

# Geistiger Aufbruch in den Naturwissenschaften

Wolfgang Peter 2000

## Einleitung

„Durch das veränderte Weltbild der Physik können wir zu Vorstellungen von Menschen und Gott kommen, die keinen Konflikt zwischen religiösen und wissenschaftlichen Weltdeutungen offenlassen“<sup>1</sup>

So das Originalzitat des weltbekannten, renommierten Physikers Hans-Peter Dürr, der in den USA bei Edward Teller, dem „Vater“ der Wasserstoffbombe, promoviert hatte, langjähriger Mitarbeiter Werner Heisenbergs bis zu dessen Tode und über viele Jahre Geschäftsführer des Max-Planck-Instituts für Physik in München war. 1987 wurde ihm der »Alternative Nobelpreis« verliehen (Right Livelihood Award). Ein Naturforscher also, dessen Aussagen ein gewisses Gewicht sicher nicht abgesprochen werden kann. Was bedeutet es, wenn er, im vollen Bewußtsein seiner wissenschaftlichen Verantwortung, zu Aussagen wie der folgenden kommt:

„Im Grunde gibt es nur Geist, aber er verkalkt, und wir nehmen nur den Kalk wahr, als Materie.“

Hat sich das naturwissenschaftliche Weltbild, hat sich insbesondere das Weltbild der Physik mittlerweile so gewandelt, daß es an den Grundfesten des Materialismus rüttelt? Steht die Wissenschaft an der Schwelle zu einer neuen Entwicklungsepoche, in der sie die Realität des Geistigen anerkennen muß? Wir wollen dieser Frage im folgenden nachgehen.

## Zwei Wege der Naturforschung

Zwei sehr unterschiedliche Wege hat die Naturforschung beschritten, um ihr Wissen über die Natur und die in ihr wirkenden Kräfte zu vertiefen, wobei der eine der beiden bis zum heutigen Tage nur wie eine unterirdische Strömung nebenhergeht. Diese bis heute wenig beachtete und kaum anerkannte Forschungsrichtung hat in Johann Wolfgang von Goethe seinen prominentesten Vertreter gefunden. Goethe wollte eine strenge Phänomenologie der Naturphänomene begründen, indem er die mannigfaltigen, verwickelten Naturerscheinungen systematisch auf einfachere sinnlich konstatierbare Tatsachen, auf sogenannte „Urphänomene“ zurückführte. Insbesondere in seiner Farbenlehre hat er exemplarisch gezeigt, wie ein solcher Forschungsweg möglich ist. Goethe lehnte es strikte ab, mit theoretischen abstrakten, spekulativen Gedanken die Naturerscheinungen zu erklären. Das Denken sollte ihm nur soweit dienen, eine gewisse systematische Ordnung in die Reihe der Phänomene zu bringen bzw. zu entdecken. Das Denken sollte sich niemals weit von der unmittelbaren Anschauung entfernen, er wollte das entwickeln, was er später „Anschauende Urteilskraft“ nannte. Goethe blieb dabei niemals alleine bei den „objektiven“ Phänomenen stehen, sondern suchte in seine Forschungen auch immer einzubeziehen, was das Subjekt an den Phänomenen erleben kann. Er war sich sehr deutlich bewußt, daß sich die Wirklichkeit nicht einseitig objektiv oder subjektiv

beschreiben läßt, sondern daß sich nur im wechselseitigen Bezug von Außenwelt und Innenwelt die Wahrheit enthüllt:

Kenne ich mein Verhältnis zu mir selbst und zur  
Außenwelt, so heiß ich's Wahrheit. Und so kann  
Jeder seine eigene Wahrheit haben, und es ist  
Doch immer dieselbige.

Dadurch gelang es Goethe auch immer mehr, mit der sinnlichen Erscheinung zugleich die in ihr zunächst verborgen wirkenden seelischen und geistigen Kräfte mit anzuschauen. Wenn er sich in seiner Metamorphosenlehre endlich bis zum Begriff der „Urpflanze“ durchgerungen hat, so ist diese eben kein Ergebnis des spekulativen Denkens, sondern der unmittelbaren sinnlichen und zugleich geistigen Anschauung. Überall hat Goethe danach gestrebt, bis zu den „sinnlich-sittlichen“ Wirkungen der Naturerscheinungen voranzuschreiten. Goethe ging dabei immer von der Natur als einem wirkenden Ganzen aus. Nicht durch Analyse der einzelnen Erscheinungen hoffte er weiter zu kommen, sondern nur dadurch, daß sie gleichsam aus dem gesamten Umkreis aller Naturerscheinungen organisch aufzubauen versuchte, wie das Friedrich Schiller in einem Brief an Goethe so schön beschrieben hat:

Sie suchen das Notwendige der Natur, aber Sie suchen es auf dem schweresten Wege, vor welchem jede schwächere Kraft sich wohl hüten wird. Sie nehmen die ganze Natur zusammen, um über das Einzelne Licht zu bekommen, in der Allheit ihrer Erscheinungsarten suchen Sie den Erklärungsgrund für das Individuum auf. Von der einfachen Organisation steigen Sie, Schritt vor Schritt, zu den mehr verwickelten hinauf, um endlich die verwickeltste von allen, den Menschen, genetisch aus den Materialien des ganzen Naturgebäudes zu erbauen. Dadurch, daß Sie ihn der Natur gleichsam nacherschaffen, suchen Sie in seine verborgene Technik einzudringen. Eine große und wahrhaft heldenmäßige Idee, die zur Genüge zeigt, wie sehr Ihr Geist das reiche Ganze seiner Vorstellungen in einer schönen Einheit zusammenhält.<sup>2</sup>

Den diametral entgegengesetzten Weg ist die „anerkannte“ Naturwissenschaft gegangen. Sie beharrte von Anfang an auf einer strengen Scheidung von Subjekt und Objekt, wobei sie grundsätzlich nur allein letzterem Wirklichkeitscharakter zugestand. Die objektive räumlich ausgedehnte Welt und die Wirklichkeit wurden zu Synonymen. Durch Analyse, durch Zerlegung der Naturobjekte in einzelne abgrenzbare Bestandteile, glaubte man zu einem tieferen Naturverständnis zu kommen. Die subjektive Seite der Wirklichkeit verblaßte immer mehr zum wesenlosen abstrakten Verstand, dessen Aufgabe es wurde, ein möglichst exaktes gedankliches Abbild der äußeren Verhältnisse zu entwerfen. Gerade dadurch, obwohl man sich doch ganz auf die objektiv gegebene Welt stützen wollte, entfernte man sich aber immer mehr von ihr, denn nur das sollte Gegenstand der Forschung werden können, was sich in abstrakten logischen Begriffen erfassen läßt. Die Fülle der objektiven Naturerscheinungen wurde schließlich soweit ausgeholt, daß nur mehr das abstrakte Schema der räumlichen und zeitlichen Beziehungen der Phänomene zueinander übrig blieb. Die Sinnesqualitäten etwa, auf die sich Goethe ganz besonders konzentriert hatte, und die wir doch zweifellos in oder an der Außenwelt erleben, fielen schlußendlich völlig aus dem naturwissenschaftlichen Weltbild heraus. Man hatte es endlich kaum mehr mit der Welt der realen Objekte zu tun, sondern nur mehr mit abstrakten gedanklichen Modellen dieser Welt. Dieser Forschungsansatz hat im 19. Jahrhundert seinen Höhepunkt erreicht, und konsequent sprachen die Philosophen, die diese Entwicklung des naturwissenschaftlichen Weltbildes verfolgten, davon, daß der

Mensch überhaupt nicht an die eigentliche Wirklichkeit heran könne, sondern sich mit bloßen Vorstellungen zufrieden geben müßte. Schopenhauer hat das so ausgedrückt:

»Die Welt ist meine Vorstellung:« - dies ist die Wahrheit, welche in Beziehung auf jedes lebende und erkennende Wesen gilt; wiewohl der Mensch allein sie in das reflektirte abstrakte Bewußtseyn bringen kann: und thut er dies wirklich; so ist die philosophische Besonnenheit bei ihm eingetreten. Es wird ihm dann deutlich und gewiß, daß er keine Sonne kennt und keine Erde; sondern immer nur ein Auge, das eine Sonne sieht, eine Hand, die eine Erde fühlt; daß die Welt, welche ihn umgiebt, nur als Vorstellung da ist, d.h. durchweg nur in Beziehung auf ein Anderes, das Vorstellende, welches er selbst ist.<sup>3</sup>

Damit wurde endgültig klar, daß die Naturwissenschaft nicht an die Wirklichkeit heranreicht, sondern daß sie diese nur in gedanklichen Modellvorstellungen abzubilden versuchen kann. Albert Einstein hat sich über das naturwissenschaftliche Weltbild in seiner Festrede anlässlich des 60. Geburtstages von Max Planck so ausgesprochen:

Der Mensch sucht in ihm irgendwie adäquater Weise ein vereinfachtes und übersichtliches Bild der Welt zu gestalten und so die Welt des Erlebens zu überwinden, indem er sie bis zu einem gewissen Grade durch dieses Bild zu ersetzen strebt.<sup>4</sup>

Damit wurde die Physik aber immer mehr zu einer merkwürdigen Art von Metaphysik, in dem sie sich spekulative Gedanken über eine Wirklichkeit machte, die sich ihrer unmittelbaren Erfahrung entzogen hatte. Und damit ist auch ganz klar, daß die Grenzen des abstrakten logischen Verstandes zugleich das so entworfene Weltmodell in seine Schranken wies. Es ergab sich damit in der klassischen Physik folgendes Weltbild:

Die Wirklichkeit besteht aus räumlich abgrenzten materiellen, sich im leeren Raum bewegenden Objekten (Objektivität) und den Kräften, die zwischen ihnen wirken. Räumliche materielle Objekte sind dabei in dem Sinne undurchdringlich, daß sich an dem Ort, an dem sich ein materieller Körper befindet, nicht gleichzeitig ein anderer sein kann. Zudem kann sich ein und das selbe materielle Objekt nicht gleichzeitig an verschiedenen Orten des Raumes befinden. Die materiellen Objekte lassen sich weiter zerlegen bis zu den letzten, selbst nicht mehr teilbaren und unzerstörbaren Atomen (Analyse). Alles Naturgeschehen läßt sich darauf reduzieren, daß diese Atome nach mechanischen, quantitativ erfaßbaren Gesetzen (Quantität) miteinander in Wechselwirkung treten. Jedes gegenwärtige Geschehen ist dabei streng kausal (Kausalität) bedingt durch Ursachen, die ihm räumlich benachbart sind (Lokalität) und zeitlich unmittelbar vorangehen. Unter vergleichbaren Bedingungen müssen gleichartige Ursachen stets gleichartige Wirkungen hervorrufen (Reproduzierbarkeit) und unter verschiedenen Bedingungen durchgeführte Experimente dürfen nicht zu widersprüchlichen Aussagen führen (Widerspruchsfreiheit).

Es ist wichtig, sich dies genau vor Augen zu halten, denn wir werden sehen, daß diese Annahmen durch die moderne Physik vollkommen Punkt für Punkt widerlegt wurden.

## Die Wirklichkeit reicht weiter als unsere Sinne

Daß die Wirklichkeit weiter reicht als unsere Sinne, ist eine unbestreitbare *naturwissenschaftliche* Tatsache. Gerade die Naturwissenschaft hat uns ja gezeigt, wie beschränkt unsere Sinnesfähigkeiten sind, wie viele Tiere über wesentlich schärfere Sinne verfügen als der Mensch, man denke nur an den unglaublich stark entwickelten

Geruchssinn des Hundes oder das ultraschallempfindliche Ohr der Fledermaus, wie aber auch selbst sie nur den kleinsten Teil der Welt sinnlich zu erfassen vermögen. Die Wirklichkeit ist demnach vorwiegend, um es vorsichtig auszudrücken, *außersinnlicher* Natur. Da wir diese außersinnliche Wirklichkeit nicht sinnlich erfassen können, müssen wir aus den Wirkungen, die sie in die Sinneswelt hineinwirft, ihren eigentlichen Charakter hypothetisch durch das spekulative Denken erschließen. Physik wird, wie schon oben angesprochen, zur Metaphysik.

Man machte allerdings dabei den großen Fehler, daß man glaubte, man könne die Begriffe, die man sich an der räumlichen, sinnlichen Welt erarbeitet hatte, unverändert in diesen außersinnlichen Bereich hineininterpretieren. Wie wenig lassen sich schon die Erlebnisse einer Sinnessphäre mit Vorstellungen beschreiben, die einer anderen Sinnessphäre entnommen sind. Farbempfindungen, etwa das unmittelbare Erlebnis „Rot“, können nicht adäquat durch Klangvorstellungen oder Geruchsvorstellungen beschrieben werden. Man mag vielleicht gesetzmäßige Bezüge zwischen Farben, Tönen und Gerüchen finden, aber es wird kaum gelingen Farben aus Tönen oder Gerüchen „abzuleiten“. Um wieviel weniger noch muß sich dann der außersinnliche Bereich durch sinnliche Vorstellungen erfassen lassen! Wenn man beispielsweise versucht, Farben durch elektromagnetische Schwingungen zu erklären, wie das in der Physik üblich geworden ist, dann begeht man gleich einen doppelten Fehler. Erstens sind Schwingungen reine Bewegungsvorgänge und haben also solche mit den Farberlebnissen nicht das geringste zu tun, und zweitens sind die elektromagnetischen Vorgänge weder mit den Farbempfindungen noch mit den Bewegungsvorgängen vergleichbar und können außerdem sinnlich überhaupt nicht vorgestellt werden, da uns dafür ein entsprechendes Sinnesorgan mangelt. Wir können auf Elektrizität und Magnetismus ja zunächst nur insofern schließen, als sie ihre Wirkungen in der für uns sinnlich erfahrbaren Welt zeigen, etwa durch Wärme oder Lichterscheinungen oder die Muskelverkrampfung, die ein heftiger elektrischer Schlag bei uns auslöst.

Es kann also kaum verwundern, daß man mit den räumlich dinglichen Vorstellungen, die man naiverweise für allgemeingültig gehalten hatte, weil man in der Zeit des aufkeimenden Materialismus überhaupt nur mehr die körperliche, gegenständliche Welt für wirklich halten wollte, sehr bald Schiffbruch erleiden mußte. Derartige Begriffe sind nur tauglich, wo wir es mit den räumlichen Bewegungen sinnlich erfahrbarer starrer fester Körper zu tun haben, und auf diesem Feld hat auch die Mechanik ihre großen Triumphe gefeiert. Für alle anderen Gebieten ist diese Denkungsart aber völlig ungeeignet, aber man klammerte sich lange Zeit abergläubisch daran.

## Der materialistische Aberglaube

Noch die Griechen und manche Menschen der frühchristlichen Zeit hatten *seelische Erlebnisse*, die sie als Wirkung einer göttlichen Welt auffaßten. Sie erlebten zwar nicht mehr unmittelbar die Götter, aber sie spürten ihre Wirkungen, und sie wollten die Götter, die sie derart ahnten *sinnbildlich* darstellen. Der Grieche war eben ein sinnesfreudiger Mensch und wollte sich alles sinnlich anschaulich darstellen. Er vergaß aber dabei niemals, daß er sich in seinen Götterstatuen und Mythen nur ein sachgemäßes *Sinnbild*, ein *Symbol*, aber niemals ein getreues *Abbild* der Götter schaffen konnte, denn die Götter sind eben keine sinnlichen Erscheinungen, sondern geistige Wirkensmächte. Je mehr man aber im späteren Mittelalter das unmittelbare Bewußtsein für die göttlichen Wirkungen verlor und am bloßen *Glauben* an die göttliche Welt festhielt, und weil zugleich immer

stärker das Interesse für die äußere sinnliche Welt erwachte und sich von den seelischen Erlebnissen abwandte, desto öfter wurden die symbolischen religiösen Darstellungen für reale sinnliche Abbilder genommen. Man dachte, daß rein geistige Wesen sinnlich-körperlich erscheinen könnten. Daraus entstand aller *Gespenserglaube* und endlich der *Spiritismus*. Auch begann man zu glauben, daß es sich bei den sog. „*Wundern*“, von denen die Bibel erzählt, nicht um die symbolische Beschreibung wirklicher *geistiger* Vorgänge, sondern um die Darstellung realer *physischer* Ereignisse handelt, die in geradezu miraculöser Weise alle Naturgesetze durchbrechen (etwa: „Christus wandelt über das Meer“ – obwohl er doch nach allen sinnlichen Erfahrungen untergehen müßte!) Gegen *diesen* Aberglauben ist die neuzeitliche Naturforschung zurecht zu Felde gezogen; aber sie hat zugleich einen *neuen* geschaffen.

Die göttliche Welt, die *übersinnliche Welt*, hatte man aus dem Bewußtsein verloren, dafür war man auf die *untersinnliche Welt*, die Welt der Elektrizität, des Magnetismus – und der hypothetisch angenommenen Atome gestoßen. Und nun beging man den selben Fehler, der schon zum mittelalterlichen Aberglauben geführt hatte: *man dachte sich sinnliche Modelle der untersinnlichen Welt aus und faßte sie unhinterfragt als reale Abbilder derselben auf*. So bildete man sich die an sich völlig absurde Vorstellung der Atome als winziger (und daher unsichtbarer) mechanisch bewegter Körperchen aus, ausgehend von dem *farbenblinden John Dalton* (Farbenblindheit wird heute noch *Daltonismus* genannt), der damit das „*Gesetz der konstanten und multiplen Proportionen*“ der Chemie (z.B. FeS und FeS<sub>2</sub>) erklären wollte. Dalton, Sohn eines armen Webers, wurde von dem *blinden* Philosophen John Gough für die Newtonsche Mechanik begeistert wurde. Daß es so kam, kann man dennoch gut verstehen, denn was kannte und verstand man als Physiker besonders gut? – die Mechanik, die sich in der sinnlich sichtbaren körperlichen Welt bestens bewährt hatte. Wie man erfolgreich mechanistisch denkt, das wußte man, und ein anderes Denken kannte man kaum mehr. Was lag also näher, als sich auf diese sichere Basis zu stützen? Sonst hätte man ja völlig bei Null beginnen und eine völlig neue Denk- und Anschauungsweise entwickeln müssen --für einen Physikprofessor, der erfolgreich sein will, ein höchst riskantes Unternehmen. Dazu kam das allgemeine Lebensgefühl des 19. Jh., das immer mehr nur für real nahm, was sich körperlich mit Händen greifen ließ und vom seelischen Erleben vorwiegend nur mehr den abstrakten rationalen Verstand für gültig nahm.

Man muß sich dabei darüber klar sein, daß man bis gegen Ende des 19. Jh. kein einziges *atomistisches Phänomen* wirklich konstatiert hatte, sondern daß man es solange nur mit *erdachten Atomen* zu tun hatte. Daß sich diese Modelle bis zu einem gewissen Grade doch bewährten, liegt daran, daß die untersinnliche Welt ja ihre Wirkungen in die räumliche Sinneswelt hereinwirft – und diese *Wirkungen* können zum Teil mit räumlich mechanischen Begriffen verstanden werden.

Bis nahezu zum Ende des 19. Jh. dachte man, daß es etwas über 70 verschiedene Atomsorten gebe, die den damals bekannten *chemischen Elementen* zugrunde liegen sollten und die sich zu den verschiedensten *Molekülen* kombinierten könnten, woraus schließlich die ganze materielle Welt resultieren sollte. Die Atome dachte man sich dabei als unzerstörbare, ewigwährende kleine Körperchen – man beachte die beinahe religiöse Wortwahl „*ewig*“. Tatsächlich hat später *E. Haeckel* die ewige Materie zum neuen Gott erklärt!

## Die Krise des klassischen Materialismus an der Wende zum 20. Jh.

Als 1896 Becquerel die **Radioaktivität** entdeckte, kam dieses Bild von den „ewigen“ Atomen ins Wanken. Atome, was immer sie auch sein mochten, konnten zerbrechen, bzw. verschiedene Atomsorten sich ineinander umwandeln. Andererseits war die Radioaktivität ein echt *atomistisches Phänomen*, denn sie war keine kontinuierliche Strahlung, sondern wurde in *einzelnen Strahlungsblitzen* frei.

Die Radioaktivität durchbricht das **Kausalitätsprinzip**: jeder Wirkung in der räumlichen Welt muß eine räumlich benachbarte Ursache zeitlich vorangehen → der radioaktive Zerfall erfolgt aber **spontan**.

**Ernest Rutherford** „durchleuchtete“ das „Atom“, indem er verschiedene Materialien radioaktiv bestrahlte und beobachtete, wie dadurch die radioaktive Strahlung charakteristisch abgelenkt wurde. Er kam dadurch zu seinem berühmt gewordenen *Rutherford'schen Atommodell*: ein positiv elektrisch geladener Kern, um den die negativ geladenen Elektronen kreisen sollten. Man hatte zwar das unteilbare Atom verloren, aber an ihre Stelle traten nun Elektronen und Protonen als *Elementarteilchen*. Nur: das Rutherford'sche Atom dürfte nach den Gesetzen der klassischen Physik gar nicht existieren, denn die kreisenden Elektronen müßten beständig elektromagnetische Strahlung aussenden, dabei beständig Energie verlieren und schließlich in den Kern stürzen – und das schon nach Bruchteilen von Sekunden. Die ganze Materie müßte sich in einem kurzen Lichtblitz auflösen – was offenbar in Wirklichkeit gar nicht passiert.

Nicht unerwähnt sollte bleiben, daß um 1900 nicht nur das klassisch materialistische Weltbild in die Krise gerät, sondern daß zugleich eine *psychische Krise* vieler Menschen offenbar wird, die daraus entstanden war, daß die materialistische Denkweise wesentliche Seelenkräfte verschüttet hatte. So wurde von **S. Freud** die **Tiefenpsychologie** begründet, die *verdrängtes Seelisches* wieder ins Bewußtsein heben möchte.

## 1900 - Das Geburtsjahr der Quantentheorie

**Niels Bohr** stellte schließlich 1913 die ad hoc Hypothese auf, daß sich die Elektronen nur auf bestimmten diskreten Bahnen bewegen dürften, ohne dabei allerdings elektromagnetische Strahlung auszusenden; Strahlung würde nur dann frei, wenn das Elektron von einer Bahn auf eine tieferliegende hinunterspringt, und zwar in Form eines genau bemessenen Strahlungsblitzes, was durch die Arbeiten von **Max Planck** unterstützt wurde, der die Strahlungskurve eines idealen schwarzen Körpers dadurch erklärt hatte, daß er annahm, daß Strahlung überhaupt niemals kontinuierlich, sondern nur in streng abgemessenen Portionen ( $E=h\nu$ ) freigesetzt werden könne. Er löste damit das Problem der sog. *„Ultraviolett-katastrophe“*: aufgrund der statistischen Gleichverteilung müßte sich die Strahlung des schwarzen Körpers immer mehr zu höheren Frequenzen verschieben, da es davon unendlich viele gibt; kann aber Energie nur in den abgemessenen Portionen  $h\nu$  übertragen werden, reicht irgendwann die Energie dafür nicht mehr aus und die Energieübertragung unterbleibt. Max Planck hat damit 1900 die Geburt der **Quantentheorie** eingeleitet.

Die Quantentheorie zeigt, daß die Wirkungen, die die untersinnliche Welt in die sinnlich-räumliche Welt hereinwirft, in streng abgemessenen Portionen erfolgt, so wie etwa die *Musik* durch einzelne Töne, aber nicht als kontinuierliches Geräusch erfahren wird.

1925 deutete der begeisterte Musiker und Physiker **Louis Victoire Prince de Broglie** das Elektron als *stehende Welle* um den Atomkern und **Erwin Schrödinger** stellte kurz darauf seine berühmte Wellengleichung auf. Seitdem hat man gelernt, Elementarteilchen zugleich als Welle und Teilchen aufzufassen, obwohl diese beiden Bilder einander eigentlich grundsätzlich ausschließen, denn das Teilchen ist an einem bestimmten Punkt des Raumes lokalisiert, die Welle aber bis zur Unendlichkeit hin ausgedehnt, so daß sich für das Elektron folgende *paradoxe Vorstellung* ergibt.

Das Elektron ist ein ausdehnungsloser Punkt, der sich bis zur Unendlichkeit erstreckt.

Es ist ein typisches Kennzeichen der untersinnlichen Welt, daß sie sich nur durch einander widersprechende, einander ausschließende sinnliche Bilder charakterisieren läßt. Diese Bilder können *keine Abbilder* der untersinnlichen Welt sein, sondern nur *symbolische Sinnbilder*.

Vielleicht kann man es auch so ausdrücken:

Das Elektron (bzw. auch jedes andere „Elementarteilchen“), insofern es der untersinnlichen Welt angehört, also jenseits der sinnlich wahrnehmbaren Welt existiert, erstreckt sich bis in die Unendlichkeit. Wenn es sinnlich erscheint, schafft es sich damit für einen begrenzten Zeitraum ein definiertes lokales Zentrum seines Wirkens. Einige Physiker haben tatsächlich angenommen, daß es in Wahrheit überhaupt nur ein einziges Elektron, sozusagen das Elektron schlechthin, gibt, das sich *gleichzeitig* mehrere Zentren seines Wirkens schafft. Fraglich, ja sogar höchst unwahrscheinlich ist überhaupt, ob sich unser sinnlicher Raumbegriff auf die untersinnliche Welt übertragen läßt. Vielmehr scheint es so zu sein, daß der sinnliche Raum überhaupt erst dadurch entsteht, daß sich die untersinnliche Welt *gleichzeitig* mehrere Wirkungszentren *nebeneinander* schafft. Seit Einstein ist es ja ohnehin unsinnig, vom absoluten Raum an sich zu sprechen; der Raum ist überhaupt erst durch die wechselseitige Beziehung der materiellen Erscheinungen zueinander gegeben. Dem untersinnlichen Elektron hat dann überhaupt keine räumliche Wirklichkeit, womit sich auch zwanglos das Paradoxon des unendlich ausgedehnten Punktes auflöst. Hans-Peter Dürr hat das so ausgedrückt:

Aus quantenmechanischer Sicht gibt es also keine zeitlich durchgängig existierende objektivierbare Welt, sondern diese Welt ereignet sich gewissermaßen in jedem Augenblick neu. Die Welt erscheint hierbei als eine Einheit, als ein einziger Zustand, der sich nicht als Summe von Teilzuständen deuten läßt. Die Welt «jetzt» ist nicht mit der Welt im vergangenen Augenblick substantiell identisch. Aber die Welt im vergangenen Augenblick präjudiziert die Möglichkeiten zukünftiger Welten auf solche Weise, daß es bei einer gewissen vergrößerten Betrachtung so scheint, als bestünde sie aus Teilen und als bewahrten bestimmte Erscheinungsformen, zum Beispiel Elementarteilchen/Atome, ihre Identität in der Zeit.

Die Welt entspricht keinem aus vielen kontinuierlichen Nylonfäden geflochtenen Nylonseil, bei dem Vergangenheit und Zukunft gleichartig sind. Aus der Sicht der Quantenmechanik ist die Zukunft prinzipiell offen, prinzipiell unbestimmt. Die Vergangenheit dagegen ist festgelegt durch Fakten, die durch irreversible makroskopische Prozesse erzeugt werden und in der Gegenwart dokumentiert sind. Die Gegenwart bezeichnet den Zeitpunkt, wo Möglichkeit zur Faktizität, zur Tatsächlichkeit gerinnt. In unserem Bild vom Nylonseil entspricht dies eher einem nur mehr in die Vergangenheit sich erstreckenden Halbseil,

dessen Fäden in der Gegenwart gleichsam aus einem unstrukturierten Lösungsbad herausgezogen werden, sich also gewissermaßen im jeweils gegenwärtigen Augenblick aus einer qualifizierten Unbestimmtheit neu bilden. Eine Extrapolation in die Zukunft ist in wesentlichen Teilen prinzipiell nicht möglich.<sup>5</sup>

Max Born hat die Elektronenwellen, die die Schrödingergleichung beschreibt als *Wahrscheinlichkeitswellen* interpretiert: das Elektron existiert eigentlich überhaupt nicht in der räumlich-sinnlichen Welt, aber die Schrödingergleichung beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Wirkung des Elektrons an einem bestimmten Ort gemessen werden kann. Dazu kommt die *Heisenbergsche Unschärferelation*, die besagt, daß es *keine definierte räumliche Bewegungsbahn* des Elektrons gibt. Das gilt analog für alle anderen „Elementarteilchen“.

Konkret bedeutet das: ich messe beispielsweise zu einem bestimmten Zeitpunkt das Elektron (d.h. genauer: seine *Wirkung*) an einem bestimmten Ort **A**. Dann kann ich aufgrund der Unschärferelation keinerlei Aussage darüber machen, wohin es sich bewegen wird. Ich führe eine weitere Messung durch und stelle die Elektronenwirkung nun an einem ganz anderen Ort **B** fest, der im Prinzip sehr weit entfernt liegen kann. Ich darf aber nicht behaupten, daß es sich zwischen diesen beiden Messungen von **A** nach **B** bewegt habe. Solange das Elektron nicht gemessen wird, d.h. solange es nicht mit dem Meßapparat in *Wechselwirkung* tritt, ist es (bzw. besser: seine Wirkung) in der räumlichen Welt gar nicht vorhanden.

Die aus der Chemie bekannten *Atomorbitale* treten anstelle der definierten Elektronenbahnen und beschreiben die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Elektron an einem bestimmten Ort gemessen werden kann.

Zeitabhängige Schrödingergleichung:

$$\left( -\frac{\hbar^2}{2m_e} \Delta + V \right) \psi = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi \qquad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

Vielfach hört man, die Heisenbergsche Unschärferelation beruhe darauf, daß durch den Meßvorgang der beobachtete Prozeß in unkontrollierter Weise beeinflusst würde. Wir könnten dann zwar niemals komplementäre Größe mit absoluter Genauigkeit messen, in Wirklichkeit wären aber diese Größen durchaus ganz genau definiert. Die Quantentheorie würde dann nur unsere Unwissenheit beschreiben. Dem ist aber nicht so. Die quantentheoretischen Meßgrößen existieren tatsächlich erst dann, wenn die Wechselwirkung mit dem Meßgerät stattfindet, so wie bei einer Münze, die man wirft, auch noch nicht *vorher* feststeht, ob Kopf oder Zahl erscheinen wird. Die Entscheidung darüber wird erst *während* des Wurfes gefällt. Das wird durch die Verletzung der Bellschen Ungleichungen durch die Quantentheorie bestätigt. Das Elektron *befindet* sich nicht an einem bestimmten Ort, sondern es *erscheint* erst durch die Messung an einem solchen; es hat, bevor es gemessen wird, keinen definierten Impuls, Drehimpuls usw.

Das entspricht etwa der *Kopenhagener Deutung* der Quantenmechanik: die dynamischen Variablen werden erst durch den Meßprozeß erzeugt und hängen von der Meßapparatur ab. Erweitert um die Erkenntnisse Bells ist der Meßapparat letztlich das *ganze Universum*.

Tatsächlich ist es mittlerweile dem Innsbrucker Physiker Anton Zeilinger gelungen, einzelne „Teilchen“, oder genauer gesagt, die Informationen, die dieses „Teilchen“ charakterisieren, zu „beamten“, d.h. an einem Ort verschwinden und *gleichzeitig* an einem

anderen wieder erscheinen zu lassen – ohne daß sich dabei das „Teilchen“ durch den Raum von einem Ort zum anderen bewegt.

## Das Quantenvakuum - der „leere Raum“ ist nicht leer

Die Heisenbergsche Unschärferelation besagt, daß sog. *komplementäre Größen* nicht gleichzeitig mit beliebiger Genauigkeit gemessen werden können, z.B.

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar \quad \Delta x \Delta p \geq \hbar$$

Aus der ersten Gleichung ergibt sich, daß für kurze Zeit energiereiche „Teilchen“ erscheinen können, ohne den Energieerhaltungssatz zu verletzen. Darum gibt es keinen leeren Raum, kein Vakuum im strengen Sinn, sondern der Raum ist beständig von „Quantenfluktationen“ erfüllt. Und diese kurzfristig erscheinenden „virtuellen Teilchen“ wechselwirken durchaus mit der vorhandenen Materie, was sich beispielsweise in einer Aufspaltung einzelner Spektrallinien erkennen läßt (Lamb-Shift).

Es gibt keinen *leeren Raum*, sondern dieser ist von brodelnder Energie erfüllt, die aus der unsinnlichen Welt beständig hervorbricht.

## Das Geheimnis des $\beta$ - Zerfalls

Seit Chadwick 1932 das Neutron entdeckt hatte, konnte man sich den Atomkern aus Protonen und Neutronen zusammengesetzt denken. Der Alphazerfall konnte als Zerbrechen dieses Kernes gedeutet werden, wobei Heliumkerne hinausgeschleudert werden.

Der Betazerfall führte schließlich zu der Ansicht, daß nicht nur Kerne als solche zerfallen, sondern daß sich auch Protonen und Neutronen selbst verwandeln können. Die „ewige“ Materie hat ausgedient. Die Neutrinohypothese wurde von **Pauli** aufgestellt als „verzweifelte Hypothese“ um den beim Betazerfall scheinbar verletzten Energieerhaltungssatz zu retten:

Neutronenreiche Kerne:  $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

Protonenreiche Kerne:  $p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$

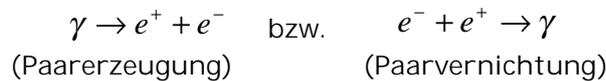
Inverser Betazerfall bei der Bildung von Neutronensternen:  $p + e^- \rightarrow n + \nu_e$

Aus den obigen Gleichungen darf man keineswegs schließen, daß etwa ein Neutron aus einem Proton, einem Elektron und einem Antineutrino *besteht*, vielmehr *entstehen* diese erst in dem Maße, in dem das Neutron verschwindet, aber so, daß dabei die Energiebilanz, der Drehimpuls, der Impuls usw. erhalten wird.

So kann im Prinzip die **Energie als formloser „Urstoff“** aufgefaßt werden, als *prima materia*, der sich zu vielfältigsten materiellen, d.h. definiert geformten Erscheinungen gestalten läßt. „Form“ muß man dabei sehr weitläufig verstehen, eben so, daß beispielsweise Elektronen, Protonen usw. mit genau definierten Eigenschaften erscheinen.

Daß Energie als solche *formlos* ist, zeigt schon, daß sie nicht in räumlichen Begriffen gedacht werden kann.

Daher können auch unmittelbar materielle „Teilchen“ aus purer elektromagnetischer Strahlung erzeugt werden, bzw. können sich „Teilchen“ in reine Strahlung auflösen:



## Raum und Zeit sind relativ - Einsteins Relativitätstheorie

Um überhaupt einen Bewegungsvorgang messen zu können, muß ich ihn notwendigerweise *relativ* zu einem Bezugssystem (Maßstab) messen. Ich kann also rein physikalisch überhaupt nur *Relativbewegungen* feststellen. Der leere Raum als solcher kann kein Maßstab sein, vielmehr wird der Raum erst durch die darin befindliche Materie definiert, und ähnlich die Zeit erst durch die Veränderung dieser räumlichen Konstellationen. Es gibt also **keinen absoluten Raum und keine absolute Zeit**, wie das *Newton* angenommen hatte. Aber es gibt eine absolut bestimmte Grenzgeschwindigkeit, die *Lichtgeschwindigkeit*, die in der räumlichen Welt nicht überschritten werden kann.

Die Lichtgeschwindigkeit ist das endliche Abbild einer unendlichen Geschwindigkeit.

Dadurch entstehen die merkwürdigen Phänomene der Relativitätstheorie:

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Längenkontraktion

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Zeitdilatation

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

relative Massenzunahme

Damit ist gewährleistet, daß kein materieller Körper die Lichtgeschwindigkeit erreichen oder gar überschreiten kann. Wie „erlebt“ dann eine sich kugelsymmetrisch sich ausdehnende Lichtsphäre das Universum: *als ausdehnungslosen Punkt, für den die Zeit stillsteht (oder besser gesagt, für den Anfang und Ende gleichzeitig gegenwärtig sind)*. Bei einer hypothetischen Geschwindigkeit größer  $c$  wird die Zeit imaginär rückläufig und der Raum wird *umgestülpt* zu einem imaginären Raum.

All das hat höchst merkwürdig scheinende Konsequenzen. Aus der Gleichung für die relative Massenzunahme etwa folgt durch Reihenentwicklung:

$$E = mc^2 = m_0c^2 + \frac{1}{2}m_0v^2 + \frac{3}{8}m_0\frac{v^4}{c^2} + \dots$$

Gesamtenergie    Ruheenergie + kinetische Energie + ...

Daraus ergibt sich die **Äquivalenz von Masse und Energie**: Masse kann in Energie umgewandelt werden und umgekehrt. Masse ist gleichsam nur gefrorene Energie. Es gilt die berühmte Einstein-Gleichung:

$$E = m_0c^2$$

Praktisch angewendet in der Kernenergie bzw. Atombombe werden damit heute furchtbare Vernichtungskräfte freigesetzt!

Wesentlich für die Relativitätstheorie ist, daß Raum und Zeit als völlig gleichwertige Faktoren angesehen werden, die auch je nach dem gewählten Beobachtungsstandpunkt jederzeit ineinander übergehen können. Raum und Zeit sind eben nur relativ zum Beobachter definiert. Man muß nach Einstein von einem **vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum** sprechen. Letztlich führt die ganze Relativitätstheorie darauf hinaus, das gesamte Universum durch eine abstrakte vierdimensionale Raum-Zeit-Geometrie zu beschreiben. In der *allgemeinen Relativitätstheorie* werden schließlich auch alle Kräfte geometrisch interpretiert. Die **Gravitationskraft** wird durch die *Krümmung des Raum-Zeit-Kontinuums* erklärt. Damit vollendet sich im Grunde das Programm der klassischen Physik.

In diesem vierdimensionalen Zustandsraum läßt sich das Universum als endlich aber doch unbegrenzt denken (analog der endlichen aber doch unbegrenzten Kugeloberfläche). Außerdem folgt aus den Einsteinschen Betrachtungen, daß dieses Universum seine Größe zeitlich verändern kann, daß es einmal entstanden ist und vielleicht auch einmal wieder vergehen wird. Die moderne Urknalltheorie entstand aus solchen Erwägungen.

Man muß sich dabei darüber klar sein, daß außerhalb des endlichen Raumes kein Raum im üblichen Sinne existiert. Daraus lassen sich einige Schlüsse ziehen über die merkwürdigen Erhaltungssätze der Physik.

## Erhaltungssätze der Physik

Da außerhalb des endlichen Raumes nichts räumliches existiert, muß das Universum als Ganzes *unbewegt* sein – denn relativ wozu sollte es sich bewegen? Damit muß sich aber auch die Summe der Bewegungen *innerhalb* des endlichen Universums zu Null addieren, d.h. jeder Bewegung entspricht eine Gegenbewegung → daraus resultiert, wie manche Physiker annehmen, unmittelbar der **Impulserhaltungssatz!** Analog kann sich das Universum als Ganzes auch nicht drehen – denn relativ wozu sollte es sich drehen? → **Drehimpulserhaltungssatz**. Ebenso darf das Universum nach außen hin nicht elektrisch geladen erscheinen → **Ladungserhaltungssatz** usw.

Auch der **Energieerhaltungssatz** läßt sich daraus, wie manche Forscher meinen, verstehen. *Die Gesamtenergiesumme des Universums ist dann stets gleich Null*, was dadurch erreicht werden kann, daß man die freie Energie negativ und die Gravitationsenergie positiv ansetzt und so gegeneinander aufwiegt. So kann sich zwar das Universum zunächst immer mehr „aufplustern“, d.h. immer mehr freie Energie erscheinen lassen, in gleichem Maße wächst aber dann auch die Gravitationsenergie (d.h. die Raumkrümmung wird immer stärker). *Dieser Ausgleich muß nicht notwendig lokal erfolgen!*

## Das Pauli-Prinzip: Fermionen und Bosonen

Es ist eine der fundamentalsten Gesetzmäßigkeiten der Physik, daß jedes System den tiefsten Energiezustand anstrebt. Angewendet auf das Atom würde das bedeuten, daß sich alle Elektronen auf dem Grundniveau versammeln müßten. Der Aufbau der uns

gewohnten Materie wäre unmöglich. Bei Photonen ist so etwas tatsächlich der Fall: beliebig viele können auf ein Energieniveau zusammengedrängt werden (→ Laserprinzip). Pauli formulierte nun sein Ausschließungsprinzip, wonach sich der Elektronenzustand in mindestens einer Quantenzahl unterscheiden müsse. Er mußte dazu eine neue Quantenzahl einführen, um den Aufbau der Atomhülle erklären zu können → **Spinquantenzahl**. Teilchen mit halbzahligen Spin, z.B. Elektronen, Protonen, Neutronen, unterliegen dem Pauli-Prinzip (Fermionen), solche mit ganzzahligen Spin (Bosonen), etwa Photonen, aber auch bestimmte ganze Atome, nicht.

Was zunächst wie eine ad hoc Hypothese aussah, fand seine Erklärung durch P.A.M. Dirac, der die Schrödingergleichung so weiter entwickelte, daß sie auch der Relativitätstheorie genügt, indem er die ungleiche Behandlung von Raum und Zeit überwand. Dann wird der Spin als Ergebnis geliefert – und die **Antimaterie**.

Die Lorentz-kovariante *Dirac-Gleichung*:

$$i\hbar \left( \gamma^0 \frac{\partial}{\partial x_0} + \gamma^1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \gamma^2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \gamma^3 \frac{\partial}{\partial x_3} \right) \psi = m_e c \psi$$

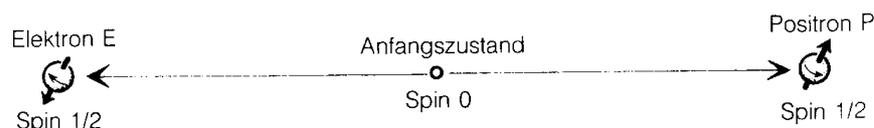
mit  $x_0=ct$ ,  $x_1=x$ ,  $x_2=y$ ,  $x_3=z$  und

$$\gamma^0 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \gamma^j = \begin{bmatrix} 0 & \sigma^j \\ -\sigma^j & 0 \end{bmatrix} \quad \sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Spinmatrizen nach Pauli

## Das EPR-Experiment - nichtlokale Korrelationen

„Angenommen, zwei Spin-Einhalb-Teilchen - die ich Elektron und Positron (Anti-Elektron) nennen werde — entstehen durch den Zerfall eines Spin-Null-Teilchens und entfernen sich in entgegengesetzte Richtungen (Bild 6.30). Wegen der Erhaltung des Drehimpulses müssen sich die Spins von Elektron und Positron zu Null addieren, denn das war der Drehimpuls des ursprünglichen Teilchens. Daraus folgt: Wenn wir den Spin des Elektrons in einer *beliebig gewählten Richtung* messen, so zeigt der Spin des Positrons nun in die dazu *entgegengesetzte* Richtung! Die beiden Teilchen könnten Kilometer oder gar Lichtjahre voneinander entfernt sein, und dennoch scheint allein die Auswahl der Messung an dem einen Teilchen augenblicklich die Spinachse des anderen fixiert zu haben!“<sup>6</sup>



**6.30** Ein Spin-Null-Teilchen zerfällt in zwei Spin-Einhalb-Teilchen: in ein Elektron E und ein Positron P. Die Messung des Spins bei dem einen Spin-Einhalb-Teilchen legt anscheinend *augenblicklich* den Spinzustand des anderen Teilchens fest.

Vereinfacht läuft das Prinzip der *Bellschen Ungleichung*, die derartige *akausale* superluminale Korrelationen beschreibt, auf folgendes hinaus:

Ein zwei weit voneinander entfernten Orten werden gleichzeitig Münzen geworfen. An jedem der beiden Orte wird man feststellen, daß jeweils in der Hälfte der Fälle Kopf, in der anderen Hälfte Zahl geworfen wird. Soweit ist alles unauffällig. Schaut man nun beide Ereignisse zusammen, so müßte, wenn keine Korrelation zwischen den beiden Orten vorliegt, in der Hälfte der Fälle an beiden Orten der Münzwurf gleiche Ergebnisse erzielen (Kopf/Kopf oder Zahl/Zahl), in der anderen Hälfte ungleiche (Kopf/Zahl bzw. Zahl/Kopf). Jede Abweichung von dieser statistischen Verteilung, z.B. im Extremfall etwa so, daß an beiden Orten immer gleiche Ergebnisse erzielt werden, bedeutet, daß die Münzwürfe unmittelbar akausal verknüpft sind. *Die Quantentheorie läßt eine solche nichtlokale Verbindung erwarten, was schließlich durch die Experimente von Alain Aspect (1982) bestätigt wurde.*

## Physik und Ganzheitlichkeit

*„Der Bruch in unserem Verständnis der Wirklichkeit, den die neue Physik fordert, ist radikal. Deutet diese Physik doch darauf hin, daß die eigentliche Wirklichkeit, was immer wir darunter verstehen, im Grunde keine Realität im Sinne einer dinghaften Wirklichkeit ist...*

*Die <Unschärfe> (d.h. die nichtkausale Natur der atomaren Phänomene; d. Verf.) ist Ausdruck einer holistischen, einer ganzheitlichen Struktur der Wirklichkeit...*

*So steht das Getrennte (etwa durch die Vorstellung isolierter Atome) nach neuer Sichtweise nicht am Anfang der Wirklichkeit, sondern näherungsweise Trennung ist mögliches Ergebnis einer Strukturbildung, nämlich: Erzeugung von Unverbundenheit durch Auslöschung im Zwischenbereich (Dürr 1992). Die Beziehungen zwischen Teilen eines Ganzen ergeben sich also nicht erst sekundär als Wechselwirkung von ursprünglich Isoliertem, sondern sind Ausdruck einer primären Identität von allem. Eine Beziehungsstruktur entsteht also nicht nur durch Kommunikation, einem wechselseitigen Austausch von Signalen, verstärkt durch Resonanz, sondern gewissermaßen auch durch Kommunion, durch Identifizierung...*

*Die holistischen Züge der Wirklichkeit, wie sie in der neuen fundamentalen Struktur der Materie zum Ausdruck kommen, bieten hierbei die entscheidende Voraussetzung dafür, daß die für uns wesentlichen Merkmale des Lebendigen dabei nicht zu mechanistischen Funktionen verstümmelt werden.“<sup>7</sup>*

Ganzheitlichkeit bedeutet vorallem auch, daß die **Sinnfrage** mit einbezogen werden muß:

*„Umfassende Erkenntnis - soweit sie dem Menschen überhaupt zugänglich ist - ist nur unter Einbeziehung der Sinnfrage möglich. Die moderne Wissenschaftstheorie lehnt diese unter anderem unter Hinweis darauf ab, daß ja die vor 400 Jahren erfolgte Eliminierung der Sinnfrage die moderne Entwicklung der Naturwissenschaft überhaupt erst ermöglicht hat. Der Ausschluß der Sinnfrage war Voraussetzung dafür, daß die Beherrschbarkeit der Natur durch den Menschen in die Wege geleitet werden konnte.*

*Der Folgen dieser Entwicklung beginnt man sich immer mehr bewußt zu werden. Viele Menschen finden es schwierig, den Sinn ihres eigenen Lebens zu entdecken, ja sie haben mitunter Angst vor metaphysischen oder religiösen Fragen. Auch die brennenden Fragen nach Moral, Ethos, Gewissen oder persönlicher Verantwortung können nicht ohne die Sinnfrage gelöst werden, ja es könnte ohne sie die Natur, so wie sie ist, überhaupt nicht erkannt werden, da jede Erkenntnis sinnvolle Zusammenhänge schon voraussetzt.*

*Um dennoch der Sinnfrage möglichst zu entkommen, werden in der modernen Naturwissenschaft die Dinge in Teile zerlegt und diese unter Mißachtung der natürlichen*

*Zusammenhänge* untersucht. Auf Grund der Kenntnis der dem Zusammenhang entnommenen Teile kann man aber nicht zum Ganzen zurückkehren und den Systemcharakter nicht verstehen. Dieser kann nur dann erkannt werden, wenn die Teile während der Untersuchung möglichst innerhalb der natürlichen Zusammenhänge belassen werden.“<sup>8</sup>

*„Der Teilchenbegriff der neuzeitlichen Physik, der nichts anderes als eine Variante des Substanzbegriffes der traditionellen Metaphysik ist, erweist sich somit als ein Konzept, das letztlich ungeeignet ist, um die experimentellen Befunde der Teilchenphysik zu erklären.“*<sup>9</sup>

*„Da ein Atom letztlich nicht eingrenzbar ist, bezieht sich die Beschreibung auf die ungeteilte Ganzheit, in welcher differenzierbare Muster nur dadurch erfahrbar sind, daß wir Teile »isolieren«, indem die sogenannten EINSTEIN-PODOLSKY-ROSEN-Korrelationen zwischen Objekt und Umgebung vernachlässigt werden.“*<sup>10</sup>

## Atom und Individuum

*„Individuum heisst ein Untheilbares (ebenso wie Atom), doch weiss Jeder, dass Individuen zerschnitten und geteilt werden können. Man darf also bei Individuum nur an Etwas denken, was seiner Natur nach nicht geteilt werden darf, wenn es das bleiben soll, was es ist.“*<sup>11</sup>

Das, was etwas zu einem Ganzen macht, das mehr ist als seine Teile, ist das was *zwischen* den Teilen wirkt, so wie das musikalische Intervall zwischen den Tönen liegt. Die Teile sind nur nötig, damit das Ganze in seinen Wirkungen erscheinen kann. In diesem Sinne ist auch etwa eine Schulklasse mehr als eine Summe von Schülern, ein Volk ist mehr als eine Summe von Menschen usw. Das Ganze (z.B. eines Volkes) bleibt auch erhalten, wenn einzelne seiner Teile ausgetauscht werden. Das Ganze kann nur durch seine Teile räumlich erscheinen, denn daß Teile vorhanden sind, ist Vorbedingung für die räumliche Erscheinung überhaupt. Die Wirklichkeit des Ganzen liegt stets außerhalb des Räumlichen, aber es offenbart sich durch dieses. Damit das Ganze durch seine Teile erscheinen kann, ist es möglicherweise nötig, daß die Teile in einem gewissen räumlichen und zeitlichen Kontext auftreten: wenn ich einen Ton hier, den anderen tausende Kilometer entfernt erklingen lasse, so wird sich mir das Intervall nicht offenbaren; ebensowenig, wenn der eine Ton jetzt, der andere erst Jahre später erklingt. Vielleicht liegt darin begründet die *Größe* und *Lebensdauer*, mit der eine Ganzheit sich raumzeitlich offenbaren kann!

## Erhellung des Denkens

Man kann jedenfalls mit Hans-Peter Dürr einer Meinung sein, wenn er sagt:

*„Die Quantenphysik hat das Gebäude der klassischen Physik zum Einsturz gebracht“*

und weiter zeigt, daß zumindest in der Welt des Kleinsten - wo Teilchen an zwei Orten zugleich sein oder auch über jede Distanz ohne Einmischung der Zeit miteinander kommunizieren können - alles vom Alltagsleben und der traditionellen Wissenschaft Gewohnte außer Kraft gesetzt ist. Schon der Begriff „Teilchen“ für das atomare und subatomare Geschehen ist völlig irreführend:

„Es gibt keine Dinge, es gibt nur Form und Gestaltveränderung: Die Materie ist nicht aus Materie zusammengesetzt, sondern aus reinen Gestaltwesen und Potentialitäten. Das ist wie beim Geist“

Die Physik hat sich damit sehr deutlich in Gebiete vorgewagt, in denen die herkömmlichen materialistisch geprägten Begriffe keine Gültigkeit mehr haben. Man mußte lernen völlig neue Begriffe zu entwickeln, solche Begriffe, die erstaunlicherweise auch dem Geistigen angemessen sind, denn so wie die Quantenerscheinungen läßt sich der Geist nicht als objektives räumliches Sein erfassen und unterliegt nicht dem Kausalprinzip, sondern setzt immer wieder einen schöpferischen Neubeginn.

Von der Betrachtung der Sinneswelt hat sich die Physik immer mehr abgewendet, aber sie ist zugleich zu einer immer genaueren Betrachtung ihrer eigenen Denkprinzipien vorangerückt und hat erkannt, daß mit hergebrachten Begriffen nicht viel auszumachen ist, sondern daß schöpferisch völlig neue Begriffe entwickelt werden müssen. Sie ist mehr und mehr dabei, jenes sinnlichkeitsfreie reine Denken zu entwickeln, von dem Rudolf Steiner schon in seiner „Philosophie der Freiheit“ gesprochen hat. Man kann sich heute in der Physik nicht mehr damit zufrieden geben, das Denken erst dann zu erfassen, wenn es bereits zum fertigen Gedanken abgestorben ist, sondern man muß durch seelische Konzentration soweit kommen, es schon dort erleben zu können, wo es noch in lebendig bildsamer Bewegung ist. Nur dort lassen sich noch jene neuen Begriffe formen, mit denen man an die Wirklichkeit herankommt. Der Physiker Wolfgang Pauli hat sich darüber sehr deutlich und unmißverständlich ausgesprochen:

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. ... Das Ordnende und Regulierende muss jenseits der Unterscheidung von «physisch» und «psychisch» gestellt werden - so wie Platos's «Ideen» etwas von Begriffen und auch 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 auch heute das nicht immer unmittelbar sehen kann.<sup>12</sup>

Man sieht, wie hier das von Aristoteles geprägte logische kausale Denken einer Art erneuerten **Platonischen Ideenschau** weicht, wobei diese so seelisch erlebten und nicht logisch abgeleiteten „Ideen“ zugleich als wirkende Kräfte in der Natur angesehen werden. Den meisten Quantenphysikern, die nach einer philosophischen Vertiefung ihrer Arbeit suchen, ist dieser platonische Ansatz gemein. Das verbal logische Denken wird dabei vermehrt, wie das ja Pauli deutlich ausspricht, durch ein symbolisch bildhaftes, durch ein imaginatives Denken ersetzt. Während die klassische Physik mit ihren mechanischen

Modellvorstellungen abstrakte Abbilder der Wirklichkeit schaffen wollte und damit letztendlich gescheitert ist, sind diese bildhaften Symbolvorstellung nicht als solche Abbilder aufzufassen, sondern mehr als **Meditationsbilder**, an denen sich die Seelenkraft üben und verstärken kann. Der abstrakte, wesenlose Gedankenschatten wird so allmählich erhellt und verdichtet sich zu einer geistig erlebbaren und in der Welt tätigen Wirklichkeit. Der wesenlose Materialismus des 19. Jahrhunderts hat ausgedient:

Eine ins Wesenhafte dringende geistige Forschung kann dabei nicht stehen bleiben; der in sich erkräftete Gedanke dringt über den hier erreichten Punkt hinaus, vom Stofflichen ins Überstoffliche, vom Sinnlichen ins Übersinnliche, vom Physisch-Erstorbenen ins Ätherisch-Lebendige, ins Astralisch-Empfindende, und erst da, wo er, über Raum und Zeit, im Ichhaft-Geistigen sich weiß, vermag er seine Ruhe in sich selbst zu finden. Mit Urvorgängen des Weltenwerdens fließt Gedankenerleben da zusammen. Die Dynamik des in sich bewegten, erkräfteten und verlebendigten Denkens wird kosmische Dramatik, wie sie da lebt in Rudolf Steiners "Geheimwissenschaft". Sie trägt zwischen ihren Zeilen eine Chemie der kosmischen Geburtsvorgänge, eine Urchemie des Lebendigen. Dieses aber ist die Alchymie.<sup>13</sup>

Die moderne Naturwissenschaft, vorallem die Physik, hat sich auf einen Weg begeben, der in Richtung einer derartigen zeitgemäßen „Alchymie“ weist, in der Materielles und Geistiges nicht mehr unvereinbar nebeneinander stehen, sondern in ihrer wechselseitigen Durchdringung erlebbar werden, und in diesem Sinne kündigt sich ein spürbarer geistiger Aufbruch in den Naturwissenschaft an, der zu den geisteswissenschaftlichen Bestrebungen der Anthroposophie keinen Widerspruch bildet, sondern sich in diesen unmittelbar fortsetzen kann.

---

<sup>1</sup> Standard 12-11-1998

<sup>2</sup> Brief Schillers an Goethe vom 23. August 1794

<sup>3</sup> Arthur Schopenhauer: Die Welt als Wille und Vorstellung, S. 38. Digitale Bibliothek Band 2: Philosophie, S. 63086 (vgl. Schopenhauer-ZA Bd. 1, S. 29)

<sup>4</sup> zit. nach Herbert Pietschmann, Phänomenologie der Naturwissenschaft, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1996, S 105

<sup>5</sup> Hans-Peter Dürr, in „Geist und Natur“, Scherz Verlag, Bern, München, Wien 1989, S 38

<sup>6</sup> Roger Penrose, Computerdenken, Spektrum d. Wiss. Verlag, Heidelberg, S 275

<sup>7</sup> Hans-Peter Dürr (Hrsg.) in „Rupert Sheldrake in der Diskussion“, Scherz-Verlag, Bern München Wien 1997, S 227ff

<sup>8</sup> Resch/Gutmann, Wissenschaftliche Grundlagen der Homöopathie, Barthel u. Barthel Verlag, Schäftlarn 1994, S 6f

<sup>9</sup> Brigitte Falkenburg, Teilchenmetaphysik, BI Wissenschaftsverlag, Mannheim 1994, S 302

<sup>10</sup> Resch/Gutmann, a.a.O., S 110

<sup>11</sup> Eduard v. Hartmann: Philosophie des Unbewußten, S. 1177. Digitale Bibliothek Band 2: Philosophie, S. 59778 (vgl. Hartmann-Unbew. Bd. 2, S. 124)

<sup>12</sup> H. Atmanspacher, H. Primas, E. Wertenschlag-Birkhäuser (Hrsg.), Der Pauli-Jung-Dialog, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 1995, S 219

<sup>13</sup> Hermann Beck, Alchymie – Vom Geheimnis der Stoffeswelt, Verlag am Goetheanum, 1987, S 29  
oder unter [http://www.anthros-online.de/Gral/alchymie\\_und\\_anthroposophie.htm](http://www.anthros-online.de/Gral/alchymie_und_anthroposophie.htm)