Zeitschrift: Schweizer Monatshefte : Zeitschrift für Politik, Wirtschaft, Kultur

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Monatshefte

Band: 70 (1990)

Heft: 6

Artikel: Der Anfang der Welt am Ende des Denkens : zu David Bohms Modell der Wendezeitphysik

Autor: Wehrli, Beatrice / Fues, Malte / Stettler, Peter

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-164780

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 15.07.2025

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

Beatrice Wehrli / Malte Fues / Peter Stettler
unter Mitarbeit von Roger Fayet

Der Anfang der Welt am Ende des Denkens

Zu David Bohms Modell der Wendezeitphysik

Die vorliegende Studie hat ihre besondere Geschichte. Sie verdankt ihren Anstoss einem interdisziplinären Arbeitskreis, zu dem Beatrice Wehrli im Rahmen der «Zürcher Lehrerfortbildung im Langschuljahr» eingeladen hatte. Unter dem Thema «Ganzheitliche Weltbilder» wurden Gespräche geführt unter Physikern, Mathematikern, Literaturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern. Der Erfolg jener Gespräche lag wohl weniger in der Diskussion zum Thema als im Sinnfälligwerden der Notwendigkeit, tatsächlich über die Fachgrenzen hinweg miteinander über unsere gemeinsame Wirklichkeit zu reden. In kleinerem Kreis fand daher eine intensive Fortsetzung der begonnenen Gespräche statt, die schliesslich zu vorliegender Publikation führte. Diskussionsgrundlage waren Interviews, die Renée Weber mit dem Physiker David Bohm zu seiner Theorie der impliziten Ordnung als einer Theorie der Wendezeitphysik geführt hat. Beide Interviews finden sich in dem von Ken Wilber herausgegebenen Sammelband «Das holographische Weltbild», der des weiteren auch Beiträge des Neurochirurgen Karl H. Pribram sowie des Wendezeit-Denkers Fritjof Capra enthält. Wir veröffentlichen — in zwei aufeinander folgenden Heften — den Bericht über die interdisziplinären Gespräche.

I. Teil

Die Bohmsche Konstruktion eines ganzheitlichen Weltbildes wurzelt im Unbehagen, welches dem Atomphysiker die Situation der modernen Physik bereitet. Diese habe, so berichtet Bohm, ihre eigentliche Aufgabe, die Welt der Dinge zu verstehen und andern verständlich zu machen, aus den Augen verloren. An die Stelle physikalischer Vorstellungen sei ein System mathematischer Formeln getreten, mit denen zwar die korrekte Vorhersage von Messergebnissen zu leisten ist, nicht jedoch die Beschreibung der Wirklichkeit. Vorstellungsbilder, wie sie etwa die gegenwärtige Quantenmechanik hervorbringt, seien nicht das Abbild einer — wie auch immer gearteten — Realität, vielmehr seien sie einzig die gedanklichen Hilfskonstruktionen zur Veranschaulichung mathematischer Gleichungen.

BOHM: Den normalen Physiker kümmert nur, was auf irgendeine Weise vorhersagbar und kontrollierbar ist, sei es durch deterministische, statistische oder sonstige Methoden. Er würde sogar Yoga im Kopfstand betreiben, wenn das helfen würde.

WEBER: Damit wäre eigentlich gesagt, es geht ihm nicht vornehmlich um die Wahrheit.

BOHM: Besser gesagt, nicht um die Wirklichkeit.[1]

Die klassische Physik verlangt eine bestimmte Ordnung, die eine scharfe Trennung zwischen dem erkennenden Subjekt und dem zu erkennenden Objekt voraussetzt — jene Trennung, die zu vorhersagbaren und kontrollierbaren Resultaten führt. Diese von David Bohm so genannte explizite Ordnung geht auf Descartes zurück und ist durch ein Koordinatensystem im dreidimensionalen Raum und eine absolute universelle Zeitordnung charakterisiert. *«Man kann in der Tat sagen, dass die prinzipielle Funktion der kartesischen Koordination eben darin besteht, eine klare und genaue Beschreibung der expliziten Ordnung zu liefern.»*[2] *«Das allgemeine Kennzeichen der Struktur im klasssischen Sinne ist (. . .) die Analysierbarkeit von allem in getrennte Teile, die entweder als kleine, quasistarre Körper erscheinen oder als ihre schliessliche Idealisierung in Form ausdehnungsloser Teilchen. (. . .) Man glaubt, dass diese Teile in Wechselwirkung miteinander zusammenarbeiten (wie in einer Maschine). Das physikalische Gesetz drückt nun den Grund oder das Verhältnis in der Bewegung aller Teile so aus, dass es die Bewegung jedes Teils auf die Anordnung aller anderen Teile bezieht.»*[3] Das berühmteste Beispiel eines klassisch-physikalischen Gesetzes ist die Newtonsche Bewegungsgleichung: Die Änderung der Bewegungsgrösse (d.h. die Änderung des Produkts aus Masse und Geschwindigkeit, das in der Regel «Impuls» genannt wird) eines Massenpunktes ist gleich der Summe der auf ihn einwirkenden Kräfte. *«Dieses Gesetz ist seiner Form nach insofern deterministisch, wie die einzigen Zufallsfaktoren eines Systems die Ausgangspositionen und -geschwindigkeiten aller seiner Teile sind. Es ist ausserdem kausal, insofern wie jede äussere Störung als eine Ursache aufgefasst werden kann, die eine genau angebbare Wirkung hervorruft, welche sich im Prinzip auf jeden Teil des Systems übertragen lässt.»*[4]

Als Beispiel einer expliziten Ordnung benützt Bohm die optische Abbildung einer Sammellinse: Hält man eine Lupe in einem relativ dunklen Zimmer einige Meter so hinter ein Fenster, dass ein Teil des Lichts, welches durch das Fenster hereinstrahlt, durch die Lupe gebündelt wird, so kann die Landschaft vor dem Fenster auf ein Blatt Papier abgebildet werden, wenn man dieses in einem bestimmten Abstand hinter die Lupe hält. Die Sammellinse ist also ein Instrument, *«das uns eine sehr direkte Form sinnlicher Wahrnehmung der Bedeutung der mechanistischen Ordnung vermittelt. Indem sie eine annähernde Entsprechung zwischen Punkten auf dem Objekt*

und Punkten auf dem Bild herstellt, macht sie nachhaltig auf die getrennten Elemente aufmerksam, in die sich das Objekt analytisch zerlegen lässt.»[5]

Anders stellen sich die Verhältnisse seit Einstein dar. Die Entdeckung der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit Ende des letzten Jahrhunderts wurde zur experimentellen Grundlage von Einsteins spezieller Relativitätstheorie: Die Geschwindigkeit des Lichts erwies sich als völlig unabhängig vom Bewegungszustand der Lichtquelle bezüglich des Beobachters oder umgekehrt. Dieser für unsere Vorstellung paradoxe Sachverhalt zwang Einstein, die für die Newtonsche Physik evidente Invarianz der Zeit aufzugeben. *«Die Relativitätstheorie führt neue Begriffe von Zeitordnung und Zeitmass ein. Diese gelten nicht mehr absolut, wie es in der Newtonschen Physik der Fall war, sondern nunmehr als relativ zur Geschwindigkeit eines Koordinatensystems. Diese Relativität der Zeit ist einer der radikalsten Züge von Einsteins Theorie.»*[6]

Die laufende Zeit t lässt sich mit dem durch die Invarianz konstanten Wert der Lichtgeschwindigkeit c multiplizieren. Damit erhält man eine Koordinate ct, die zusammen mit den Koordinaten x, y und z ein vierdimensionales Raum-Zeit-Kontinuum aufspannt. Massenpunkte werden in der vierdimensionalen Raumzeit als «Weltlinien» dargestellt, und die Schnittpunkte solcher Weltlinien sind die «Ereignisse». Eine solche Darstellung der «Welt» ist nach wie vor kartesianisch. Aus dem zeitlichen Geschehen im dreidimensionalen Raum wird ein Sein in der vierdimensionalen Raumzeit. Damit ist das klassisch-physikalische Konzept der Bewegung verlorengegangen.

Aus der Invarianz der Lichtgeschwindigkeit ergibt sich mathematisch, dass Längen um so kürzer und Zeitintervalle um so gedehnter erscheinen, je grösser die Geschwindigkeit des beobachteten Objekts bezüglich des Beobachters ist (Lorentz-Kontraktion und Zeitdilatation). Wenn diese Geschwindigkeit den Wert der Lichtgeschwindigkeit erreicht, so schrumpfen alle Längen längs der Bewegungsrichtung zu Null, und die Zeitintervalle werden Ewigkeit. Diese Überlegung macht auch plausibel, warum es sich bei der Lichtgeschwindigkeit um einen Geschwindigkeitshorizont und nicht um eine für materielle Körper erreichbare Geschwindigkeit handelt. Das Licht, das uns die Sterne der Andromeda-Galaxie zustrahlen, ist von uns aus beurteilt etwa zwei Millionen Jahre unterwegs, ehe es unser Auge erreicht. Ein hypothetischer Raumfahrer dagegen, der mit diesem Licht selber mitreisen könnte, würde seinen Start auf der Andromeda-Galaxie und seine Ankunft auf der Erde als gleichzeitig beurteilen. Seine Reise hätte also keine Dauer, und somit hätte er auch keine Distanz zurückgelegt. *«Wenn ein Objekt auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt wird, ändert sich, entsprechend dem Relativitätsprinzip, sein innerer Raum und die innere Zeit, so dass sich die Uhren relativ zur Geschwindigkeit verlangsamen und die*

Entfernungen kürzer werden. Man würde keine zeitliche und räumliche Entfernung mehr zwischen den Endpunkten eines Lichtstrahls beobachten können. Diese wären in ständigem Kontakt.» Im Bezugssystem des Lichts *«gibt es weder Zeit noch Raum noch Geschwindigkeit».* Von seinem Bezugssystem aus beurteilt ist das Licht eine unteilbare Ganzheit. Bohm fährt fort: *«Licht bildet jenen Hintergrund, der ganz eins ist, doch sein Informationsgehalt vermag völlig verschiedene Aspekte zu tragen. Licht kann die Information über das ganze Universum beinhalten.»*[7]

Dass sich solches Licht in seinem eigenen Bezugssystem einer Beschreibung in der kartesianischen Ordnung entzieht, ist evident: Das geläufige Modell der elektromagnetischen Wellen beschreibt das Licht in einem ihm fremden Bezugssystem. Wellenlänge und Schwingungsdauer können nur in einer kartesianischen Ordnung von Raum und Zeit eine Bedeutung haben. Bohm schlägt deshalb eine neue Ordnung vor, die er implizite oder eingefaltete Ordnung nennt. *«Vom Standpunkt der impliziten Ordnung aus kann man sagen, dass alles in alles eingefaltet ist.»*[8] Während die Sammellinse in ihrer Punkt-für-Punkt-Zuordnung zwischen Objekt und Bild als Modell für die explizite Ordnung steht, benutzt Bohm zur Veranschaulichung der impliziten Ordnung das Hologramm. Dazu ein Beispiel: Stellen wir uns eine Landschaft vor, die wir durch ein Fenster betrachten. Die Lichtwellen, die von jedem Punkt der Landschaft zur Fensterscheibe gelangen, überlagern sich dort in mannigfacher Weise und bilden, indem sie sich wechselseitig verstärken und auslöschen, ein kompliziertes Interferenzmuster. Würde es nun gelingen, ein solches Muster im Fensterglas einzufrieren, so könnte man die solchermassen eingefrorene Landschaft durch Erweckung jenes Musters nach Belieben sichtbar machen. Das ins Glas geprägte Interferenzmuster des Lichts enthält in jedem seiner Teile die Licht-Information der ganzen Landschaft, die in ihrer Tiefenstruktur hinter dem Fenster erscheint. Bewegt man sich vor dem Fenster hin und her oder blickt man nur durch einen Teil desselben, ist es stets so, als wäre die wirkliche Landschaft da.

Mit einer besonderen Lasertechnik lassen sich solche Interferenzmuster auf einer hochauflösenden Photoplatte speichern. *«Dies besagt, dass Form und Struktur des gesamten Objekts sozusagen in jedem Abschnitt der photographischen Aufnahme eingefaltet sind. Belichtet man irgendeinen Abschnitt (wiederum mit Laserlicht, Vf.), so werden daraufhin Form und Struktur entfaltet und geben wieder ein erkennbares Bild des ganzen Objekts. (. . .) Aber freilich ist das Hologramm nur ein Instrument, dessen Aufgabe es ist, eine statische Aufnahme von dieser (der impliziten, Vf.) Ordnung zu machen. Die wirkliche Ordnung selbst, die dergestalt aufgenommen wurde, liegt in Form von Lichtwellen in der komplexen Bewegung elektromagnetischer Felder vor. Solche Bewegung von Lichtquellen kommt überall vor und faltet im Prinzip*

das gesamte räumliche und zeitliche Universum in jedem Abschnitt ein.»[9] Bohm verallgemeinert: *«Auch Elektronenstrahlen oder Klangwellen können Hologramme erzeugen. Jede Form von Bewegungen könnte ein Hologramm hervorbringen, bekannte und unbekannte Bewegung. Wir wollen eine undefinierte Totalität von Bewegung, Holobewegung genannt, in Betracht ziehen und sagen: Die Holobewegung ist der Urgrund dessen, was manifest ist. (. . .) Die grundlegende Bewegung der Holobewegung ist Einfalten und Entfalten. Ich behaupte, das gesamte Sein ist im Grunde sich in relativ stabiler Form manifestierende Holobewegung.»*[10]

Das zum Wellenmodell komplementäre Modell des Lichts ist bekanntlich das Teilchenmodell: Das Licht als Photonenstrom. Wenn die Energie eines Photons (eines Lichtquants oder Licht-«Teilchens») grösser als $2 \cdot mc^2$ ist, so kann es sich in ein Elementarteilchen mit der Masse m und sein Antiteilchen verwandeln (Paarerzeugung). Das Standardmodell der physikalischen Kosmogonie behauptet, dass sich das Universum aus einem unvorstellbar dichten und heissen Zustand entwickelt hat, wo solche Paarerzeugungen und deren inverse Prozesse (Annihilationen) das Geschehen dominiert haben. Nachdem sich das frühe Universum beruhigt hatte, blieb ein kleiner Überschuss von Teilchen übrig, die keine Antiteilchen fanden, mit denen sie sich in die Lichtwelt zurückziehen konnten. Dieser Überschuss wurde zu dem, was wir gewöhnlich «Materie» nennen. Wenn sich nämlich beispielsweise ein Proton und ein Elektron finden, können sie zusammen ein Wasserstoff-Atom bilden. Die elektrische Wechselwirkung zwischen dem positiv geladenen Proton und dem negativ geladenen Elektron wird in der Quanten-Feld-Theorie als ein ständiger Austausch von Photonen beschrieben. *«Masse stellt ein Phänomen der Verbindung von Lichtstrahlen dar, die hin- und herpendeln. Sie friert diese sozusagen in ein Muster ein. Damit steht Materie für kondensiertes oder gefrorenes Licht.»*[11]

Der zweite Vorfahre der impliziten Ordnung auf dem Weg aus der klassischen Physik ist die Quantenmechanik, deren mathematische Struktur im ersten Viertel unseres Jahrhunderts als Gemeinschaftswerk von Physikern wie Niels Bohr, Werner Heisenberg, Max Born, Wolfgang Pauli, Erwin Schrödinger, Paul Dirac u. a. entstand. In ihr wird *«jede physikalische Situation durch eine Wellenfunktion charakterisiert. Diese Wellenfunktion bezieht sich nicht direkt auf die wirklichen Eigenschaften eines einzelnen Objekts, Ereignisses oder Prozesses. Man muss sie sich vielmehr als eine Beschreibung der Möglichkeiten innerhalb der physikalischen Situation denken. (. . .) Im allgemeinen gibt die Wellenfunktion nur ein Wahrscheinlichkeitsmass für die Verwirklichung verschiedener Möglichkeiten an (. . .)»*[12] Ein Objekt der klassischen Physik — etwa ein Planet — verhält sich evidentermassen völlig unabhängig davon, ob er nun beobachtet wird oder nicht. Bei den Objekten, mit denen es die Quantenmechanik zu tun hat — etwa bei den Atomen

oder deren «Bestandteilen» — verändert eine Beobachtung deren Zustand in wesentlicher Weise. Das Problem der Messung ist ein immanenter Teil der Quantentheorie: Durch den Akt der Messung wird eine der von der Wellenfunktion beschriebenen Möglichkeiten realisiert. Es findet ein sprunghafter Wechsel von der Modalität der Möglichkeit in diejenige der Realität statt. Die Wellenfunktion, deren Entwicklung durch die Schrödingergleichung (dem quantentheoretischen Pendant der Newtonschen Bewegungsgleichung) vor der Messung völlig determiniert ist, wird sprunghaft reduziert. Ken Wilber spricht vom «Kollaps» der Wellenfunktion, was meint, dass dabei alle nicht realisierten Möglichkeiten erlöschen.

In Bohms Deutung der Quantenmechanik beschreibt die Wellenfunktion, wenn ihre Entwicklung durch die Schrödingergleichung determiniert ist, ein quantenmechanisches System der impliziten Ordnung. *«Das, was man (. . .) die grundlegende mathematische Beschreibung der Bewegung in der Quantenmechanik nennt, (. . .) ist einfach die mathematische Beschreibung der Holobewegung.»* Das Hervortreten des Objektes in der expliziten Ordnung entspricht dann der Reduktion der Wellenfunktion. *«Das Entfalten ist eine unmittelbare Vorstellung von dem, was mit der Mathematik der Quantenmechanik gemeint ist.»*[13]

Mit seinem Erscheinen in der expliziten Ordnung ist aber das reine Objekt verlorengegangen. *«Es hat in der Quantentheorie keinen Sinn, den wirklichen Zustand losgelöst von der Gesamtheit der Versuchsbedingungen zu erörtern, die wesentlich sind, um diesen Zustand zu verwirklichen.»*[14]

Fragen wir einen der Väter der Quantenphysik, Walter Heitler, nach einem Beispiel: *«Ein einzelnes atomares Gebilde kann nicht direkt in Raum und Zeit vorgestellt, sondern nur durch abstrakt-mathematische Begriffe (z. B. Wahrscheinlichkeiten) beschrieben werden. Als solches verhält es sich solange und nur solange kausal-deterministisch, wie keine Messungen an ihm ausgeführt werden. Eine Messung zwingt das Atom, sich sozusagen raumzeitlich zu manifestieren. Dies hat einen wesentlichen Indeterminismus zur Folge. Die raum- zeitlichen Daten (Ort usw.) folgen keinem deterministischen Gesetz mehr, sie sind wesentlich unscharfe Grössen, die erst durch Messung scharf werden. Es herrscht eine Situation der Komplementarität, die das gleichzeitige Scharf-Werden von mehreren Grössen im allgemeinen verbietet. Eine durch Messung scharf gemachte Grösse hat das Unscharf-Werden einer andern zur Folge. Für letztere bestehen bei späteren Messungen nur Wahrscheinlichkeiten. Die Messung, wenn sie vollständig sein soll, schliesst die Kenntnisnahme des Resultats durch ein bewusstes Wesen, den ‹Beobachter›, ein. Der Beobachter ist also von seinem Objekt nicht mehr scharf zu trennen.»*[15]

Die Quantentheorie ist demnach eine nichtlokale ganzheitliche Theorie. Zwischen zwei Quantensystemen, die irgendwann einmal in Wechselwir-

kung miteinander waren, besteht für alle Zeiten eine Korrelation: Wenn nämlich am einen System eine Messung vorgenommen wird, ist die entsprechende Grösse des andern Systems automatisch auch bekannt (Einstein-Podolsky-Rosen-Korrelation). Diese Kenntnis des andern Systems ist instantan, d. h., der Beobachter muss nicht auf ein Signal, das vom andern System ausgeht und mit Lichtgeschwindigkeit zur Messapparatur fliegt, warten. Die EPR-Korrelation hängt auch nicht von der Distanz zwischen den beiden Systemen ab. Durch diese beiden Eigenschaften unterscheidet sich die EPR-Korrelation wesentlich von physikalischen Wechselwirkungen, etwa der elektrischen Kraft oder der Gravitation: Die EPR-Korrelation ist ein nicht-lokales a-temporales Zusammengehören von quantenmechanischen Systemen.

Wenn wir, dem Standardmodell der physikalischen Kosmologie folgend, annehmen, dass sich das Universum vor rund 20 Milliarden Jahren aus einem quasi unendlich dichten Zustand entwickelt hat, müssen wir auch annehmen, dass alle Systeme im Laufe der Geschichte des Universums irgendwann einmal in Wechselwirkung miteinander waren. Die Quantenmechanik und die Kosmologie beschreiben das Universum als ein unteilbares Ganzes. Hat damit die moderne Physik etwas fundamental Neues entdeckt oder, im Sinn von Kleists «Marionettentheater», die zweite Naivität — wenn nicht gar die erste — erreicht?

Anders der Physiker, der sich als praxisorientierter Mathematiker versteht: Solange die Ergebnisse seiner Berechnungen im physikalischen Experiment bestätigt werden, ist die Anwendung jener Berechnungsmuster legitimiert. Zum Gebrauch kommt alles, was experimentell verifizierbare Resultate liefert, selbst einander widersprechende Methoden der Ergebnisgewinnung. Dieser rein utilitäre Anspruch moderner Physik, welche das Geschäft eigentlicher Naturerkenntnis aufgegeben hat zugunsten einer möglichst umfangreichen Erzielung praktisch verwendbarer Resultate, bringt laut Bohm Beliebigkeit und Konfusion in das Instrumentarium physikalischer Wissensproduktion. Jede Formel, jede Gleichung, jede Methode, die vorhersagbare und mittels Experiment kontrollierbare Ergebnisse liefert, kann sich im zweckorientierten Einerlei der Erkenntnisformen behaupten. Im Selbstverständnis solcher Physik sind an die Stelle der ursprünglichen Sinndefinition — Erklärung und Verständnis der dinglichen Welt — die Zweck-Kategorien Vorhersage und Kontrolle getreten.

MARSILI: Wenn ich ganz nüchtern feststellen würde, dass es mich persönlich nicht berührt, auf die bestehende Diskrepanz zwischen Formalisieren und Erklären aufmerksam zu werden — was könnte man dagegen einwenden? Angenommen, ich sage: Armer Herr Bohm, für Sie scheint das Auseinanderklaffen von eigentlichem Weltverständnis und Mathematisierung ein grosses Problem zu bedeuten, unternehmen Sie etwas, ver-

suchen Sie den Bruch zu kitten — ich hingegen kann mit ihm leben. Was wäre dieser Argumentation zu entgegnen?

FUES: Dich stört es nicht im mindesten, in einer Wissenschaft zu arbeiten, die — je länger, je mehr — nur noch formalisieren, aber nicht mehr erklären kann. Ohne mit der Wimper zu zucken, akzeptierst du deine Inkompetenz als verstehendes, bewusstes Subjekt gegenüber den Resultaten der wissenschaftlichen Tätigkeit, die du betreibst. Du sagst, es mache dir nichts aus, ständig vor Resultaten zu stehen, die sich nicht mehr in den Erfahrungsbereich deiner Bewusstseins- und Lebenswelt übertragen lassen. Damit etabliert sich eine schizoide Situation: Du bist immer der eine, dem das wissenschaftliche Instrument des rationalen Denkens beigebracht worden ist, und doch auch der andere, der als Benutzer dieses Instrumentariums über die Tragweite desselben für Gesellschaft und Geschichte nicht Bescheid weiss, denn in diesen Raum kannst du die Ergebnisse deiner Forschung nicht mehr übertragen.

MARSILI: Das eigentliche Verständnis der Dingwelt beschränkt sich offensichtlich auf die Alltagserfahrungen. Ich habe mich damit abgefunden, dass die moderne Physik, zumindest im subatomaren Bereich, ein tatsächliches Erklären der Phänomene nicht mehr leisten kann. Stattdessen zieht sie sich in bestimmte Formalismen zurück, die immerhin die Eigenschaft haben, Ergebnisse zu liefern. Und wer möchte darauf verzichten?

WEHRLI: Indem du die Fragen «Was ist Wirklichkeit?» und «In welchem Verhältnis steht meine mathematische Arbeit zur Realität der dinglichen Welt?» für unerheblich hältst, stellst du dich als Wissenschaftler einem instrumentalisierten Vernunftbegriff anheim. Das Entscheidende hierbei: die Instrumentalisierung der Vernunft bringt gleichzeitig eine Instrumentalisierung des Vernunftsubjekts mit sich. Definierst du dich, wie du selber sagst, als Lieferant von Ergebnissen, ohne die Resultate deiner Arbeit wirklich zu verstehen, verzichtest du freiwillig auf deine dir zustehende Subjektivität als erkennender Mensch. Du machst dich zum Objekt, zum Produktionsapparat für die Anwender deiner Ergebnisse. Ich glaube kaum, dass du dich in dieser Rolle langfristig wohl fühlen kannst. Ferner folgt aus deinem Selbstverständnis als Datenproduzent, der nicht kennt, was er hervorbringt, dass du deine Lieferantentätigkeit wem auch immer zur Verfügung stellst. Der Verzicht auf Verstehen hat nicht nur Folgen für das persönliche Wohlergehen des je einzelnen Wissenschaftlers. Eine Instrumentalisierung der gesamten wissenschaftlichen Zunft, die sich solchermassen als Datenlieferantin begreift, muss darüber hinaus Folgen von grösster gesellschaftlicher Tragweite zeitigen — Folgen, die auch dem gläubigsten Wissenschaftsformalisten nicht länger verborgen bleiben können. Aber das ist heute nicht unser Thema.

MARSILI: Langsam verstehe ich euer Unbehagen an einer Wissenschaft, die sich zur Erzielung von verwertbaren Ergebnissen in erklärungsunfähige Formalismen zurückzieht, in Formalismen, die selbst vom wissenschaftlichen Subjekt nicht wirklich begriffen werden können. Bestimmt liegt in dieser Spaltung von Begreifen und Berechnen eine Gefahr. — Trotzdem muss man der modernen Physik das Liefern von Resultaten zugute halten, denn diese Tätigkeit bringt der gesamten Menschheit grosse Vorteile. Zwar ist es für mich unerklärlich, wie sich ein Naturwissenschaftler dazu hergeben kann, Napalm zu produzieren, wie sich einer, der sich dem Nutzen der Menschen verschrieben hat, damit abfinden kann, zur Entwicklung von Kriegswaffen beizutragen; aber ich kann, wenigstens für meine Person, behaupten, meine Kompetenz als Wissenschaftler niemals für eine Sache einzusetzen, die sich in irgendeiner Weise gegen den Menschen richten könnte.

FUES: Du gestehst mir ein, mit einem Formalismus zu arbeiten, den du nicht verstehst. Woher nimmst du also die Gewissheit, dass dein Formalismus, den du nach eigener Aussage nicht begreifst, nur für und nicht gegen die Menschheit wirken kann?

MARSILI: Eine interessante Frage . . .

FUES: Es ist undenkbar, von vornherein über die gesellschaftlichen Konsequenzen Bescheid zu wissen, ohne das verwendete Arbeitsmuster tatsächlich verstanden zu haben.

MARSILI: Das ist ein Problem . . .

Marsili ist auf die Anklagebank versetzt, und seine Ankläger richten ihn ungeniert und unwidersprochen im Namen eines sich gesellschaftskritisch verstehenden Humanismus. Vielleicht erhebt sich daraus dieselbe Anklage, die sie gegen Marsili erheben; vielleicht sitzen sie am Ende mit ihm auf derselben Bank, auf die sie ihn anscheinend so rechtmässig versetzt haben.

Worin liegt eigentlich das Neue der Neuzeit, das allgemeine epistemologische Prinzip, das die moderne Rationalität in einer Form begründet und entwirft, die mit der bisherigen wissenschaftlichen Tradition so radikal bricht, wie es die Chronik der abendländischen Geistesgeschichte behauptet? In der Idee, *«dass die unendliche Allheit des überhaupt Seienden in sich eine rationale Alleinheit sei, die korrelativ durch eine universale Wissenschaft, und zwar restlos, zu beherrschen sei»*[16]. Aber diese Korrelation allein kann es nicht sein, die den jungen Descartes notieren lässt: *«X. Novembris 1619, cum plenus forem Enthousiasmo, et mirabilis scientiae fundamenta reperirem.»*[17] Nicht nur «scientia nova», sondern «scientia mirabilis», so wunder-voll, dass sie den, der ihre Grundlagen entdeckt, begeistert, als wäre er in göttliches Wissen versetzt. *«Die Welt (. . .) ernstlich wissenschaftlich erkennen, das kann nur Sinn und Möglichkeit haben, wenn eine Methode zu erfinden ist, die Welt, die Unendlichkeit ihrer Kausalitäten, von dem geringen Bestand des jeweils in direkter Erfahrung und nur relativ Festzustellenden aus systematisch, gewissermassen im voraus, zu konstruieren und diese Konstruktion trotz der Unendlichkeit zwingend zu bewähren.»*[18] Als der junge Descartes die Grundlagen der «scientia mirabilis» erfindet, sieht er die Möglichkeit einer Methode, die Welt, die Unendlichkeit ihrer Kausalitäten, und das Ich, den geringen und immer nur relativen Bestand der von ihm begriffenen Kausalitäten, so in Korrelation zu bringen, dass diese Beziehung sich systematisch konstruieren und deshalb experimentell und rational überprüfen, folglich jederzeit und überall zwingend bewähren lässt. Damit findet die Gattung Mensch für ihren Anspruch auf die Welt überhaupt endlich eine Form, die sowohl ihrem Selbstbewusstsein als auch dessen intendiertem Inhalt unendlich angemessen ist. Was diese Form zur «scientia mirabilis» verklärt, ist das Wunder, dass sie den Pakt mit sich selbst, durch den der Mensch sich in ein Subjekt verwandelt, einsehbar und

formulierbar macht: Ich (als Exemplar der Gattung) unterwerfe mich der Methode meines Begreifens und ihrer durch Fortschritt sich ordnenden Unendlichkeit, während sich diese Ordnung zwingend auf mich zurückbezieht und darin ihre Gegenstände überall als Gestalt meines Selbsts bewährt. Ich unterwerfe mich der Objektivität meiner Welt, aber in dieser Unterwerfung wird sie mein, und ich beherrsche, was mir entgegen bleibt und darin überlegen zu sein scheint. Während Descartes die Grundlagen der neuzeitlichen Wissenschaft erfindet, erscheint ihm der Geist der Moderne, der heute noch über die abendländische Zivilisation herrscht, wenn auch nicht mehr unumschränkt, und erfüllt ihn mit dem Enthusiasmus, der den einzelnen in seiner abstrakten Einzelnheit in seine ebenso abstrakte Allgemeinheit unmittelbar einrückt. Die Grenzen meines Begreifens sind die Grenzen meiner Welt[19], lautet der Grundsatz, der Kant zufolge als transzendentale Apperzeption *«alle meine Vorstellungen muss begleiten können»*[20]. Muss begleiten können, solange das Begreifen zwingend an die Form des Subjekts, an den Pakt des Ichs mit seinem Selbst gebunden ist. Was, wenn dieser Zwang sich löst, wenn er durch seinen Vollzug in Auflösung gerät, das Begreifen sich in seinem unendlichen Fortschritt so zu ordnen beginnt, dass es den Rückgriff auf das Ich-Selbst sistiert und damit den Bestand des Subjekts in Gefahr bringt?

Tragpfeiler der universalen Wissenschaft, die die unendliche Allheit des Seienden als rationale Alleinheit fasst und dadurch restlos beherrscht, ist von Anfang der Neuzeit an die Physik. Sie unterwirft die Welt in methodischem, immer weiter ausgreifenden Fortschreiten dem Begriff des Subjekts, das sich von ihm ebenso ergreifen lässt wie es durch ihn sich selbst begreift. *«Je weiter die Physik in der wirklichen Mathematisierung der anschaulichen umweltlich vorgegebenen Natur gekommen ist, über je mehr mathematisch-naturwissenschaftliche Sätze sie schon verfügt, (. . .) um so grösser ist der Bereich der ihr möglichen deduktiven Schlussfolgerungen auf neue Tatsachen der quantifizierten Natur und damit der Verweisung auf entsprechend zu leistende Verifizierungen.»*[21] Die Tätigkeiten des mathematischen Physikers und des Experimentalphysikers entsprechen einander als ergänzende Momente der «scientia mirabilis»: die Mathematisierung treibt in immer komplexeren Abstraktionsprozessen die als wirklich erkannte Welt von der Realitätserfahrung des Subjekts als eines historisch und sozial konkreten Ich-Selbsts weg, während das Experiment in immer vermittelteren, immer instrumentalisierteren Rekonstruktionen die Rückbindung der ins Unendliche fortschreitenden Abstraktion an die Erfahrungswelt des Ichs gewährleistet. Entsinnlichung und Versinnlichung halten in Mathematisierung und Experiment einander die Waage, und dass sie das tun, dass sie scheinbar unbegrenzt und universal in die Natur auszugreifen vermögen, ohne dieses Gleichgewicht zu verlieren, begründet den Enthusiasmus, der

den erfüllt, der die Grundlagen ihrer Wissenschaft einsieht. Mit der Physik des 20. Jahrhunderts, mit Relativitätstheorie und Quantenmechanik, scheint sie jedoch mehr und mehr aus jenem wunderbaren Gleichgewicht zu geraten. Die mathematischen Abstraktionen widersetzen sich ihrer experimentellen Rekonstruktion zu Sinnen des Subjekts zwar nicht, aber sie entsprechen ihnen nicht mehr, werden unklar, unscharf, mehrdeutig, lösen sich rückwegs und rücklings von ihrer Bindung an die subjektiv sinnlich erfahrbare Realität und bleiben als eine Wirklichkeit ausserhalb eigensinnig gegen sie stehen. *«Die Quantenebene ist derart submikroskopisch, dass man ihre Interaktionen für alle praktischen Erwägungen in der Makro-Welt ignorieren kann. Die starken Interaktionen zwischen subatomaren Mesonen werden bei Makro-Objekten überhaupt nicht beobachtet, nicht zwischen Felsen, Menschen und Bäumen»,* schreibt *Ken Wilber* in seinem Beitrag «Physik, Mystik und das neue holographische Paradigma»[22].

Angesichts dieses Sachverhalts kann das Subjekt der Moderne das Ideal der Allwissenheit, mit deren begeisternder Vision es seine Zeit begonnen hat, aufrechterhalten und den physikalisch-mathematischen Fortschritt weiterhin an eine Welt setzen, die eine rationale systematische Einheit sein soll, in der alle Einzelheiten bis ins letzte determiniert sind. Dann muss es zur Kenntnis und in Kauf nehmen, dass solche Einheit und solche Determinierung einer Rationalität angehören, die sich der Form des subjektiven Begreifens versagt und deren Prozesse wie Resultate ausserhalb der Gestaltungen des Selbstbewusstseins stehenbleiben. Die Grenzen seines Begreifens sind nach wie vor die Grenzen seiner Welt, aber sein Begreifen enteignet sich ihm in eben der Methode, in die es in Absicht auf seine Subjektivität ausdrücklich eingewilligt hat, und überschreitet damit die Grenzen seiner Welt. Will das Ich-Selbst nun nicht in seine subjektive Welt ohnmächtig eingeschlossen werden, muss es seine Ideen, seine regulativen Begriffe vom Wahren, Schönen, Guten, seine Logik, seine Ethik, seine Ästhetik auf die Überschreitung hin, die ihm die Physik präsentiert, relativieren und korrigieren, die Verwandlung des Menschen in ein Subjekt als historisch begreifen und im Begriff dieses Konzepts überwinden. Das Subjekt der Moderne kann aber auch auf das Ideal der Allwissenheit verzichten und den wissenschaftlichen Fortschritt in den Grenzen dessen zu halten suchen, was sich der subjektive Mensch als das Wahre, Gute, Schöne, kurz: als den Humanismus bestimmt hat. Aber damit gibt es sich auf, kündigt es den Pakt zwischen Ich und Selbst, der ihm das Gleichgewicht des unendlichen Übergangs zwischen Herrschaft und Knechtschaft garantiert, verkrüppelt die Bewegung, aus der es hervorgeht, und muss diese Verstümmelung, um vor sich selbst sicher zu sein, in jedem theoretischen und praktischen Akt seines Begreifens an sich selbst vollziehen. Der gutgemeinte Appell an die Wissenschaft, sie möge ihren Fortschrittsdrang doch humani-

stischer Kontrolle unterwerfen und dadurch einschränken, ist darum von so peinlich berührender Kurzsichtigkeit, weil er ursprünglich genau demselben Rationalitätskonzept angehört wie die ihm unergreiflich und darum unheimlich werdende Wissenschaft und so nichts weiter an den Tag bringt als die Ohnmacht des immer vergeblich warnenden Komplizen. Das Subjekt der Moderne vermag sich gegen die Konsequenz seiner Rationalität, die sie überschreitet, nur zu behaupten, wenn es inkonsequent wird, womit es seine Rationalität grundsätzlich preisgibt. So oder so: Die Eule der Minerva ist wieder einmal auf ihrer Reise in die Dämmerung. In keinem Fall jedoch kann sich das Subjekt der Moderne seiner eigenen Aktualität gegenüber auf seinen Humanismus berufen, als sei ihm dessen Überschreitung aus irgendeiner Fremde her unversehens begegnet, ohne sich dem Verdacht einer hintergründigen und hinterhältigen Arbeitsteilung auszusetzen: *«Der Humanismus garantiert die Bewahrung der gesellschaftlichen Organisation; die Technik ermöglicht es dieser Gesellschaft, sich zu entwikkeln, wobei sie auf ihrer eigenen Linie bleibt.»*[23]

[1] David Bohm, Renée Weber: Implizite und explizite Ordnung: Zwei Aspekte des Universums. Dies.: Der Physiker und der Mystiker — ist ein Dialog zwischen ihnen möglich? Interviews. In: Ken Wilber (Hg.): Das holographische Weltbild, Wissenschaft und Forschung auf dem Weg zu einem ganzheitlichen Weltverständnis — Erkenntnisse der Avantgarde der Naturwissenschaften. Bern 1986, S. 67. — [2] David Bohm: Die implizite Ordnung. Grundlagen eines dynamischen Holismus, München 1987, S. 199. — [3] Ibd. S. 165. — [4] Ibd. — [5] Ibd. S. 230. — [6] Ibd. S. 67. — [7] Renée Weber: Wissenschaftler und Weise. Grafing 1987, S. 83ff. — [8] Bohm: Die implizite Ordnung. S. 231. — [9] Ibd. — [10] Bohm/Weber: Implizite und explizite Ordnung . . . S. 56. — [11] Weber: Wissenschaftler und Weise, S. 84. — [12] Bohm: Die implizite Ordnung, S. 174. — [13] Bohm/Weber: Implizite und explizite Ordnung . . . S. 57. — [14] Bohm: Die implizite Ordnung, S. 175. — [15] Walter Heitler: Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis. Braunschweig 1970, S. 43. — [16] Edmund Husserl: Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendentale Phänomenologie. Hamburg 1982, S. 21. — [17] Œuvres de Descartes, publiées par Charles Adam & Paul Tannery. Bd. X, Paris 1966, S. 179. — [18] Husserl: Die Krisis der europäischen Wissenschaften . . . S. 32. — [19] «Begreifen heisst mit dem Gedanken umarmen; um aber etwas zu wissen, genügt es, es mit dem Gedanken zu berühren.» Descartes an Mersenne am 17. Mai 1630. Briefe, hrsg. von Max Bense. Köln/Krefeld 1949, S. 53. — [20] Immanuel Kant: Kritik der reinen Vernunft. Transzendentale Deduktion § 16, B 132. — [21] Husserl: Die Krisis der europäischen Wissenschaften . . . S. 50. — [22] Ken Wilber: Physik, Mystik und das neue holographische Paradigma. In: Ders.: Das holographische Weltbild. S. 161. — [23] Michel Foucault: Von der Subversion des Wissens. Frankfurt/Berlin/Wien 1978, S. 114.