Wolfgang Pauli als philosophischer Denker: Kausalordnung, Sinnordnung, Komplementarität

Hartmann RÖMER (Freiburg i. Br.)

Wolfgang Pauli gehört mit Sicherheit zu den zehn und wahrscheinlich eher zu den fünf größten Physikern des zwanzigsten Jahrhunderts und ist vielleicht von ihnen allen der scharfsinnigste. Sein Name ist, obwohl einer heutigen Öffentlichkeit weniger bekannt, in einem Atemzug mit Einstein, Bohr, Heisenberg, Born und Schrödinger zu nennen. Er war, im Gegensatz etwa zu Einstein, ein Wunderkind. Schon mit 21 Jahren veröffentlichte er einen zusammenfassenden Artikel über die Relativitätstheorie, mit dem ihn sein Lehrer Arnold Sommerfeld in München betraut hatte. Zu dieser Arbeit äußerte sich Einstein wie folgt[1]:

„Wer dieses reife und groß angelegte Werk studiert, möchte nicht glauben, dass der Verfasser ein Mann von einundzwanzig Jahren ist. Man weiß nicht, was man am meisten bewundern soll, das psychologische Verständnis für die Ideenentwicklung, die Sicherheit der mathematischen Deduktion, den tiefen physikalischen Blick, das Vermögen übersichtlicher mathematischer Darstellung, die Literaturkenntnis, die sachliche Vollständigkeit, die Sicherheit der Kritik ...“

Er promovierte mit 21 Jahren, habilitierte sich mit 24 Jahren und übernahm mit 28 Jahren eine ordentliche Professur an der eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich. Pauli war maßgeblich an der Entwicklung der Quantentheorie beteiligt. Er war es, der bei der Arbeit zur Erklärung des anomalen Zeemaneffektes den Spinfreiheitsgrad des Elektrons entdeckte. Er fand das Paulische Ausschließungsprinzip, dem zufolge zwei Elektronen sich nicht in demselben Zustand befinden können, und das sowohl das periodische System der Elemente erklärt und die physikalische Grundlage der Chemie liefert, als auch die Härte und Undurchdringlichkeit fester Körper verstehen lässt. Um die Energie-, Impuls- und Drehimpulsbilanz bei gewissen radioaktiven Zerfällen auszugleichen, postulierte er die Existenz eines beinahe masselosen, ungeladenen und mit der Materie nur sehr wenig wechselwirkenden Teilchens, des Neutrinos, das erst Jahrzehnte später direkt nachgewiesen wurde. Im Jahre 1945 wurde er mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet. Bis zu seinem Tode im Jahre 1958 war er das „Gewissen der Physik“[2] und wegen seiner unbestechlichen, scharfen und pointiert formulierten Kritik als der „fürchterliche Pauli“ oder als „Geißel Gottes“ gleichermaßen bewundert und gefürchtet. Ich widerstehe der Versuchung, Proben der zahlreichen Anekdoten zu geben, die sich um seine Person und seine Äußerungen ranken.[3]

Wolfgang Pauli ist, zusammen mit Niels Bohr, Werner Heisenberg und Erwin Schrödinger, von den großen Physikern des letzten Jahrhunderts wohl derjenige, der am kritischsten und tiefsten über Ursprung, Legitimation und Grenzen der physikalischen Methode nachgedacht hat[4], dieser tiefsinnigen, schönen und spektakulär erfolgreichen Kombination von Hypothesenbildung, mathematischer Formalisierung und Experiment. Zu ihrem Triumph hat er einen

---

[1] A. Einstein, Besprechung von „Pauli, W. jun., Relativitätstheorie“, in: Naturwissenschaften 10 (1922) 184–185.

[2] C. P. Enz/K. v. Meyenn (Hrsg.), Wolfgang Pauli. Das Gewissen der Physik (Braunschweig 1988).

[3] V. L. Telegdi: Pauli-Anekdoten, in: Wolfgang Pauli. Das Gewissen der Physik.

[4] W. Pauli, Physik und Erkenntnistheorie (Braunschweig 1988). W. Pauli, Die Wissenschaft und das abendländische Denken, in: „Europa – Erbe und Aufgabe“ Internationaler Gelehrtenkongress Mainz 1955 (Wiesbaden 1956), abgedruckt in: K. v. Meyenn (Hrsg.), Quantenmechanik und Weimarer Republik (Braunschweig 1994).

gewaltigen Beitrag geleistet, obwohl oder auch weil er im Laufe der Jahre bei seinen Reflexionen zu einem Standpunkt gelangt ist, der sich von der allgemein akzeptierten Standardanschauung der praktizierenden Physiker deutlich unterscheidet, indem er dem, was man gewöhnlich als das Irrationale bezeichnet, entscheidende Bedeutung zuerkannte[5].

Dass es hierzu kam, war Pauli keineswegs an die Wiege gesungen. Kam doch zu seinem schon erwähnten Scharfsinn in den früheren Jahren eine extrem rationalistische Grundeinstellung hinzu. Als Pate bei der katholischen Taufe dieses Angehörigen des intellektuellen assimilierten Wiener Judentums aufzutreten war weitherzig genug ausgerechnet der bedeutende Physiker und positivistische Wissenschaftstheoretiker Ernst Mach, der besonders energisch für die Ausscheidung alles nicht Messbaren und Beobachtbaren, etwa auch des absoluten Raumes, aus den Wissenschaften eintrat. Pauli selbst bezeichnete sich als antimetaphysisch getauft[6].

Bestimmungsmerkmale der physikalischen Methode sind, wie bereits erwähnt, Messung, Quantifizierung und mathematische Modellierung. Ein physikalisches Naturgesetz ist ganz wesentlich Kausalerklärung in dem Sinne, dass quantifiziert wird, welche Zustände und welche Messergebnisse sich bei bekanntem gegenwärtigen Zustand eines physikalischen Systems in der Zukunft ergeben werden. Hierbei können, anders als in der klassischen Physik, in der Quantentheorie i. a. nur Wahrscheinlichkeiten für zukünftige Messergebnisse vorhergesagt werden. Damit ein solches kausales Naturgesetz aufgestellt und bestätigt werden kann, ist zweierlei nötig:

- Erstens müssen Anfangszustände eines physikalischen Systems mindestens in weitem Umfange frei herstellbar sein,
- Zweitens muß die Herstellung dieser Zustände immer wieder, im Idealfall jederzeit, reproduzierbar möglich sein.

Diese Reproduzierbarkeit von in allen wesentlichen Eigenschaften identischen Zuständen ist gerade für die Konstituierung statistischer Kausalbeziehungen wie sie in der Quantenmechanik vorliegen, unerlässlich.

Hieraus ergibt sich, dass das Einmalige, nicht Reproduzierbare mindestens direkt nicht Gegenstand physikalischer Gesetze ist. Insbesondere ist der Anfangszustand eines physikalischen Systems nichts, was einer physikalischen Erklärung direkt zugänglich wäre. Einfach ausgedrückt:

Die Physik beschreibt nicht, was ist, sondern was aus einem gegebenen Anfangszustand wird. Dem Anfangszustand selbst haftet ein unvermeidbares Maß an Kontingenz an.

Die Kausalgesetze der Physik haben über ihre Erklärungs- und Vorhersageleistung hinaus auch eine aktive Seite:

Durch planvolle Erzeugung von Anfangszuständen lassen sich gezielt erwünschte Wirkungen, Leistungen und Endzustände hervorbringen. Gerade hierin bestehen die ungeheueren Erfolge der physikalischen Methode in der Technik, die unsere Lebenswelt so tiefgreifend umgewandelt haben. In dieser Leistung des planvollen Hervorbringens liegt die tiefste Bestätigung und Bewahrheitung physikalischer Gesetze: Ein Faktum ist nicht nur eine Tatsache, sondern auch, wie das Wort bereits aussagt, etwas Gemachtes. Dieses Prinzip des „verum factum“, der Bewahrheitung durch Herstellen liegt tief im Wesen der physikalischen Methode.

---

[5] H. Atmanspacher/H. Primas, The Hidden Side of Wolfgang Pauli, in: Journal of Consciousness Studies 3 (1996) 61. Ernst Peter Fischer, An den Grenzen des Denkens. Wolfgang Pauli – ein Nobelpreisträger über die Nachtseiten der Wissenschaft (Freiburg 2000).

[6] C. A. Meier (Hrsg.), Wolfgang Pauli und C. G. Jung. Ein Briefwechsel 1932–1958 (Berlin 1992) Brief Nr. 60 vom 31. März 1953.

Einen bedeutenden Erfolg der physikalischen Methode möchte ich hier besonders erwähnen: Die evolutionäre Erkenntnistheorie lässt den menschlichen Erkenntnisprozess selbst als adaptiven physikalischen Vorgang, wenigstens im Prinzip, verstehen. Das naturwissenschaftlich-physikalische Weltbild ist also insofern vollständig und mit seinen eigenen Voraussetzungen verträglich, als sich das Zustandekommen von Weltorientierung bis hin zur Auffindung physikalischer Gesetze mit inneren Mitteln der Physik beschreiben und deuten läßt. Die Wichtigkeit dieses Schrittes erweist sich sofort, wenn man sich einmal das Gegenteil vorstellt: Wo stände die Physik, wenn sich aus ihr die Unmöglichkeit physikalischer Erkenntnis herleiten ließe?

Die wesentliche Kehrseite solcher Erfolge und Leistungen der physikalischen Methode und Weltsicht sind gewisse Einschränkungen in Fragestellung, Gegenstandsbereich und Reichweite.

Wir haben schon gesehen, dass das Einmalige, nicht-Reproduzierbare nicht wirklich mit physikalischen Methoden erfassbar ist. Außerdem, und damit verbunden, weiß die naturwissenschaftliche Methodologie nur wenig über die Quellen der Intuition zu sagen, die zur Bildung von Begriffen und zur Aufstellung von Hypothesen führt. Solche Fragen werden im allgemeinen einem wenig bestimmten Bereich der Heuristik zugewiesen, über den nur sehr summarische Aussagen mit den Mitteln der herkömmlichen Wissenschaftstheorie möglich sind.

Ein wichtiges Motiv, über die Grundlagen der physikalischen Methode nachzudenken, war für Pauli sicher die Suche nach den Quellen seiner eigenen überströmenden Kreativität. Es war Pauli offenbar schon früh bewusst, dass bei ihm die Grenze zum Unbewussten in ganz besonderer Weise durchlässig war. Hiervon zeugen etwa 1500 aufgezeichnete Träume von höchst überraschendem und originellem, oft übrigens physikalischem Inhalt. Als großer Träumer äußerte Pauli eigene Vorstellungen über den Ursprung physikalischer Hypothesen[7]:

> „Ich hoffe, dass niemand mehr der Meinung ist, dass Theorien durch zwingende logische Schlüsse aus Protokollbüchern abgeleitet werden, eine Ansicht, die in meinen Studententagen noch sehr in Mode war. Theorien kommen zustande durch ein vom empirischen Material inspiriertes Verstehen, welches am besten im Anschluß an Plato als zur Deckung kommen von inneren Bildern mit äußeren Objekten und ihrem Verhalten zu deuten ist. Die Möglichkeit des Verstehens zeigt aufs neue das Vorhandensein regulierender typischer Anordnungen, denen sowohl das Innen wie das Außen des Menschen unterworfen sind."

Ein entscheidender Anstoß zur Beschäftigung mit dem eigenen Inneren und mit Fragen der Heuristik war für Pauli sicher die Bekanntschaft mit dem Psychologen, Therapeuten und Philosophen C. G. Jung, der, zeitweise Schüler von Freud, dessen Theorie des Unbewussten auf seine eigene, abweichende, höchst fruchtbare Weise weiter entwickelt hat.

In einer Lebenskrise und nach der Scheidung von seiner ersten Ehefrau wandte sich Pauli im Jahre 1931 an C. G. Jung mit der Bitte um Behandlung und Hilfe. Jung übertrug zwar die Therapie, in deren Verlauf die bereits erwähnten Träume aufgezeichnet werden, seiner Schülerin Erna Rosenbaum, die Pauli drei Jahre lang behandelte, blieb aber bis zu Paulis Tod mit ihm in intensivem Gedankenaustausch[8]. Als Leitmotiv ihres jahrzehntelangen Dialogs kann die zunächst von C. G. Jung formulierte, später von beiden gemeinsam ausgebaute Vorstellung der *Synchronizität* angesehen werden. Ihre Erläuterung wird ein Hauptanliegen meiner

---

[7] W. Pauli, Phänomen und physikalische Realität, in: Dialectica 11 (1957) 36–48.

[8] Als Hauptreferenz hierzu ist zu nennen: H. Atmanspacher/H. Primas/E. Wertenschlag-Birkhäuser (Hrsg.), Der Pauli-Jung-Dialog und seine Bedeutung für die moderne Wissenschaft (Berlin 1995), darin besonders der Beitrag von H. Primas, Über dunkle Aspekte der Naturwissenschaft, 205–238.

Ausführungen sein[9]. Vorläufig kann man den Grundgedanken hinter dem Begriff „Synchronizität" wie folgt beschreiben:

Die Kausalbeziehung ist nicht die einzige Ordnung stiftende Beziehung zwischen Dingen und Ereignissen. Unabhängig von Raum, Zeit und Kausalität gibt es auch eine ursachenlose, Zusammenhang stiftende Angeordnetheit, die man als Sinn oder Sinn schaffendes Muster bezeichnen könnte.

C. G. Jung hatte diese Sinnbeziehung ursprünglich zur Erklärung paranormaler Phänomene wie Präkognition, Telepathie oder Telekinese postuliert, um solche Phänomene nicht als Ergebnis irgendeiner Einwirkung sondern als sinnvolle Zufälle, als unverursachtes Zusammentreten sinnvoll zusammengehöriger Erscheinungen zu verstehen. In der Tat hatten paranormale Phänomene C. G. Jung schon in seiner Dissertation beschäftigt.

Pauli waren die paranormalen Anwendungen der Synchronizitätsvorstellung eher unbehaglich, einerseits, weil er um seinen Ruf als seriöser Physiker besorgt war, andererseits, weil er sich selbst von verstörenden schwer erklärlichen Erscheinungen bedrängt sah: In seiner Gegenwart versagten physikalische Messapparaturen derart oft ihren Dienst, dass dieses Phänomen allgemein als Paulieffekt bekannt war. Ein stocknüchterner Experimentalphysiker wie Paulis Freund Otto Stern hat ihm daraufhin das Betreten seines Institutes verboten.

Zu Lebzeiten hat Pauli nur sehr wenig über seine Synchronizitätsvorstellungen veröffentlicht. Eine Ausnahme bildet eine gemeinsam mit C. G. Jung im Jahre 1952 herausgebrachte Monographie[10], in der Jung erstmalig nach zahllosen klärenden Gesprächen mit Pauli die Theorie der Synchronizität zusammenhängend zur Darstellung bringt, während Pauli die Wirksamkeit archetypischer Vorstellungen in der Physik Keplers aufzuzeigen sucht. Pauli hat seine Gedanken zu diesem Thema nur wenigen vertrauten Freunden, darunter C. G. Jung, Markus Fierz und Max Dellbrück, mitgeteilt, und seine umfangreiche, Tausende von Briefen umfassende Korrespondenz ist erst lange nach seinem Tode zugänglich geworden[11].

Beide, Pauli und Jung, haben Anregung und Bestätigung aus einem Aufsatz Schopenhauers aus dem ersten Teilband seiner Parerga und Paralipomena mit dem Titel „Transzendentale Spekulation über die anscheinende Absichtlichkeit im Schicksale des Einzelnen" gezogen, in dem die Vorstellung einer von der Kausalordnung unabhängigen Sinnordnung der Erscheinungen bereits in aller Klarheit ausgesprochen wird.

Sehr einprägsam und anschaulich vergleicht Schopenhauer hier Ereignisse mit Punkten auf einer Kugeloberfläche, wobei kausal zusammenhängende Ereignisse auf einem gemeinsamen Längenkreis liegen, während in einem Sinnzusammenhang stehende Ereignisse auf ein und demselben Breitenkreis ihren Ort haben.

Schopenhauer bekennt sich übrigens in diesem Aufsatz zu einem ganz strikten physikalischen Determinismus, was die Möglichkeit einer zweiten, anderen Ordnung der Erscheinungen besonders überraschend und deutlich hervortreten läßt. Ein abgeschwächter Determinismus, wie er in der Quantenmechanik herrscht, erleichtert sicher die Verträglichkeit konkurrierender Ordnungsprinzipien.

Die Quantenmechanik, an deren Aufrichtung Pauli so maßgeblich beteiligt gewesen war, inspirierte ihn wohl mehr als alles andere in seinen Überlegungen zur Synchronizität.

---

[9] Vergl. auch H. Primas, Synchronizität und Zufall, in: Zeitschrift für Parapsychologie und Grenzgebiete der Psychologie 38 (1996) 61–91.

[10] C. G. Jung/W. Pauli, Naturerklärung und Psyche (Zürich 1952), darin: W. Pauli, Der Einfluss archetypischer Vorstellungen auf die Bildung naturwissenschaftlicher Theorien bei Kepler, 109–194.

[11] K. v. Meyenn (Hrsg.), W. Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein Heisenberg u. a. (Berlin, Bd I: 1919–1929 (Hrsg. zusammen mit A. Herrmann und V. Weiskopf, 1979); Bd II: 1930–1939 (1985); Bd III: 1940–1949 (1993); Bd IV_1: 1950–1952 (1996); Bd IV_2: 1953–1954 (1999); Bd IV_3: 1955–1956 (2001)).

Mit der Denkfigur der *Komplementarität* tritt in der Quantenmechnik eine neuartige Möglichkeit des subtil geregelten Miteinanders scheinbar unverträglicher Sichtweisen ins Leben. Komplementär sind in der Quantenmechanik beispielsweise Orts- und Impulsbeschreibung eines physikalischen Systems. Es ist nicht möglich, physikalische Zustände herzustellen, in denen Ort und Impuls zugleich scharfe, genau bestimmte Werte haben. In diesem Sinne sind beide Größen, von denen die eine zu einer Teilchen-, die andere zu einer Wellenbeschreibung gehört, miteinander unverträglich; die Quantenmechanik regelt ihr gegenseitiges Verhältnis in ganz überraschender Weise:

- Erstens sind Orts- und Impulsbeschreibung beide vollständig: Der Zustand eines quantenmechanischen Systems ist sowohl durch die Ortswellenfunktion, die Schrödingeramplitude, als auch durch die Impulswellenfunktion vollständig bestimmt. Beide Wellenfunktionen lassen sich ineinander umrechnen. Es ist also in der Quantenmechanik keineswegs so, dass die physikalische Welt materiell in eine Orts- und eine Impulswelt zerfiele, vielmehr sind Orts- und Impulsvariable verschiedene Beschreibungen ein und derselben physikalischen Realität.
- Zweitens wird diese eine physikalische Realität in der Quantenmechanik durch einen abstrakteren Zustandsbegriff beschrieben, technisch gesehen einen Vektor im Hilbertraum, der bezüglich Orts- und Impulsbeschreibung neutral ist, aber sowohl im Orts- wie im Impulsbild und auch in unzähligen anderen Bildern vollständig dargestellt werden kann.
- Drittens regelt die Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation das Verhältnis zwischen verschiedenen Beschreibungen ein und desselben abstrakten quantenmechanischen Zustandes quantitativ und im Detail so, dass Widersprüche ausgeschlossen sind.

Pauli hat die Verhältnisse prägnant so formuliert, dass man die Welt mit einem Impulsauge und einem Ortsauge anschauen kann aber schwindelig wird, wenn man versucht, beide zugleich zu öffnen. Hier hilft dann nur der Rückzug auf den abstrakteren Formalismus der Quantentheorie. Pauli nahm die Quantenmechanik sehr ernst, gerade in dem, was an ihr neu und befremdlich war. Allen Bestrebungen, hinter die Quantenmechanik zurückzugehen, erteilte er ebenso eine klare Absage wie der von Einstein zu seiner Zeit vertretenen Ansicht, die Quantenmechanik sei noch keine vollständige Theorie der physikalischen Welt und werde in vervollständigter Form wieder der klassischen Physik gleichen. Solchen Versuchen, die bis heute unternommen werden, ist übrigens in den letzten Jahrzehnten durch die Entdeckung der Bellschen Ungleichungen der Spielraum sehr verengt, wenn nicht gar der Boden entzogen worden. Pauli war sogar der Ansicht, dass bei einer notwendigen Erweiterung der Quantenmechanik über den Bereich des im engeren Sinne physikalisch Messbaren hinaus die nicht-klassischen Züge der noch zu schaffenden verallgemeinerten Theorie noch schärfer hervortreten würden, dass also am Ende der Entwicklung nicht weniger sondern mehr Quantenmechanik stehen werde.

So schrieb er im Jahre 1954 an Markus Fierz[12]:

„Es könnte doch sein, dass wir die Materie, z.B. im Sinne des Lebens betrachtet, nicht ‚richtig' behandeln, wenn wir sie so beobachten, wie wir es in der Quantenmechanik tun, nämlich vom inneren Zustand des Beobachters dabei ganz absehend ... Die berühmte ‚Unvollständigkeit' der Quantenmechanik (Einstein) ist doch irgendwie – irgendwo tatsächlich vorhanden, aber natürlich gar nicht behebbar durch Rückkehr zur klassischen Feldphysik (das ist nur ein ‚neurotisches Missverständnis' Einsteins), sie hat vielmehr zu tun mit ganzheitlichen Beziehungen zwischen ‚Innen' und ‚Außen', welche die heutige Naturwissenschaft nicht enthält (die aber die Alchemie vorausgeahnt hat)."

[12] Brief von W. Pauli an M. Fierz vom 3. Juni 1952, in: K. V. Laurikainen, Beyond the Atom. The Physical Thougt of Wolfgang Pauli (Berlin 1988) 144–145.

Kommen wir auf die Theorie der Synchronizität zurück. Hier schlug Pauli vor, in Analogie zur Quantentheorie das Verhältnis von Kausal- und Sinnbeschreibung als ein komplementäres anzusehen. In der Bildlichkeit Schopenhauers ließen sich Ereignisse mit Sicherheit nur entweder auf einen Längen- oder auf einen Breitenkreis verorten, nicht aber auf beiden zugleich. Zur Unverträglichkeit von kausal-quantitativer und sinnhaftig-qualitativer Weltbeschreibung schrieb er, wieder an Markus Fierz, im Jahre 1949[13]:

„Ich glaube, dass die synchronistischen Sinngemäßheiten zerstört werden, wenn man alle unkontrollierbaren und unbeweislichen Faktoren aus den sodann reproduzierbaren Versuchsbedingungen eliminiert."

Neuere Experimente zu paranormalen Phänomenen wie Telepathie und Telekinese, zeigen in der Tat, dass sich drastische singuläre Ereignisse mit zunehmender Kontrollierbarkeit und statistischer Signifikanz bis zum Verschwinden hin zurückziehen.

Zur Verträglichkeit der verschiedenen Beschreibungsweisen schreibt Pauli[14]:

„Da in der Physik die deterministische Auffassung verlassen ist, besteht auch keinerlei Grund mehr, eine vitalistische Auffassung weiter aufrecht zu erhalten, gemäß welcher die Seele physikalische Gesetze ‚durchbrechen' könne oder müsse. Es scheint vielmehr ein wesentlicher Teil der ‚Weltharmonie' zu sein, dass die physikalischen Gesetze für die Möglichkeit einer anderen Beobachtungs- und Betrachtungsweise (Biologie und Psychologie) gerade so viel Spielraum lassen, dass die Seele alle ihre ‚Zwecke' erreichen kann, ohne physikalische Gesetze zu durchbrechen."

Nachdem wir zusammen mit Wolfgang Pauli Hinweisen nachgegangen sind, wie auch über den physikalisch fassbaren Bereich der Realität hinaus Komplementarität verschiedener Beschreibungsweisen in dem Sinne auftreten könnte, dass scheinbar Widersprüchliches in einem geordneten Verhältnis zueinander steht, können wir, ebenfalls zusammen mit Pauli, fragen, was die dahinter stehende abstrakte Einheit stiftende Entität, analog zur Wellenfunktion oder, besser, zum Zustandsvektor in der Quantentheorie ist. Pauli neigt hier der Ansicht C. G. Jungs zu, der schreibt[15]:

„Da Psyche und Materie in einer und derselben Welt enthalten sind, überdies miteinander in beständiger Berührung stehen und schließlich beide auf unanschaulichen transzendentalen Faktoren beruhen, so besteht nicht nur die Möglichkeit, sondern sogar auch eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass Materie und Psyche zwei verschiedene Aspekte einer und derselben Sache sind. Die Synchronizitätsphänomene weisen, wie mir scheint, in diese Richtung, indem ohne kausale Verbindung Nicht-Psychisches sich wie Psychisches und vice versa verhalten kann."

Jung nannte das zugrunde liegende bezüglich des Gegensatzes Materie-Psyche neutrale Substrat auch den *unus mundus*, die eine und einheitliche Welt.

Noch im Jahre 1957 schreibt C. G. Jung[16]:

„Wir haben allen Grund, anzunehmen, dass es nur eine Welt (gibt), in der Psyche und Materie ein und dieselbe Sache sind, die wir zum Zweck der Erkenntnis diskriminieren."

Ganz in diesem Sinne sagt Pauli in seiner bereits erwähnten Arbeit über Kepler[17]:

---

[13] Brief von W. Pauli an M. Fierz vom 22. Oktober 1949, in: K. v. Meyenn (Hrsg.), W. Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel (Berlin 1985) Bd III: Brief Nr. 1055, 703.

[14] Moderne Beispiele zur „Hintergrundphysik", in: C. A. Meier (Hrsg.), Wolfgang Pauli und C. G. Jung. Ein Briefwechsel 1932–1958 (Berlin 1992) 188.

[15] C. G. Jung, Theoretische Überlegungen zum Wesen des Psychischen, in: Gesammelte Werke, Bd. 8 (Olten 1971) Ziff. 418

[16] Brief von 2. Januar 1957 an ungenannte Adressatin, in: C. G. Jung, Briefe, Bd. 3 (Olten 1973) 70.

[17] C. G. Jung/W. Pauli, Naturerklärung und Psyche, 111–112; 164.

„Es wäre am meisten befriedigend, wenn sich Physis und Psyche als komplementäre Aspekte derselben Wirklichkeit auffassen ließen."

Wir werden noch auf Jungs und Paulis Versuche zur näheren Bestimmung des zugrunde liegenden „unus mundus" zurückkommen.

Zuvor aber müssen wir auf Paulis Überlegungen zu der eigenartigen und neuartigen Beobachterabhängigkeit der Quantentheorie eingehen. Bekanntlich spielt in der Quantentheorie der Beobachter bzw. das Messinstrument, im schroffen Gegensatz zur klassischen Physik, nicht nur eine passiv-registrierende sondern eine aktiv phänomenerzeugende Rolle. Die Trennung in Beobachtetes und Beobachter, die in der klassischen Physik unproblematisch ist, gewinnt in der Quantenmechanik eine ganz entscheidende, delikate, konstitutive Bedeutung. Wieder fragt sich, ob und in wieweit diese Verhältnisse über den Bereich der physikalischen Welt hinaus verallgemeinerbar und bedeutsam sind. In der Quantenmechanik beeinflusst ein Beobachter das Messergebnis dadurch, dass er die zu messende Größe wählt, etwa, mit den Worten Paulis, indem er entscheidet, ob die Welt durch das Orts- oder Impulsauge betrachtet wird. Der Ausgang der Messung, also das konkrete Messresultat ist dann i. a. nur nach Wahrscheinlichkeit bestimmt, wobei allerdings der Experimentator weder auf das Einzelergebnis noch auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung Einfluss nehmen kann. In Paulis Worten[18]:

„Hat der physikalische Beobachter einmal eine Versuchsanordnung gewählt, so hat er keinen Einfluss mehr auf das Resultat, das objektiv registriert allgemein zugänglich vorliegt. Subjektive Eigenschaften des Beobachters oder sein psychischer Zustand gehen in die Naturgesetze ebensowenig ein wie in der klassischen Physik."

Hinzuzufügen ist, dass der Beobachter in der Quantenmechanik keineswegs ein mit Bewußtsein ausgestattetes psychisches Subjekt zu sein braucht und durchaus durch eine automatische Registrierapparatur ersetzbar ist. In einer Verallgemeinerung der Quantentheorie auf weitere Phänomenbereiche erwartet Pauli eine stärkere Beobachterabhängigkeit, also eine Verschärfung eines typisch quantentheoretischen Zuges. Er schreibt an M. Fierz[19]:

„Ich habe keinen Zweifel, dass die quantenmechanische ‚statistische Korrespondenz' viel näher auf der Seite des alten Determinismus liegt. Von letzterem aus betrachtet, muss die Quantenmechanik als eine sehr schwache Verallgemeinerung der alten Kausalität erscheinen. Und doch scheint mir die Quantenmechanik auch jenen Wegweiser nach der anderen Richtung zu haben, wo von willkürlicher Reproduzierbarkeit keine Rede mehr sein kann. Die Quantenmechanik scheint mir eine Art Mittelstellung einzunehmen."

Der Beobachter in der Quantentheorie greift nur durch die Wahl der Messgrößen und damit der Versuchsanordnung ins physikalische Geschehen ein, ohne des weiteren den Ausgang der Messung beeinflussen zu können.

Pauli hält es nicht nur für möglich, sondern für wahrscheinlich, dass in einer umfassenderen, die Naturwissenschaften erweiternden Theorie der Weltbeschreibung dem Beobachter eine noch bedeutsamere Rolle zufällt als er sie in der Quantentheorie einnimmt.

Wenn man das größere, aus gemessenem Objekt und Messapparatur/Beobachter bestehende System mit dem Formalismus der Quantenmechanik untersucht, dann erweist sich als der alles entscheidende Schritt die Setzung einer Unterscheidung zwischen Beobachter und Beobachtetem. Diese Auftrennung eines umfassenden Systems ist unvermeidlich, wenn über-

---

[18] W. Pauli, Naturwissenschaftliche und erkenntnistheoretische Aspekte der Ideen vom Unbewussten, in: Dialectica 8 (1954) 283–301; 286.

[19] Brief von W. Pauli an M. Fierz vom 26. November 1949. In K. v. Meyenn (Hrsg.): W. Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel, Bd III, Brief Nr. 1058, 710.

haupt Wissenschaft in dem Sinne getrieben werden sollte, dass über einen Teil der Welt durch Beobachtung von außen Erkenntnisse gewonnen werden.

Sie ist in der klassischen Physik eine harmlose, unverdächtige Operation, in der Quantentheorie hingegen als sogenannter *Heisenbergscher Schnitt* der Grund für deren stochastischen Charakter. Man kann bei der quantenmechanischen Verfolgung des Messprozesses genau sehen, wie sich der Zustand des zusammengesetzten Systems: „Messobjekt plus Beobachter oder Messapparat" vollständig deterministisch (nämlich nach der Schrödingergleichung) verhält. Erst indem man Zustände des Gesamtsystems nur als Aussagen über das Teilsystem „Messobjekt" deutet und alle sonstige Information in ihnen verwirft, gewinnt das Ergebnis einer Messung seinen statistisch-indeterministischen Charakter.

Der tiefere Grund dafür liegt in dem *holistischen* Wesen der Quantentheorie: Während der Zustand eines zusammengesetzten klassisch-physikalischen Systems vollständig durch die Zustände seiner Teilsysteme bestimmt ist, können in der Quantentheorie Observable, die sich auf das Ganze eines Systems beziehen, mit Observablen seiner Teilsysteme in einem inkommensurablen, komplementären Verhältnis zueinander stehen. Das zeigt sich in der Existenz sogenannter *verschränkter Zustände* zusammengesetzter Quantensysteme, in denen sowohl zwischen dem Ganzen und seinen Teilen als auch zwischen seinen Teilen Korrelationen ohne jede Wechselwirkung möglich sind.

Das Pauliprinzip selbst ist ein besonders schönes Beispiel für derartige ursachenfreie Korrelationsmuster.

Es erscheint von diesem Standpunkt aus naheliegend, wenn Pauli vorschlägt, auch das „ursachenlose Angeordnetsein" synchronistischer Phänomene als holistische Korrelationen in einer verallgemeinerten, die Quantentheorie umfassenden Theorie anzusehen.

Der Heisenbergsche Schnitt, der auch in einer verallgemeinerten Theorie unvermeidlich ist, solange Aussagen von etwas oder jemanden über etwas anderes gemacht werden sollen, unterscheidet sich ganz wesentlich von dem Cartesischen Schnitt, der die Welt in res extensae und res cogitantes trennt. Der Cartesische Schnitt ist ontologischer Art, eine Unterscheidung zwischen verschiedenartigen Seinsbereichen. Der Heisenbergsche Schnitt ist eine *epistemische Aufteilung* des Weltganzen in Beobachter und Beobachtetes. Beide Bereiche unterscheiden sich nicht in ihrer Seinsqualität, und der Heisenbergschnitt zwischen ihnen ist nach Lage und Richtung verschiebbar und von der gegebenen Fragestellung bestimmt, allerdings unvermeidbar, solange Erkenntnis von etwas über etwas angestrebt wird. Im Namen eines Erkenntnisinteresses wird durch den Schnitt in einem zunächst ganzheitlichen und einheitlichen System eine epistemische Teilung eingeführt und eine ursprüngliche Symmetrie eines „unus mundus" gebrochen.

So ist die Aussage Paulis in einem Brief an Heisenberg zu verstehen[20]:

> „Zweiteilung und Symmetrieverminderung, das ist des Pudels Kern." Übrigens fügt er hinzu: „Zweiteilung ist ein sehr altes Attribut des Teufels."

Das nicht-deterministische Element der Quantentheorie wird vollständig durch den Heisenbergschnitt erzeugt, in einer allgemeineren Theorie braucht dies nicht mehr der Fall zu sein.

Pauli führt eine ganze Reihe von Beispielen an, wie außerhalb der engeren physikalischen Wirklichkeit[21] Heisenbergschnitt und Komplementarität bedeutsam sein könnten. So könnte

---

[20] Wiedergegeben in W. Heisenberg, Wolfgang Paulis philosophische Auffassungen, in: Naturwissenschaften 46 (1959) 661–663.

[21] W. Pauli, Die Philosophische Bedeutung der Komplementarität, in: Experimenta 6 (1950) 72–81. Zur Diskussion über die Verallgemeinerung der Vorstellung der Komplementarität über die Physik hinaus siehe auch: H. Walach/H. Römer, Complementarity is a useful concept for consciousness studies. A reminder, in:

die Unterscheidung von Bewußtem und Unbewußtem ein Heisenbergschnitt innerhalb einer zunächst ungeteilten menschlichen Psyche sein; man müsste mit Komplementaritäten und holistischen Korrelationen auch in diesem Bereich rechnen. Der Schnitt wäre wieder verschieblich aber unvermeidbar, wenn ich bewusste Aussagen über meinen psychischen Zustand machen möchte. Dem Bewusstsein fiele bei dem Schnitt die Rolle eines Messinstrumentes zu. Wenn etwas zuvor Unbewusstes ins Blickfeld tritt, dann findet seine Repräsentation im Bewusstsein statt. Die aktive, phänomenerzeugende Funktion des Bewusstseins bei diesem Vorgang ist offensichtlich.

Ein Heisenbergschnitt könnte nicht nur innerhalb des individuell Psychischen sondern auch zwischen Psyche und Physis bestehen. Einige synchronistische Phänomene sollten dann holistischen Korrelationen des Gesamtsystems Psyche-Physis entsprechen. Die Begrifflichkeit der Komplementarität könnte Licht auf das Verhältnis zwischen Psyche und Physis, Leib und Seele und insbesondere zwischen Freiheit und Determinismus werfen.

In dem Versuch, Bestimmungselemente und Erscheinungsweisen des zugrundeliegenden, umgreifenden unus mundus genauer zu beschreiben, schließt sich Pauli an C. G. Jung an.

Symbol und Archetypus sind verwandte Ordnungsvorstellungen, deren sich Pauli in diesem Zusammenhang bedient.

Im Gegensatz etwa zu einem Zeichen, geht ein Symbol keineswegs in seiner Hinweisfunktion auf. Es ist einerseits konkreter als ein Zeichen, andererseits nicht völlig ausdeutbar. Charakteristisch ist eine besondere emotionale Geladenheit und Spannung, die mit dem Gefühl verbunden ist, dass das Symbol etwas nicht rational voll Auflösbares und anders nicht Beschreibbares aufruft. Hierin unterscheidet sich das Symbol von der Allegorie, die einen bereits bekannten Sachverhalt in anderer verfremdeter Weise ausdrückt. So haben, worauf Pauli hinweist, Zahlen und mathematische Strukturen für den mathematisch Begabten auch symbolische Bedeutung, die sich in einer eigenartigen Faszination und kreativen Potenz äußert.

Pauli schreibt an M. Fierz[22]:

„Wenn man die vorbewusste Stufe der Begriffe analysiert, findet man immer Vorstellungen, die aus ‚symbolischen' Bildern mit im allgemeinen starkem emotionalen Gehalt bestehen. Die Vorstufe des Denkens ist ein malendes Schauen dieser inneren Bilder, deren Ursprung nicht allgemein und nicht in erster Linie auf Sinneswahrnehmungen ... zurückgeführt werden kann. ... Die archaische Einstellung ist aber auch die notwendige Voraussetzung und die Quelle der wissenschaftlichen Einstellung. Zu einer vollständigen Erkenntnis gehört auch diejenige der Bilder, aus denen die rationalen Begriffe gewachsen sind."

An Hermann Levin Goldschmidt schreibt Pauli[23]:

„Das Symbol ist stets ein abstraktes Zeichen, sei es nun quantitative oder qualitative, sei es mathematisch-gedanklich oder emotional bewertet (‚gefühlsbeladen'). Nur ein Teil des Symbols ist durch bewusste Ideen ausdrückbar, ein anderer Teil wirkt auf den ‚unbewussten' oder ‚vorbewussten' Zustand des Menschen. So geht es auch mit den mathematischen Zeichen, denn nur derjenige ist für Mathematik begabt, für den diese Zeichen (im erläuterten Sinne) Symbolkraft besitzen. Das Symbol ist stets ein Gegensätze vereinigendes Tertium, das die Logik allein allerdings nicht ‚geben' kann."

Neuroendocrinology Letters 21 (2000) 221; und: H. Atmanspacher/H. Römer/H. Walach, Weak Quantum theory: Complementarity and Entanglement, in: Physics and Beyond, quant-ph/0104109, in: Foundations of Physic 32 (2002) 379-406.

[22] Brief vom 7. Januar 1948 an M. Fierz, in: K. v. Meyenn (Hrsg.), W. Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel, Bd III, Brief Nr. 929, 496–497.

[23] W. Pauli, Brief vom 19. Februar 1949 an Hermann Levin Goldschmidt, in: Nochmals Dialogik, hg. von H. L. Goldschmidt (Zürich 1990).

Der Begriff des Archetypus hat im Denken C. G. Jungs eine lange Entwicklung erfahren. Jung geht über Freund insofern hinaus, als er außer dem persönlichen Unbewussten, in das sich insbesondere aus dem Bewusstsein verdrängte Inhalte hinabgestoßen finden, auch ein überindividuelles, allen gemeinsames kollektives Unterbewusstes annimmt. Im kollektiven Unbewussten haben die Archetypen ihren Platz als urtümliche, vieldeutige, gefühlsgesättigte Bilder, deren Wirksamkeit sich besonders in Märchen und Mythen aufweisen lässt. Beispiele sind die Archetypen des Schattens, der Anima, des Selbst oder des alten Mannes.

In späteren Phasen von Jungs Denken werden Archetypen zu abstrakteren nicht mehr rein psychischen sondern eher dem unus mundus angehörigen Ordnungsstiftern. Hier ist sicher auch der Einfluss Paulis wirksam geworden. C. G. Jung hat viel Arbeit darauf verwendet, das Wirken archetypischer Vorstellungen in der Alchemie aufzuweisen, diesem eigenartigen Gedanken- und Fertigkeitenkomplex, in dem einerseits Materie geistartig und andererseits Geistiges in charakteristischer Weise durch symbolhafte materielle Operation manipulierbar ist.

Dieses Verständnis des Archetypischen drückt Pauli wie folgt aus[24]:

„Das Ordnende und Regulierende muss jenseits der Unterscheidung von ‚physisch' und ‚psychisch' gestellt werden, so wie Plato's ‚Ideen' etwas von ‚Begriffen' und etwas von ‚Naturkräften' haben (sie erzeugen von sich aus Wirkungen). Ich bin sehr dafür, dieses ‚Ordnende und Regulierende' Archetypen zu nennen; es wäre aber dann unzulässig, diese als psychische Inhalte zu definieren. Vielmehr sind die erwähnten inneren Bilder (Dominanten des kollektiven Unbewussten nach Jung) die psychische Manifestation der Archetypen, die aber auch alles Naturgesetzliche im Verhalten der Körperwelt hervorbringen, erzeugen, bedingen müssten. Die Naturgesetze der Körperwelt wären dann die physikalische Manifestation der Archetypen. Es sollte dann jedes Naturgesetz eine Entsprechung innen haben und umgekehrt, wenn man das auch nicht immer unmittelbar sehen kann."

Archetypen als abstrakte unanschauliche Anordner stehen für Pauli auch hinter synchronistischen Phänomenen.

In seiner bemerkenswerten Arbeit über Kepler versucht Pauli aufzuzeigen, wie Keplers Denken und Schaffen von dem trinitarischen Archetyp einer Kugel bestimmt ist, von deren Mittelpunkt Strahlen zu ihrer Oberfläche ausgehen.

Speziell zur Alchemie schreibt Pauli an Heisenberg[25]:

„Ich vermute, dass der alchimistische Versuch einer psycho-physischen Einheitssprache nur deshalb gescheitert ist, weil diese auf eine sichtbare konkrete Realität bezogen wurde. Heute haben wir aber in der Physik eine unsichtbare Realität (der atomaren Objekte), in die der Beobachter mit einer gewissen Freiheit eingreift (wobei er vor die Alternative ‚die Wahl oder das Opfer' gestellt ist); wir haben in der Psychologie des Unbewussten Vorgänge, die nicht immer eindeutig einem bestimmten Subjekt zugeschrieben werden können. Der Versuch eines psychologischen Monismus erscheint mir nun wesentlich aussichtsreicher, wenn die zugehörige (noch nicht bekannte, in Hinsicht auf das Gegensatzpaar psychisch-physisch neutrale) Einheitssprache auf eine tiefere unsichtbare Realität bezogen würde."

Die gesamte Naturwissenschaft erscheint Pauli als eine spezielle Manifestation archetypischer Ideen. Andere Manifestation gibt es im Vereinzelten, Singulären, nicht einmal statistisch Erfassbaren.

In seinem unveröffentlichten Manuskript „Moderne Beispiele zur ‚Hintergrundphysik'" aus dem Jahre 1948 schreibt Pauli[26]:

---

[24] Brief an M. Fierz vom 7. Januar 1948, in: K. v. Meyenn (Hrsg.), W. Pauli: Wissenschaftlicher Briefwechsel, Bd III, Brief Nr. 929, 496–497.

[25] W. Heisenberg: Wolfgang Paulis philosophische Auffassungen.

[26] C. A. Meier (Hrsg.), Wolfgang Pauli und C. G. Jung. Ein Briefwechsel 1932–1958, 187.

„Von der Psychologie aus gesehen, scheinen die physikalischen Gesetze als ‚Projektionen' archetypischer Ideenverbindungen, während von Außen gesehen auch das mikrophysikalische Geschehen als archetypisch aufzufassen wäre, wobei dessen ‚Spiegelungen' im Psychischen eine notwendige Bedingungen für die Möglichkeit des Erkennens ist."

Markus Fierz sagt in aller Kürze[27]:

„Theoretische Physik erscheint sicher ganz rational, aber sie erwächst aus irrationalen Tiefen."

Auch wenn sich nicht jeder den Ansichten Paulis anschließen wird, so kann man sie doch keinesfalls als die verschwommenen Ergüsse eines Schwärmers abtun. Sie sind das Ergebnis lebenslanger, sehr ernsthafter und intellektuell ehrlicher Gedankenarbeit eines genialen Menschen mit ursprünglich ganz anderer Ausgangsposition und extrem rationalistischer Grundeinstellung. Paulis Verstandesschärfe und kritische, auch selbstkritische, Fähigkeiten blieben bis zu seinem Tode unvermindert. Er selbst hat gegen Ende seines Lebens einmal bekannt, er habe wohl einige Male Richtiges für falsch gehalten, aber niemals Falsches für richtig.

Ich hoffe, gezeigt zu haben, von welcher Bedeutung die Gedanken Paulis für die Einschätzung des Verhältnisses zwischen naturwissenschaftlicher Methode und anderen Erkenntnisformen ist. Ich möchte mich aber nicht ganz auf eine nur referierende Position zurückziehen sondern zum Schluss meine eigene Stellung in einigen Thesen zusammenfassen, in denen mich Paulis Gedanken bestärkt und zu denen sie mich teilweise angeregt haben:

1.) Die Welt ist eine Einheit, die nicht in ontologisch unterschiedene Teilbereiche zerfällt. Dennoch scheitert ein physikalischer Reduktionismus aus mindestens zwei Gründen:

- Die physikalische Weltsicht ist zwar nicht materiell, wohl aber aspektuell unvollständig. Insbesondere sind Singuläres und Sinnhaftes kaum physikalischen Methoden zugänglich.
- Der holistische Charakter der Welt macht eine Aufteilung und Reduktion auf Teilsysteme im allgemeinen unmöglich. Insbesondere ist die epistemische Aufspaltung in Beobachter und Beobachtetes bereits ein entscheidender geradezu phänomenerzeugender Akt.

2.) Das Weltganze ist nur multiperspektivisch zugänglich, wobei die physikalische Methode nur eine Perspektive, unter der freilich auf vieles ein Blick geworfen werden kann, markiert. Aufmerksamkeit sollte nicht nur auf Kausalbeziehungen, sondern besonders auch auf nicht-kausale *Muster* gerichtet werden. Muster stehen am Anfang jeder Begriffsbildung, ein erstes ganz harmloses Beispiel ist ein Dreieck, bei dem die Verhältnisse der Ecken und Seiten zueinander nicht kausal sondern durch eine Ordnungsbeziehung gegeben sind.

3.) Es ist mit einem komplementären Verhalten verschiedener Perspektiven zu rechnen: Obwohl die Gehirnforschung belegt, dass mit naturwissenschaftlichen Methoden Wichtiges über den menschlichen Geist zu erfahren ist, muss man doch auch sehr ernsthaft ein holistisches Modell in Betracht ziehen, bei dem Geist und Materie komplementäre Aspekte eines bezüglich dieser Unterscheidung neutralen Ganzen sind.

Es geht in der Welt in allen Teilen mit rechten, aber nicht ausschließlich physikalischen Dingen zu. Die Grenzen der Naturwissenschaft sind nicht die Grenzen rationalen Denkens und nicht die Grenzen möglicher Erkenntnis, und die Welt ist ein in seinen Beziehungen unendlich mannigfaltiges Ganzes, aus dem wir selbst uns nicht einfach herausnehmen und in die überlegene Position des äußeren Beobachters versetzen können.

---

[27] M. Fierz: (im Original auf Englisch) Pauli, Wolfgang, in: Dictionary of Scientific Biography, Volume 10, Ed. by C. C. Gillispie (New York 1970) 422–425.