Zeitschrift: Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft
Herausgeber: Wechselwirkung
Band: 8 (1986)
Heft: 28

Artikel: Fauler Zauber : führt die moderne Physik zu Magie und Astrologie?
Autor: Scheer, Jens
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-652791

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Fauler Zauber

Führt die moderne Physik zu Magie und Astrologie?

Die philosophischen und erkenntnistheoretischen Konsequenzen der Quantenmechanik wurden in der Weimarer Republik nicht nur in Physikerkreisen heftig und kontrovers diskutiert, bis in den 30iger Jahren die Kopenhagener Deutung als eindeutiger Sieger daraus hervorging. In den letzten Jahren wurden experimentelle und theoretische Ergebnisse erzielt, die sich im Rahmen dieser Deutung wohl nur durch Fernwirkungen erklären lassen, die mit Überlichtgeschwindigkeit vermittelt werden.
Nach 50 Jahren Diskussionspause entsteht ein erneuter Streit über die Interpretation der Quantenmechanik.

von Jens Scheer

Ein Kind wird geboren und die Stellung der Millionen km entfernten Planeten und Lichtjahre entfernten Sterne bestimmt sein Schicksal; ein Seemann ertrinkt auf hoher See und zu Hause bleibt die Uhr stehen; ein Voodoo-Zauberer sticht in eine Puppe und der Mensch, den die Puppe darstellt, stirbt. Solche Geschichten, längst von der Wissenschaft ins Reich des Aberglaubens verwiesen, sollen prinzipiell wieder möglich sein, wenn man bestimmten Interpretationen der Quantentheorien glaubt, bei denen es um momentane Fernwirkungen über große Entfernungen geht. Die philosophischen und politischen Konsequenzen werden schon deutlich benannt:

„... dann zeigt Bells Theorem, daß makroskopische Reaktionen nicht von weit entfernten Ursachen unabhängig sein können ..., daß der freie Wille eine Illusion ist. Der Begriff des „freien Willens" beruht auf der Annahme, daß das „Ich" getrennt vom Universum existiert, das ich mit meinem freien Willen beeinflusse. Nach dem Buddhismus ist das Getrenntsein des „Ich" vom Rest des Universums eine Illusion. Wenn ich also das Universum bin, was kann ich dann mit meinem freien Willen beeinflussen? Der freie Wille ist ein Teil der Illusion des „Ich".

[Gary Zukav, die tanzenden Wu Li Meister]

Es ist nicht das erste Mal, daß die herrschende Auffassung über die Quantentheorie zu ideologischer Begründung religiöser, irrationaler, idealistischer Ansichten diente, wie diese andererseits die innerphysikalische Diskussion beeinflussen.

Quantentheorie: anwendbar, aber nicht verstehbar?

Dabei ist die Situation merkwürdig widersprüchlich: Einerseits wurde in den zwanziger Jahren ein mathematischer Formalismus entwickelt und seither immer mehr verfeinert, der es gestattet, das kollektive Verhalten von Mikroobjekten außerordentlich genau zu beschreiben und vorherzusagen. Die moderne Optik, Elektronik, Festkörper-, Atom- und Kernphysik bedient sich dieses Formalismus sehr erfolgreich; es steht außer Zweifel, daß dadurch ein ganz großer Teil der Wirklichkeit theoretisch und praktisch im Griff ist.

Andererseits wurden diese eindrucksvollen Erfolge erzielt unter Verzicht darauf, zu verstehen, was wirklich im einzelnen passiert. Was anfangs noch eine Not war – daß man über das raumzeitliche Verhalten einzelner Elementarteilchen nichts aussagen konnte – wurde bald zur Tugend erklärt: Es gehöre zum Wesen der neuen Physik, daß gewisse Fragen prinzipiell unbeantwortbar seien, also auch gar nicht gestellt werden dürften. Dies markieren Äußerungen wie die von Bohr, verstehen heiße nur, sich an etwas zu gewöhnen; oder von Feynman, niemand verstünde die Quantenmechanik, es komme nur darauf an, sich im Gebrauch der Formeln zu üben.

Besonders pointiert dargestellt sind diese Ansichten in dem Buch von Pascual Jordan „Die Physik des 20. Jahrhunderts". Mehr oder weniger akzentuiert sind jedoch praktisch Gemeingut des physikalischen Lehrgebäudes der letzten 50 Jahre Thesen wie die folgenden:

— Mikroobjekte hätten gewisse Eigenschaften, wie eine bestimmte Geschwindigkeit an einem bestimmten Ort, gar nicht objektiv, sondern nehmen je nach Willen des Experimentators mal das eine, mal das andere ein.

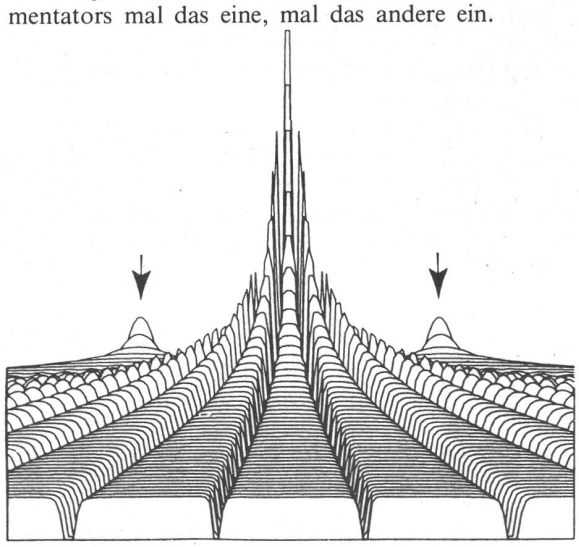


Abb. 1: Quantenpotential für zwei Spalte, die im Hintergrund erkennbar sind (Pfeile)

— Sie bewegten sich nicht auf kontinuierlichen Bahnen in Raum und Zeit, sondern seien sprunghaft mal an einem Ort, mal an einem anderen. Dies wird gern illustriert durch ein Experiment, wo zwischen Quelle und Nachweisgerät von Elementarteilchen eine Wand mit zwei Öffnungen ist. Werden viele solcher Teilchen registriert, zeigt sich eine Häufigkeitsverteilung, ein sogenanntes Interferenzmuster, daß durch Abschattung durch die Wand nicht erklärt werden kann. Da heißt es dann, die Teilchen seien weder durch die eine noch durch die andere Öffnung gelaufen, das ganze sei ein prinzipiell unbegreifliches Phänomen; alles was man sagen könne, sei, wie sich eine größere Anzahl von Teilchen anordnen würde, für ein einzelnes Teilchen könne man nur Wahrscheinlichkeitsaussagen treffen, ihm aber keine kontinuierliche Bahn zwischen Quelle und Beobachter zuordnen.

— Auch könne man über die Ursachen mikrophysikalischer Vorgänge keinerlei Aussagen machen. Ob etwa ein radioaktiver Atomkern jetzt oder erst viel später zerfällt, hat keine Ursache, er entscheidet sich irgendwie spontan, abermals könne man nur Wahrscheinlichkeitsaussagen treffen.

— Vielfach wird betont, daß dieser Zustand nicht etwa ein vorläufiger sei, der durch weitere Forschung weiter aufgeklärt und verändert werden könne, vielmehr gehöre es zum Wesen der Quantenmechanik, daß sie nicht weiter zu vertreten, etwa aus einer umfassenderen Theorie zu begründen sei.

Einem Theorem des Mathematikers v. Neumann, der 1932 dies behauptete, wurde zwar schon 1935 von Grete Hermann (Die Naturwissenschaften, 23 (1935) S. 718 - 721) ein innerer Zirkelschluß nachgewiesen. Dies blieb jedoch für Jahrzehnte völlig unbeachtet, Generationen von Physikern lernten das v. Neumann-Theorem; selbst als Bell 1964 die Hermannsche Kritik wiederholte, blieb dies praktisch ohne Einfluß auf die Lehrbücher und Vorlesungsinhalte. Kein Wunder also, daß noch heute die weit überwiegende Anzahl der Physiker in diesen Auffassungen befangen ist.

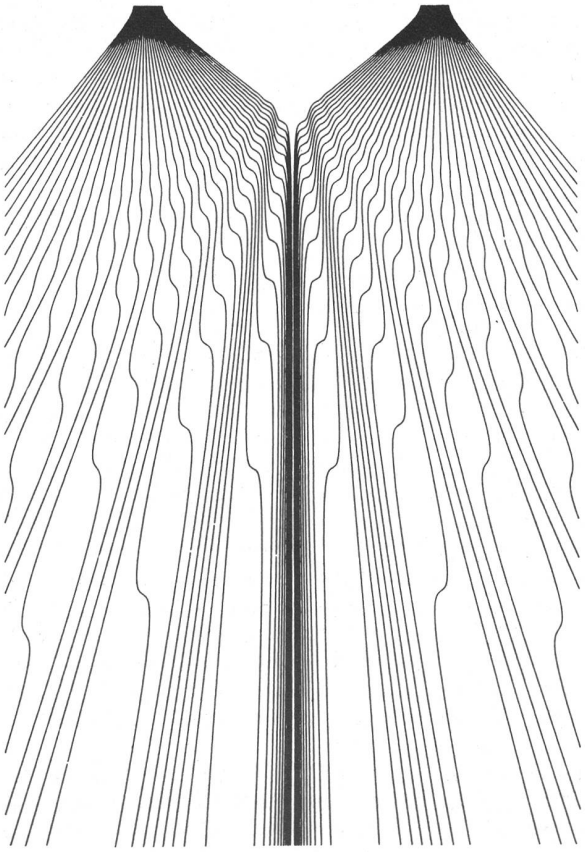


Abb. 2: Teilchenbahnen durch die beiden Spalte hindurch

Ein neues Bild der Materie

Von einer bestimmten Position aus, die auch der Autor vertritt, können all diese Doktrinen heute als falsch bezeichnet werden. Danach haben auch Mikroobjekte objektiv die genannten Eigenschaften, die mit bestimmten Anforderungen festgestellt werden können. Ihre Bahnen verlaufen kontinuierlich, sie werden etwa im Fall der Doppelöffnung durch ein Feld gelenkt, das durch die experimentelle Anordnung bestimmt ist und genau so real ist wie etwa die elektrischen Felder.

Die erste Abbildung zeigt das Potentialfeld, das durch die Spaltenanordnung bestimmt wird. Wie die zweite Abbildung zeigt, werden einlaufende Teilchen dadurch auf kontinuierlichen Bahnen so gelenkt, daß sich die beobachtete Verteilung ergibt. Man kann also von jedem im Detektor nachgewiesenen Teilchen nicht nur sagen, durch welche Öffnung es gekommen ist, sondern auch noch, an welcher Stelle es diese Öffnung passiert hat.

Dies so merkwürdig anmutende Potential kann seinerseits sehr wohl verstanden werden: Es bestimmt sich gerade als die Energie, die einem Teilchen, das durch ein gasförmiges Medium driftet, dadurch zugeführt wird, daß die Atome dieses Mediums ständig auf das Teilchen eintrommeln. Durch die äußeren Bedingungen stellt sich eine bestimmte Dichteverteilung in dem Medium ein, auf die das Teilchen reagiert. Ähnlich verhält sich etwa ein Staubkorn, auf das Luftmoleküle eintrommeln.

Die modernen Theorien beschreiben ganz analog die Elementarteilchen in einem „Subquantenmedium". Weitere Entwicklungen gehen dann dahin, das Teilchen als stabiles Gebilde, das aus eben den „Atomen" des Subquantenmediums geformt wird (Soliton), aufzufassen, entsprechend etwa einem stabilen Wirbel aus Luftmolekülen, der ja auch, von weitem gesehen, wie ein beständiges Objekt seinen Weg durch die Luft nimmt.

Dies mag genügen, um zu zeigen, daß die Zeiten vorüber sind, in denen alle Fragen nach einem tieferen Verständnis der Mikrophänomene verboten waren. Damit ist auch die Bahn frei für Experimente, die zeigen, daß detailliertere Kenntnisse gewonnen werden können, als dies nach den Aussagen der Quantentheorie möglich ist. So zeigen Interferenzexperimente an Neutronen, daß das charakteristische Verteilungsmuster bleibt, obwohl jedes Neutron in einer Spule durch Umklappen seines magnetischen Moments ein Signal erzeugt, aus dem man schließen kann, daß es den einen oder den anderen von zwei Wegen gelaufen ist.

Daß diese Tatsachen den meisten Physikern und erst recht der weiteren Öffentlichkeit bisher verborgen geblieben sind, ist ein interessantes wissenschafts-soziologisches und -ideologisches Phänomen. Untersuchungen von Forman zeigen, wie in den 20er Jahren der Zeitgeist die Mehrheit der deutschen Physiker zu irrationalistischen antikausalen Auffassungen brachte, gegen die sich so bedeutende Wissenschaftler wie de Broglie und Einstein nicht durchsetzten. Gerade mehrere der Väter der Quantentheorie waren mit ihrer ideologischen Ausschlachtung und der innerwissenschaftlichen Beschränkung nie einverstanden.

Das EPR-Paradoxon

Ausgangspunkt für eine Reihe von neueren Experimenten zur Deutung der Quantentheorie (QT) ist dann auch eine Überlegung von Einstein und seinen Mitarbeitern Podolsky und Rosen („EPR"), mit der sie 1935 die Unvollständigkeit der QT zeigen wollten.

Die QT sagt ja: Wenn man den Ort eines Teilchens genau kennt, ist notwendigerweise sein Impuls unbestimmt; es kann nicht präziser angegeben werden, als durch eine Formel, die Heisenbergsche Unschärferelation, angegeben wird.

Nun sagten EPR: Wenn man auf irgendeine Weise den Impuls eines Teilchens kennt, und, ohne es dadurch zu stören, eine genaue Ortsbestimmung vornimmt, dann weiß man offenbar mehr, als die QT sagen kann. Es gibt Elemente der Realität, die nach eigenem Eingeständnis kein Gegenstück in der Theorie haben, mithin ist die Theorie unvollständig, ist nicht das letzte Wort, kann erweitert, eingebettet werden in eine umfassende Theorie. Der Grundgedanke von EPR war: Man betrachte zwei Teilchen, die anfangs in Ruhe zusammen waren und dann auseinanderfliegen. Dann kann man an einem den Impuls p genau messen und weiß dann, daß das andere den Impuls $-p$ hat. Da man an diesem anderen Teilchen eine präzise Ortsbestimmung vornehmen kann, weiß man in der Tat mehr, als die QT sagen kann. Vorausgesetzt war natürlich, daß die Messung des Impulses an einem Teilchen die Ortsmessung an dem anderen weit entfernten in der Tat nicht beeinflußt.

Die Antwort der „Orthodoxen" darauf war ausweichend und lief darauf hinaus, den Einsteinschen Realitätsbegriff zu unterlaufen mit dem Argument, es gäbe eben keine solchen ungestörten Dinge, sondern irgendwie hinge alles mit allem zusammen, was aber irgendwie nicht Gegenstand der Physik mehr sein solle und grundsätzlich unverständlich bleiben müsse. So blieben über drei Jahrzehnte die Meinungen nebeneinander stehen und obwohl eigentlich keineswegs fundiert, gewannen die Orthodoxen die fast vollständige Oberhand.

Dann kam Bell 1964 und rechnete vor, daß es experimentell unterscheidbar sei, ob es die postulierten fern-reichenden Zusammenhänge geben würde, oder ob Wirkungen eines Dings nur an dessen Ort ausgeübt würden und sich die Dinge allenfalls mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten (Lokalitätspostulat).

Die vorgeschlagenen Experimente bezogen sich jetzt nicht mehr auf die ursprüngliche Einsteinsche Idee der Bestimmung von Ort und Impuls – das wurde bis heute experimentell als zu schwierig angesehen – sondern auf die entsprechenden Unschärfebeziehungen zwischen den Komponenten des Drehimpulses eines Mikroobjekts. Da sagt die QM ähnlich: Indem man die Komponente in **einer** Richtung messe, mache man sie in den dazu senkrechten Richtungen unbestimmt. Und die analoge Überlegung war, bei einem Partner die Komponente in einer Richtung zu messen, und bei dem anderen die in einer anderen Richtung. Dann weiß man über den Satz von der Drehimpulserhaltung auch die entsprechende Komponente beim ersten Teilchen, obwohl die QM darüber nichts aussagen kann.

Die meisten Experimente wurden mit Paaren von Lichtquanten durchgeführt, bei denen an die Stelle des Drehimpulses eine analoge Größe, die Polarisation, etwa Schwingungsebene der Lichtwelle, trat, die ebenfalls Komponenten in den drei Raumrichtungen haben kann. Sie wird festgestellt, indem man gewisse Kristalle benutzt, die nur dann Licht durchlassen, wenn es in einer bestimmten Ebene schwingt, die durch die Lage des Kristalls im Raum vorgegeben wird. Ob ein Lichtquant da durchgekommen ist, stellt man dadurch fest, daß ein dahinter montierter Detektor anspricht. Solche Analysatoren verwendet man nun, um die Polarisation der beiden aus einem Atom paarweise emitierten Lichtquanten festzustellen. Variiert man die relative Stellung der Kristalle, so erhält man verschiedene Zählraten in den Detektoren, und es war nun der Inhalt der Bellschen Theorie, für die Verhältnisse dieser Zahlen Werte vorherzusagen, wenn die QT mit ihren Fernwirkungseffekten gelten würde, oder wenn alle Wirkungen örtlich ablaufen würden.

Die Experimente scheinen die QT-Vorhersage zu bestätigen. Von besonderem Interesse sind dabei die Experimente von Aspect und Mitarbeitern sowie dem leider verstorbenen Rapisarda und Mitarbeitern.

Bei ihnen kann durch eine schnelle „Weiche" das eine Lichtquant in zwei verschiedene Apparate gelenkt werden, die verschiedene Komponenten der Polarisation messen. Verblüffenderweise verhält sich dennoch das andere Quant bei seiner Messung so, als ob es „wüßte", welches Schicksal sein Partner hatte, obwohl die beiden Meßapparate so weit räumlich auseinander stehen, daß die Information über die Messung an einem Quant nicht, selbst wenn sie mit Lichtgeschwindigkeit eilte, von einem zum anderen gelangen könnte.

Lokal oder nicht lokal?

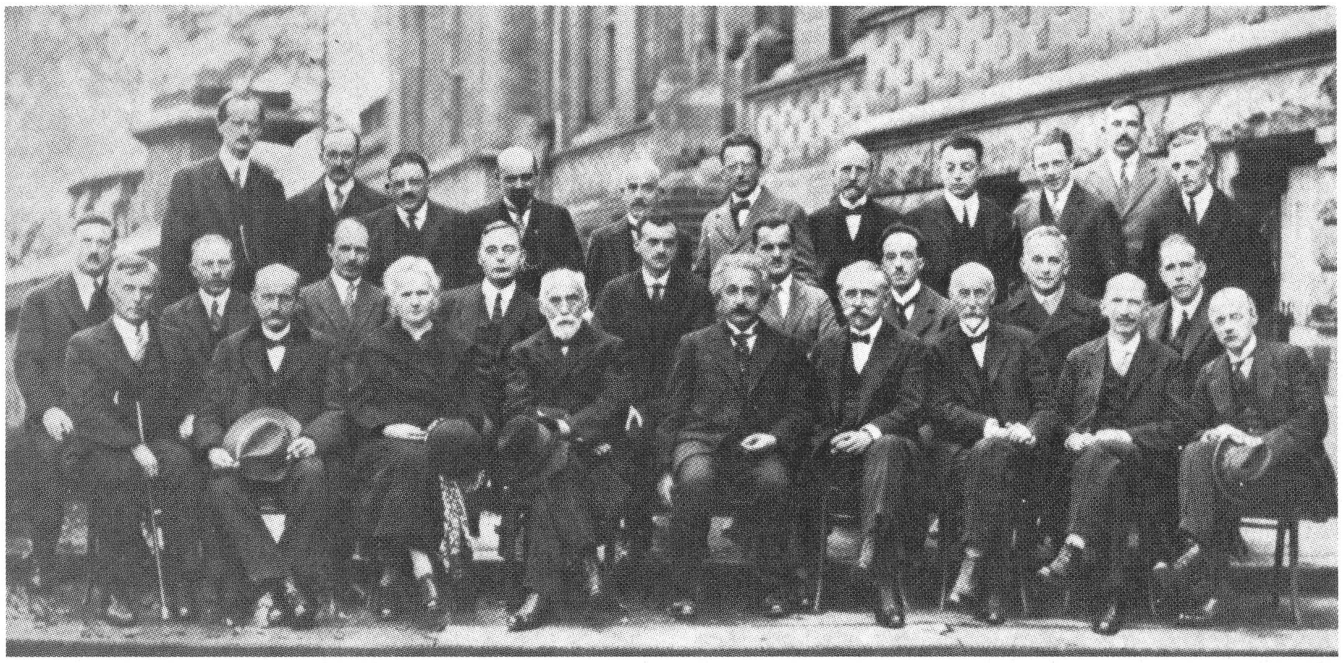
Allerdings sind diese Experimente dann doch nicht so schlüssig, wie man allgemein glaubt. Selleri und Marshall bemerkten nämlich, daß die Interpretation der Experimente auf versteckte Weise einen Zirkelschluß enthält. Der Schwachpunkt aller Experimente ist die Tatsache, daß die Detektoren nicht auf jedes Lichtquant ansprechen. Wenn nun bei einer Stellung des einen Analysators der andere nichts registriert, kann das sowohl den Grund darin haben, daß der andere Analysator ungünstig stand, oder daß er zwar richtig stand, das Lichtquant ihn auch passierte, und dann einfach nicht registriert wurde. Wenn es nun so wäre, daß jedes Lichtquant neben seiner Polarisation noch durch einen weiteren, verborgenen Parameter gekennzeichnet werden kann, der die Nachweiswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der vorhergegangenen Kristallstellung beeinflußt, so kann man die Meßresultate auch erklären, ohne Fernwirkung anzunehmen. Selleri und Marshall argumentieren nun: Nur wenn ein solcher lokaler Parameter von vornherein ausgeschlossen wird, kann man die Experimente dahingehend interpretieren, daß es überhaupt keine lokalen Parameter geben kann.

Im weiteren unterscheiden sie sich etwas:

Marshall sagt: Rationale Naturwissenschaft ist überhaupt nur möglich, wenn die Welt lokal, trennbar, separierbar ist. Das kann man als Grundtatsache voraussetzen, mithin sind die Aspect-Rapisarda-Experimente bereits der Beweis, daß es diese verborgenen Nachweisparameter gibt.

Selleri läßt die Frage zunächst offen, schlägt aber seinerseits eine Verfeinerung der Experimente vor. Durch einen weiteren Analysatorkristall im Strahlengang soll man zweifelsfrei feststellen, ob es derartige Parameter gibt. Das entsprechende Experiment wird von Duncan und Mitarbeitern in Stirling (Schottland) derzeit durchgeführt. – Anfang Oktober 1985 lagen auf der diesen Fragen gewidmeten Konferenz in Urbino/Italien leider noch keine Resultate vor. Selleri ist felsenfest davon überzeugt, daß sie die Existenz solcher Parameter bestätigen werden.

Andere Physiker, die selbst Gegner der orthodoxen Interpretation sind, nehmen die Aspect-Rapisarda-Experimente dagegen für bare Münze, wenden diese aber gerade gegen „Kopenhagen". Vigier und Mitarbeiter etwa kritisieren die Haltung: „Es ist und bleibt ganz unverstehbar, wieso ein fern-



Solvay-Konferenz vom 24. bis 29. Oktober 1927 in Brüssel: 1. Reihe v.l.: Planck (2.), Curie (3.), Lorenz (4.), Einstein (5.), Langevin (6.); 2. Reihe v.l.: Dirac (5.), Compton (6.), de Broglie (7.), Born (8.), Bohr (9.); 3. Reihe v.l.: Schrödinger (6.), Pauli (8.), Heisenberg (9.)

wirkender Zusammenhang existiert, und der Physiker darf gerade nicht danach fragen, weil das nicht Gegenstand der Physik mehr ist." Ganz im Gegenteil sagen sie, ist es Aufgabe des Physikers, sich zu überlegen, wie solche Effekte als Bestandteil und im Rahmen der Physik verstehbar sind. Und diese Effekte zeigen ja gerade, daß zwischen den Teilchen, wenn sie weit entfernt sind, nicht das pure Nichts ist, sondern irgendein Medium, das die Fernwirkung in physikalisch verstehbarer Weise überträgt.

Aber – lautet der Einwand – kein Ding kann sich doch schneller als Lichtgeschwindigkeit bewegen. Richtig, erwidern Vigier und andere, aber das gilt nur für die Dinge selbst, nicht für ihr Inneres, da kann sich etwa eine Stoßwelle sehr viel schneller ausbreiten.

Es gibt ein hübsches Experiment, das den Gedanken illustriert: Mehrere Kugeln hängen an Fäden in einer Reihe nebeneinander, wenn man die äußerste anhebt und zurückfallen läßt, bleiben alle anderen in Ruhe, nur die äußerste am anderen Ende schnellt hoch. Da wird der Stoß durch die Reihe der Kugeln viel schneller bewegt, als sie sich selbst bewegen.

Man stelle sich also den Raum vor als erfüllt mit vielen solchen kleinen starren Objekten – sie können winzig klein sein, viel kleiner als die bekannten Elementarteilchen, nur **endlich** muß ihr Durchmesser sein. Dann kann in diesem Medium ein Effekt in der Tat sehr schnell übertragen werden, die Beschränkung auf die Lichtgeschwindigkeit fällt fort.

Zwei Anmerkungen dazu:

- Ein solches Medium erinnert stark an den alten Äther, von dem wir gelernt haben, daß es ihn aufgrund der Relativitätstheorie seit 1905 nicht gibt.

  Aber schon Einstein selbst hat 1924 darauf hingewiesen, daß er nicht jede Art von Äther ausgeschlossen hat, sondern nur einen solchen, der als absolutes Bezugssystem dienen könnte.

  Und Dirac, der Schöpfer der relativistischen Quantenmechanik, hat 1952 formal gezeigt, daß ein Äther, der seinerseits aus solchen Sub-Teilchen zusammengesetzt ist, wie sie Vigier verwendet, sehr wohl in Übereinstimmung mit den Postulaten der Relativitätstheorie ist.

- Ein solches Medium, in dem die beobachteten Elementarteilchen als konzentrierte Klümpchen oder stabile Wirbel gebildet werden, liegt ohnehin der Theorie zugrunde, aus der der übliche quantentheoretische Formalismus ohne weitere Annahme abgeleitet werden kann. Insofern ist das Bild erfreulich konsistent.

Freilich ist es noch ein weiter Weg, von dieser prinzipiellen Möglichkeit einer Fernwirkung zu einem genau ausformulierten Mechanismus, wie genau solche Fernwirkungen übertragen werden. Wesentlich ist, daß man nicht mehr sagen muß: „Für alle Ewigkeit unverständlich", sondern, daß die Tür offen ist für Denken und Forschen an diesem Punkt.

Wenn die Fernwirkung so aus dem Bereich metaphysischer Spekulationen zum Gegenstand der Physik geworden ist, lassen sich über sie begründbare und experimentell überprüfbare Hypothesen machen.

Gerade weil es sich um eine Art Stoßwelle in einem realen Medium handelt, ist zu erwarten, daß sie nicht unendlich weit reicht, sondern sich irgendwann so abschwächt, daß sie nicht mehr wirksam ist. Über die 12 m des Aspect-Experiments reicht sie offenbar, aber ob auch über 1 km, ist eine offene, im Prinzip überprüfbare Frage. Nimmt man eine solche begrenzte Reichweite an, so sind die Relationen außerhalb dieser Reichweite so, wie die klassische Theorie und Selleri und Marshall verlangen, und innerhalb, so wie die QM verlangt, aber jetzt nicht als unverständliches metaphysisches, sondern als verständliches physikalisches Phänomen. □

Literatur

Einführung in die orthodoxe physikalische Fachdiskussion:

K. Baumann, R. U. Sexl: Die Deutungen der Quantenmechanik, Braunschweig 1984.

W. Mückenheim, Phys. Bl. 39 (1983) 331.

Weiterführende und populäre Arbeiten:

David Bohm: Ganzheit und implizite Ordnung, München 1985.

J. Andrade e Silva, G. Lochak: Wellen und Teilchen, Frankfurt 1974.

P. Forman, Weimar Culture and Quantum Theory, Historical Studies in the Physical Sciences, 1971.

Einstein: Über den Äther, Schweiz. Natforsch.Ges. 85 (1924) 85.

J. Scheer, Umbruch 3/4, 1983.

Vigier, Astronomische Nachrichten 303 (1982) 55.