur eines Gases wird durch die Gesamtheit aller Bewegungen der Teilchen bestimmt, wobei die Bewegung eines einzelnen Teilchens nicht bestimmt werden kann. Trotzdem existiert unabhängig von der Beobachtung eine Bahn des Teilchens durch den Raum, in dem das Gas eingeschlossen ist. Nur liegt diese eine Schicht tiefer, als unsere Wahrnehmung es erlaubt. Bohm spricht vielerorts davon, daß es auf den "Kontext" ankäme, welcher Charakterzug gerade der vorherrschende ist, der deterministische oder der indeterministische. Daher nennt man diese Auffassung von der Vielschichtigkeit Kontextualismus.

Diese Kontext-Abhängigkeit gilt, so Bohm, auch für die Quantenmechanik und alle denkbaren tieferen Schichten. Es kann natürlicherweise Schichten geben, die durch den existierenden Formalismus nicht beschrieben werden.

Sei es, daß man durch experimentelle Anordnungen sich mehr Informationen verschafft, als die Quantentheorie aussagt, etwa durch Propagation von Teilchen ohne wellenartige Strukturen. Sei es, daß man die Quantentheorie in eine umfassendere Theorie einbettet, die ihrerseits eigenständig solche Situationen beschreibt, in der die Quantentheorie nichts taugt. Diese Kontext-Abhängigkeit gilt, so Bohm auch für die Quantenmechanik und alle denkbaren tieferen Schichten.

Bohm hat seine Interpretation nicht als deterministisch bezeichnet. Im Gegenteil kritisiert er den Determinismus, wie er mit dem Namen Laplace verbunden ist, ebenso wie den in Sachen Quantentheorie herrschenden Indeterminismus, weil beide die These des „letzten Wortes“, der Abgeschlossenheit der Beschreibung der Wirklichkeit, die Unmöglichkeit weiteren und tieferen Fragens vertreten. Dagegen setzt er den Gedanken der "qualitativen Unendlichkeit der Natur", daß man nämlich nie an eine Grenze des Erkennens kommen wird, den Determinismus wie Indeterminismus, wenn auch in verschiedener Weise, postulieren. So ergänzt er sein Modell der durch das Quantenpotential gedeuteten Quantentrajektorien, sogleich durch ein stochastisches Medium, in dem die Trajektorien nämlich durch ein stochastisches "Subquantenmedium" verlaufen. Die Befreiung vom Kopenhagener "Denkverbot" ist wohl seine bedeutenste Leistung.

Zusammen mit dem kongenialen J. P. Vigier hat Bohm dann auch gezeigt, wie eine ursprünglich nicht dem quantenmechanischen Formalismus genügende Verteilung etc. durch das stochastische Medium in endlicher Relaxationszeit die durch die Quantentheorie gegebene Verteilung annimmt. In neuerer Zeit wurde übrigens ein Vorschlag entwickelt (vgl. nachfolgenden Aufsatz), experimentell zu überprüfen, ob das in jedem Fall zutrifft.

Von Aron konnte übrigens das Bohmsche Quantenpotential selbst aus diffusionstheoretischen Überlegungen begründen."

Was bedeutet für die Physik und die Erkenntnisgewinnung die Kopenhagener Deutung?

Scheer: "Nun, die Kopenhagener Deutung ist eine von den orthodoxen Physikern sich selbst auferlegte Beschränkung, die eine Auseinandersetzung mit den Konsequenzen der Quantenmechanik verhindert. Kaum ein Physiker, der im Labor die Quantenmechanik erfolgreich benutzt, macht sich eigentlich Gedanken über die Tatsache, daß nach der Kopenhagener Auffassung erst sein Bewußtsein den Ausgang seines quantenmechanischen Versuchs bestimmt. In der Diskussion merkt man sofort, daß der Physiker sich sofort in Ausflüchte ergeht, wenn man ihn darauf anspricht. Die häufig gebrauchte Antwort ist die, daß der Formalismus stimmt und man sich über die physikalische Entsprechung keine Gedanken zu machen braucht, solange die Meßwerte die Theorie bestätigen. Dies ist eine für den wirklichen Naturforscher sehr unbefriedigende Haltung. Viel angebrachter ist die Auffassung Bohms von der qualitativen Unendlichkeit der Natur."

Worin siehst Du die politische Zielrichtung in der Kopenhagener Deutung und wer von den Physikern hat die Marschrichtung vorgegeben?

Scheer: "Man muß die Entwicklung von Theorien immer im Zusammenhang mit der jeweiligen herrschenden Gesellschaftsform betrachten. In der Zeit der Entwicklung der Quantenmechanik befand sich die damalige Gesellschaft in einem Umbruch und die Grundlagen des Faschismus im Keimen begriffen. Auch vor den Physikern machte die Politisierung nicht halt. Dabei war dem überwiegenden Teil der Akteure dies nicht bewußt. Sie sahen sich vielmehr weitgehend unbewußt dem allgemeinen geistigen Klima, Zeitgeist, Strömungen und Krieg ausgesetzt, welches, generell gesprochen, sie weg von der Kausalität drängte. Ein interessantes Buch dazu ist das von Forman über die Verknüpfung der Weimarer Republik und der modernen Physik. (1)

Interessanterweise waren dabei die echten Reaktionäre vom alten Schlage wie Lenard und Stark für die klassische Physik und gegen die Quantentheorie und gegen den Positivismus generell, die sie als "jüdisch intellektuell" bezeichneten.

Dagegen waren es die Protagonisten des Positivismus, die eine gewisse Modernisierung wollten und sich selbst als Vertreter des Neuen empfanden. Daß sie mit ihrer Ablehnung der Kausalität letztendlich der Reaktion Vorschub leisteten, wie oben gesagt, war vielen, wie dem demokratisch gesinnten Born, nicht bewußt. Anders war es wohl bei dem national-konservativen Heisenberg oder erst recht natürlich bei dem offen faschistischen Jordan. Man darf auch nicht vergessen, daß manche Gesichtspunkte des Faschismus gerade eine Modernisierung des Kapitalismus bedeuteten, nicht nur ein Rückschritt ins frühhistorisch Germanische.

Der Kampf der Auffassungen geht auch heute weiter, indem einige Anhänger der orthodoxen Theorie darauf bedacht sind, diejenigen, die unterschiedlicher Meinung sind, zu unterdrücken. Das führt zuweilen zu sehr kuriosen Begebenheiten, indem Dissertationen behindert werden, Diplomarbeiten solcher Themen gleichsam verboten werden, Arbeiten, die sich mit der unorthodoxen Theorie beschäftigen, schlechte Expertisen ausgestellt werden und Forschungsanträge abgelehnt werden. Man kann wirklich zu dem Schluß kommen, daß auch heute der Kampf um die richtige Meinung, nämlich die Kopenhagener Deutung, mit allen Mitteln verteidigt wird und jede andere Interpretation als Angriff, den es mit allen Mitteln (auch unseriösen Mitteln) abzuwehren gilt, gewertet wird."

Wie geht der dialektische Materialismus mit Indeterminismus / NichtKausalität der Welt, wie die Kopenhagener Deutung es sieht, um?

Scheer: "Der dialektische Materialismus wird von den Gegnern als eine dumpfe mechanistische Philosophie hingestellt, die keine Entwicklung kennt und im Sinne einer Maschine abläuft, in der die Regeln festgelegt sind und es keine Möglichkeit zur Korrektur

gibt. Dazu wird das mechanistische Weltbild eines Laplace als Vergleich herangezogen.

Wie oben schon gesagt, muß man scharf trennen, einerseits zwischen dem schematisch epigonenhaften "Diamat", wie er in der Sowjetunion und ihren Satelliten in den letzten Jahren Staatsdoktrin war, auf den eine solche Kritik weitgehend zutrifft und andererseits dem von Marx begründeten und von Lenin später weiterentwickelten dialektischen Materialismus, auf den eine solche Kritik nicht zutrifft. Es gibt eigentlich keine ausgearbeitete Position zur Quantentheorie, die sich ausdrücklich auf den echten dialektischen Materialismus bezieht.

Mein Eindruck ist, daß die Position von Bohm, wie oben skizziert, durchaus mit dem dialektischen Materialismus konform gehen würde.

Die Bohm-Schüler pflegen diese Position ja generell als "causal interpretation" der Kopenhagener entgegenzustellen. Das drückt aus, daß ein wesentlicher Unterscheidungspunkt in der Tat ist, ob man akausale, echte zufallsbedingte Situationen als wesentlich ansieht, so daß man nur statistisch pauschale globale Aussagen treffen kann, oder ob es für jede Situation einen kausal bestimmten Ablauf gibt. Damit ist der Ablauf der Dinge objektiv, nicht etwa durch das menschliche Bewußtsein, bestimmt.

Schrödinger, der der kausalen Beschreibung zuneigte, hat sein Katzenexperiment, daß die Katze erst durch die menschliche Kenntnisnahme, ob das Alpha-Teilchen emittiert wurde oder nicht, in den Zustand lebendig oder tot projiziert wird, gerade gebracht, um die Absurdität der herrschenden Auffassung zu demonstrieren.

Die Herrschenden dagegen greifen das positiv auf und sagen „Jawohl; genau so ist es, erst durch den Bewußtseinsakt wird die Katze in den Zustand lebendig oder tot befördert“.

Die Beziehung Welle-Teilchen wird in der kausalen Interpretation aufgefaßt als reale Koexistenz, in der das Teilchen auf der Welle reitet bzw. von ihr geführt wird. Oder mit der Verfeinerung, daß das "Teilchen" selbst als stabiler Wirbel in dem Medium aufgefaßt wird, in dem die Wellen auftreten. Etwa wie ein Tornado, der ja von Wettersatelliten wie ein punktförmiges Teilchen aussieht, der von Hoch zu Tief transportiert wird, indem solche Gebilde der Welle im Submedium entsprechen würden.

Anzunehmen ist, daß von Aron durch klassisch-diffusionstheoretische Methoden in einem stochastischen Subquanten-Medium gerade Strukturen hergeleitet werden, die genau dem Bohmschen Quantenpotential entsprechen.

Das ist sehr bedeutsam: Während die herrschende Auffassung ja einen unüberwindlichen Abgrund zwischen der klassischen Welt und der Quantenwelt behauptet, gelang es Bohm bekanntlich, diesen jedenfalls formal zu überbrücken. Wie bekannt, schrieb er die Lösung der Schrödingergleichung so um, daß sie aussah wie eine klassische Hamilton-Jacobi-Gleichung mit dem Quantenpotential als zusätzlichem Term. Der aber schien unbefriedigend "vom Himmel gefallen“.

Aron (und ähnlich auch Nelson) überbrückte den Abgrund nun vollständig, oder besser füllte ihn aus, indem das Quantenpotential tatsächlich als ein stochastisches, aber klassisches Phänomen gedeutet wurde. Daß das Ganze kein Rückschritt ins 19. Jahrhundert ist, wird insbesondere durch die von dieser Theorie geforderte Ganzheitlichkeit bzw. Nichtlokalität deutlich.

Damit kann die Quantenphysik aus der Sicht des dialektischen Materialismus beschrieben werden, ohne positivistische Deutung der Quantenmechanik und ohne die Andersartigkeit der Quantenmechanik im Vergleich zu der klassischen Mechanik in Abrede zu stellen. Diese Deutungsweise verzichtet auf das Brimborium, welches die Orthodoxen mit dem menschlichen Bewußtsein veranstalten."

Ist die Kausalität für die Naturbeschreibung in jedem Fall notwendig?

Scheer: "Der Mensch denkt immer in kausalen Kategorien. Laut Kant ist das kausale Denken dem Menschen a priori gegeben. Ohne kausales Denken ist keine konsistente Naturbeschreibung möglich. Die Frage ist natürlich, ob die Wirklichkeit sich immer damit

beschreiben läßt. Daß das praktisch immer der Fall ist, war eines der Dinge, über das Kant sich selbst sehr gewundert hat. Ob diese Kategorie wirklich allgemein menschlich ist, wird von der soziologischen Erkenntnistheorie Sohn-Rethels bezweifelt, nach der die Kantsche Philosophie ihren Ursprung in den real vorgenommenen Abstraktionen der entwickelten Warengesellschaft bzw. ihrer Geldform hat. Doch diese Überlegungen führen zu einem ganz anderen Thema und sind für unseren Ansatz im Moment nicht von direkter Bedeutung.

Daß es scheinbar in der Natur akausale, indeterministische Situationen gibt, wie z.B. die Kugel auf der Schneide, läßt sich durch den Gedanken des Kontextualismus aufheben: wenn man scharf genug hinschaut, findet man immer wieder kausal determinierte Situationen.

Nach allgemeiner Auffassung findet das letztlich eine Grenze bei der Heisenbergschen Unschärferelation (kurz HUR), wegen unüberwindlicher wechselseitiger Störungen. Doch sind zumindest Situationen denkbar, die dadurch gekennzeichnet sind, daß es bei der Propagation von Teilchen keine wechselseitigen Störungen gibt. Ja es sind Situationen denkbar, in denen der/die Experimentator/in sich Experimente ausdenkt, die die HUR verletzen und damit belegen können, daß die Quantentheorie eine nicht vollständige Theorie ist.

Obwohl das heute noch total extraordinäre Situationen sind, ist nicht auszuschließen, daß es eines Tages auch generell weiter gehen wird zu mehr Information, als die herkömmliche Quantentheorie ausdrücken kann."

Ist der Preis für die Kausalität, wie ihn die Unorthodoxen zu zahlen bereit sind (überlichtschnelle Übertragung etc.), nicht zu hoch?

Scheer: "Die Frage der Kausalität ist eng mit dem Problem des Quantenpotentials verbunden. Das Quantenpotential besitzt die Eigenschaft einer Fernwirkung. Dies bedeutet, daß die Wirkung auf ein Teilchen überlichtschnell transportiert werden kann. Die Interferenzen, die durch leere Wellen mit dem Teilchen erzeugt werden, können über größere Entfernungen wirken. Dies ist natürlich ein eklatanter Widerspruch zur Relativitätstheorie. Dieses Problem ist unter den Unorthodoxen wohl bekannt. Es existieren zwei Positionen, die sich mittlerweile in einem heftigen Meinungs austausch befinden. Wirkt das Quantenpotential lokal, also handelt es sich um eine Nahwirkung, oder ist es nicht-lokal, also ein Potential mit Fernwirkung und überlichtschneller Informationsübertragung? Dies ist ein Streitfall unter den Unorthodoxen und ist noch nicht entschieden. Es existieren mehrere Ansichten zur Fernwirkung, die entweder das Postulat über die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit für leere Wellen aufgeben wollen oder mit ihr einen Widerspruch zur herkömmlichen Quantenmechanik konstruieren wollen oder das Quantenpotential mit der Relativitätstheorie wieder in Einklang bringen wollen. Das bedeutet, daß die Fernwirkung des Quantenpotentials in eine Nahwirkung umgedeutet werden muß. Ansätze zur Lösung dieser Problematik wurden von Vigier unternommen.

Von Vigier wurde weiter gezeigt, daß die so schwer verständliche nicht-lokale Fernwirkung durch Stoßwellen im Subquantenmedium nach der Art Mariottscher Kugeln plausibel gemacht werden kann, wobei die sogenannten Zeitanomalien trotzdem ausgelassen sind. Denkbar ist auch, gerade wegen der Dissipation solcher Stoßwellen, daß die Nichtlokalität zwar, wie experimentell gezeigt, über einige Meter, aber nicht "bis zum Sirius" gilt.

Übrigens gibt es von Aron, der ja die Begründung für das Bohmsche Quantenpotential geliefert hat, noch einen kühnen Gedanken. Er zeigt nämlich, daß die stochastische Vorgänge beschreibende Fokker-Planck-Gleichung nur für eine bestimmte Näherung gilt. Entwickelt man sie eine Ordnung weiter, stellt sie eine das atomare Geschehen beschreibende Grundgleichung dar, die automatisch die Lorentz-Kontraktion wiedergibt. Diese wird also nicht, wie von Einstein, als Ergebnis von Transformationsgleichungen eingeführt, sondern hat eine physikalische Bedeutung, ganz wie Lorentz selbst es geschätzt hat, ohne eine

Begründung angeben zu können. Die Dinge werden also "zusammengedrückt" wenn sie sich durch das Medium bewegen. Also eine diffussionstheoretische Begründung der Quantenmechanik und Lorentz-Transformation, zu schön um wahr zu sein!

Das große Problem, das Aron bei diesem schönen Übergang hat, ist in der Tat die Symmetrie zwischen gegeneinander bewegten Systemen. Dieses Problem muß noch gelöst werden.

Die Richtungen der unorthodoxen QM sind vielfältig. Einige Anhänger behaupten, daß Experimente zu dem Ergebnis kommen könnten, daß die übliche QM nicht richtig ist. Andere wollen in jedem Fall zu den gleichen Ergebnissen gelangen und nur die Interpretation ändern. Wie könnte man die Quantenmechanik in einem Experiment widerlegen und was für Annahmen sind in der Quantenphysik ad hoc gemacht worden? Ich denke da an $|\Psi|^2 = \rho$. Wie schätzt Du das ein?

Scheer: "Der wesentliche Schluß aus der Debatte um die Quantentheorie ist ja gerade der, daß durch die positivistische Denkweise eine Stagnation der Erkenntnisgewinnung erfolgt. Die Heisenbergsche Unschärferelation (HUR) sorgt dafür, daß die Erkenntnis im Bereich von h nicht mehr möglich sein soll. Die HUR ist dafür verantwortlich, daß der Bahnbegriff und damit letztendlich die Frage einer physikalischen Realität für Elektronen und andere Teilchen aufgehoben wird, aufgrund der nicht vertauschbaren Größen wie Impuls und Ort. Diese Blockade wird durch die dialektische Denkweise, daß das quantenmechanische System aus Welle und Teilchen gleichermaßen besteht, aufgehoben. Inwieweit die so kausal vertretbaren Systeme der Quantenmechanik gehorchen, ist eine offene Frage. Die meisten Ansätze bejahen das ja, was aber auch ein Ausdruck von Phantasielosigkeit sein kann. Dennoch ist es eine Erkenntnisgewinnung, zu wissen, durch welchen Spalt, ja sogar durch welchen Ort im Spalt das Teilchen gegangen ist. Andererseits sehen Bohm/Vigier durchaus Verteilungen, in denen $|\Psi|^2 \triangleleft \rho$ ist und meinen dazu, daß $|\Psi|^2 = \rho$ in bestimmter Zeit relaxieren kann. Nun sieht es so aus, daß eine Propagation mit $|\Psi|^2 \triangleleft \rho$ nur dann möglich ist, wenn der Ort von dem Impuls tatsächlich entkoppelt ist. Solche Situationen sind somit ungewöhnliche Ausnahmesituationen.

Damit sind ganz praktische, durch Experimente verifizierbare Möglichkeiten geschaffen. Meine Idee ist es, Neutronen durch energiereichen Protonenbeschuß freizusetzen, die sich in einem Monolayer auf einem 1 Atomlagen ebenen Trägerkristall befinden. Durch geschickte Wahl der Versuchsanordnung muß man dafür sorgen, daß die Impulskomponenten und Ortskoordinaten zu dieser Monolayerebene orthogonal sind. Dadurch ist es möglich, die Unschärfe der Entstehungsorte der Neutronen und ihre Impulskomponente so zu bestimmen, daß ihr Produkt kleiner als $h/2$ ist, weil durch die Präparation die Ortskoordinaten, in dieser Ausnahmesituation, von den konjugierten Impulskomponenten entkoppelt sind. Ob und wie in dieser Situation, wo $|\Psi|^2 \triangleleft \rho$ ist, eine Relaxation zu $\rho \rightarrow |\Psi|^2$ eintritt, läßt sich im Prinzip experimentell überprüfen. In der unorthodoxen Sichtweise gibt es Wellen ohne Teilchen, die leere Wellen genannt werden. In meinem Experiment wäre der umgekehrte Fall eingetreten, indem Teilchen ohne Wellen nachgewiesen werden. Diese Herangehensweise ist mit der de-BroglieVorstellung, daß jedes Teilchen eine Welle um sich hat, wieder in Einklang zu bringen, wenn postuliert wird, daß die "echte" de-Broglie-Welle in der Tat so extrem schwach ("ultra weak") ist, daß sie keinerlei Effekte ausübt.

Daß durch die Existenz der Begrenzungen, boundaries, die vielfach die Wellenfunktion bestimmen, ultraschwache Wellen entstehen, die sich durch die Führungswellen zu wirksamen Wellen aufschaukeln können, ist eine mögliche Erklärung. Eine Dissertation, die sich gerade diesen Fragen widmen wollte, wurde vom Promotionsausschuß hier in Bremen nicht zugelassen.

Welche Rolle kommt dem Bewußtsein des Beobachters bei den unorthodoxen Theorien zu?

Scheer: "Der Ausgang eines quantenmechanischen Experiments wird, nach meiner Meinung, nicht vom Bewußtsein gesteuert und ist auch nicht mit ihm gekoppelt. Damit existiert eine vom Bewußtsein unabhängige Realität. Ich glaube, daß der Ansatz, die Quantenmechanik zu interpretieren, immer von den gesellschaftlichen Lebensumständen geprägt ist. Ein Anhänger der idealistischen Philosophie wird natürlich bei der Interpretation der Quantenmechanik die positivistische Sichtweise immer einer kausalen Interpretation vorziehen. Er sollte aber zugeben, daß er damit sich nicht von innerphysikalischer Erkenntnis, sondern von außerphysikalischen Dogmen oder Doktrinen leiten läßt. Um es einfach zu sagen: Der Mensch wird, wenn er sich nicht dieser Tatsachen ständig bewußt ist, von den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen beeinflusst. Auch der Naturforscher unterliegt dieser Beeinflussung. Er wird durchaus passiv von ihr beeinflusst, wenn seine Theorien, ohne daß er es durchblickt, zur gesellschaftlichen Stabilität beitragen.

Treffend bemerkte der Philosoph Lakatos einmal, daß die meisten Physiker soviel von der Erkenntnistheorie verstehen, wie der Fischer von der Hydrodynamik - ihr ganzes Wirken ist dadurch bestimmt, sie wissen es aber nicht.

Ich glaube, die Quantenmechanik ist ein sehr gutes Beispiel für diese wechselseitige Beeinflussung. Bis zum heutigen Tag ist diese Beeinflussung zu spüren. Ganze Physiker-Generationen sind davon geprägt."

Ist der Meßprozeß in der QM in jedem Fall ein limitierender Faktor?

Scheer: "Der Meßprozeß beeinflusst den quantenmechanischen Zustand eines Systems. Das quantenmechanische System wird, aufgrund der für die Dimensionen großen Störungen, die der Meßapparat verursacht, den Interferenzterm verlieren, so daß der Meßwert eindeutig festgelegt wird. Die Störungen, die der Meßapparat erzeugt, sind physikalisch erklärbar. Das ist gerade ein großer Vorteil der Theorie Bohms, daß bei ihm nichts physikalisches aus dem physikalischen Weltbild herausfällt, im Unterschied zu den verschiedenen Strömungen der "Kopenhagener", die allesamt für das wohl Wichtigste, was es in der Physik gibt, nämlich für das Prinzip der materiellen Einheit der Welt, keinerlei Theorie, keinerlei Beschreibung, geschweige Verständnis haben und damit zu den abenteuerlichsten Vorstellungen gelangen."

* * *

1) siehe Karl von Meyenn (Hrsg.): Quantenmechanik und Weimarer Republik, Braunschweig/Wiesbaden 1994, Vieweg-Verlag, ISBN 3-528-08938-5, 405 Seiten, 58 DM. (Anm. d. Red.)

Quelle:
Streitbarer Materialismus Nr. 20, Januar 1996, S. 55 – 70
www.streitbarer-materialismus.de

Fundort:
<http://www.dkp-ge.de/marx/science/science.html>