

Substanz, Veränderung und Komplementarität

Hartmann Römer
Physikalisches Institut der Universität Freiburg
Hermann-Herder-Str. 3
79104 Freiburg

24. Februar 2005

Meinem Sohn Christoph
(1975-2004)

1 Einleitung

Es ist schwer, wenn nicht unmöglich, sich eine Bewegung zugleich als ganzheitlichen Vorgang und als Folge aller durchlaufenen Zwischenzustände vorzustellen. Nach einem bekannten Paradoxon des Zenon von Elea scheint ein fliegender Pfeil in seiner Bewegung zu erstarren, sobald sich das Augenmerk des Betrachters auf die Lage des Pfeils zu irgendeinem Zeitpunkt richtet, um festzustellen, dass er niemals mehr Raum einnimmt als seiner Länge entspricht.

Für Platon sind Ideen wesentlich dadurch bestimmt, dass sie der Zeitlichkeit und der Veränderung nicht unterworfen sind, und sie allein sind würdige Gegenstände reiner philosophischer Betrachtung.

In deutlicher Absetzung hiervon haben Bewegung und Veränderung im Denken des Aristoteles zentrale Bedeutung. Allerdings bleibt er Platon insofern verpflichtet, als er Bewegung nur von ihrem Anfangs- und Endzustand her versteht, ohne im einzelnen zu thematisieren, wie und mit welchen Zwischenzuständen der Übergang zwischen beiden erfolgt.

Dagegen kommt für den Vorsokratiker Heraklit von Ephesos nur dem Fluss der Bewegung Wirklichkeit zu, während Ruhe- und Zwischenzustände lediglich dem Reiche des Scheins angehören.

Die Frage nach dem ontologischen Status von Zeit und Veränderung, in der Heraklit und Platon die extremen Gegenpositionen markieren, hat die Europäische Philosophie immer wieder beschäftigt. Es ist hier nicht möglich,

auch nur summarisch einen Überblick über die hierzu möglichen und vorgeschlagenen Positionen zu geben, es lässt sich aber sicherlich feststellen, dass Positionen, die näher bei Platon als bei Heraklit liegen, häufiger und einflussreicher vertreten wurden. Der Aristotelische Standpunkt ist ein besonders prominentes Beispiel hierfür.

In neuerer Zeit ist der Gegensatz zwischen der Platonischen und der Heraklitischen Position unter den Schlagworten „*Substanzontologie versus Prozessontologie*“ erneut zum ausdrücklichen Gegenstand des Nachdenkens geworden. In der so genannten *Prozessphilosophie* [1] wird eine einseitige Bevorzugung des substantiellen Standpunktes beklagt und eine stärkere Berücksichtigung des Prozessualen in der Ontologie angemahnt.

Die Prozessphilosophie beruft sich gewöhnlich auf William James [2] als einen ihrer Vordenker.

In der Tat hat W. James als Philosoph und vor allem als Psychologe die Aufmerksamkeit auf den Prozesscharakter menschlichen Denkens gerichtet und psychologische Gründe für die Bevorzugung des Substanzstandpunktes gegeben. Für W. James sind substantielle und prozessuale Bestandteile menschlichen Denkens entgegengesetzte Punkte auf einer gleitenden Skala mehr oder weniger rascher Veränderlichkeit:

When the rate [of change of the subjective state] is slow we are aware of the object of our thought in a comparatively restful and stable way. When rapid, we are aware of the passage, a relation, a transition from it or between it and something else. . . . Let us call the resting-places the “substantive parts” and the places of flight the “transitive parts” of the stream of thoughts. It then appears that the main end of our thinking is at all times the attainment of some other subjective part than the one from which we have just been dislodged. And we may say that the main use of the transitive parts is to lead from one substantive conclusion to another.[3]

Und wenig später:

Now it is very difficult, introspectively, to see the transitive parts as what they really are. If they are but flights to a conclusion, stopping them to look at them before the conclusion is reached is really annihilating them. Whilst if we wait till the conclusion be reached, it so exceeds them in vigour and stability that it quite eclipses and swallows them up in its glare. Let anyone try to cut a thought across in the middle and get a look at its section, and he will see how difficult the introspective observation of the transitive act is. . . . The results of this introspective difficulty are baleful. If to hold fast and observe the transitive parts of the thought’s stream be so hard, the great blunder to which all schools are liable must be the failure to register them, and the undue emphasizing of the more substantive parts of the stream.[3]

In dieser Untersuchung werden wir zu zeigen versuchen, dass der Ursprung der Schwierigkeiten mit dem Zenonschen Paradoxon oder der von James beschriebenen introspektiven Unzugänglichkeit prozessualer Bestandteile des Denkens darin liegt, dass die substantielle und die prozessuale Betrachtungsweise in einem komplementären Verhältnis zueinander stehen.

Komplementarität, wie wir sie hier meinen, ist von Niels Bohr in die Quantenphysik als Begriff eingeführt worden. Physikalische Größen der Quantentheorie wie Ort und Impuls (oder Geschwindigkeit) heißen *komplementär*, wenn es nicht möglich ist, sie zugleich mit beliebiger Genauigkeit einem physikalischen System zuzuschreiben. Schon Bohr selbst hat immer betont, dass Komplementarität eine ganz allgemeine Struktur im gegenseitigen Verhältnis verschiedener Begriffe oder Beschreibungsweisen sei, die weit über den Bereich der Physik hinaus von grundsätzlicher Bedeutung sein sollte.

An anderer Stelle [4] haben wir mit der von uns so genannten "*Schwachen Quantentheorie*", die man auch "*Verallgemeinerte Quantentheorie*" nennen könnte, einen formalen Rahmen geschaffen, in dem man in einem wohl definierten und nicht nur metaphorischen Sinne von Komplementarität (und auch von Verschränkung) jenseits des Bereiches physikalischer Beschreibung sprechen kann.

Die Verallgemeinerte Quantentheorie hat mit der Quantentheorie der Physik die Grundbegriffe „System“, „Zustand“ und „Observable“ gemeinsam. Die Struktur der verallgemeinerten Quantentheorie sollte immer dann realisiert sein, wenn Beobachtungen einen wesentlichen und unvermeidlichen Einfluss auf den Zustand eines Systems haben. Das ist in exemplarischer Weise für die menschliche Psyche aus der Innenperspektive von Selbstbeobachtungen der Fall, und wir werden die Unverträglichkeit substantieller und prozessualer Betrachtungsweisen mit dem komplementären Verhältnis psychischer Zeit- und Übergangsobservablen in Verbindung bringen.

Im Einzelnen wird unser Vorgehen das folgende sein:

Im Abschnitt 2 werden wir den Formalismus der Verallgemeinerten Quantentheorie in vereinfachter Form beschreiben, um den nötigen Hintergrund zum Verständnis unserer Argumentation bereitzustellen. Als Beispiele für die Tragweite der Verallgemeinerten Quantentheorie werden einige an anderem Ort [4],[5],[6] ausführlicher beschriebene Anwendungen erwähnt.

Abschnitt 3 beschäftigt sich mit dem Begriff der Gesamtheit der Observablen in der Verallgemeinerten Quantentheorie. Um sich von einem zu engen, von der Physik her beeinflussten Vorverständnis zu lösen, wird sich ein Vergleich mit der Gegenstandslehre von Alexius Meinong als hilfreich erweisen. *Perspektivität* und *Intentionalität* werden als wesentliche Eigenschaften der Observablen betont, und ihre Aufstellung wird sich als schöpferischer Pro-

zess erweisen. Grundlegend ist auch die Bedeutung einer *Partitionierung*, einer Unterteilung der Welt durch Observable, für welche die „*epistemische Spaltung*“ in Beobachter und Beobachtetes das erste und aller Erkenntnisanstrengung zu Grunde liegende Beispiel ist.

Abschnitt 4 handelt von psychischen Zeitobservablen, ihrer Beziehung zur physikalischen Zeit und von Observablen, die zu Zeitobservablen komplementär sind. Diese zweite Klasse von Observablen sollte zur prozessualen Sichtweise in enger Beziehung stehen. Es schließen sich Überlegungen zum Zenonschen Paradoxon und zur endlichen Dauer des psychischen „Jetzt“ an.

In Abschnitt 5 zeigen wir anhand einer Erzählung von Jorge Luis Borges, zu welchen Absurditäten ein überspitzte Prozessontologie führen kann, aber auch, wie sehr sich die menschliche Psyche aus der Innenperspektive von einem physikalischen System unterscheidet.

Der abschließende Abschnitt 6 beschreibt das komplementäre Verhalten von Substanz- und Prozessbeschreibung. Beide werden als notwendig erwiesen, und eine Beschränkung auf nur eine der beiden Sichtweisen wäre ähnlich verfehlt, als wenn ein Physiker sich darauf versteifte, nur Orts- oder Impulsobservable zu verwenden, nicht aber beide.

2 Verallgemeinerte Quantentheorie

Die *Verallgemeinerte Quantentheorie* [4] ist aus der physikalischen Quantentheorie in algebraischer Formulierung durch Vereinfachung und Abschwächung entstanden, indem von deren Axiomen alles ausgeschieden wurde, was sich spezifisch auf die physikalische Welt bezieht. Die verbleibende Struktur ist noch reich genug, um auch in einem allgemeineren, weit über die Physik hinausgehenden Rahmen Phänomene wie Komplementarität und Verschränkung in formal wohl definierter Weise zu erfassen.

Die fundamentalen Begriffe *System*, *Zustand* und *Observable* werden aus der physikalischen Quantentheorie übernommen.

- Ein *System* Σ ist irgendein Teil der Realität im allgemeinsten Sinne, der, wenigstens im Prinzip, vom Rest der Welt abgetrennt und zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht werden kann.
- Ein System kann sich in verschiedenen *Zuständen* z befinden. Epistemisch beschreibt ein Zustand den Grad der Kenntnis die ein Beobachter von dem System besitzt. Im Gegensatz zur physikalischen Quantentheorie wird nicht angenommen, dass sich die Gesamtheit $\mathcal{Z}$ der Zustände durch eine lineare Hilbertraumstruktur beschreiben lässt.

- Jeder *Observable* A entspricht ein Zug des Systems, der (in mehr oder weniger sinnvoller Weise) untersucht werden kann. Die Gesamtheit aller Observablen bezeichnen wir mit $\mathcal{A}$. Wie in der physikalischen Quantentheorie lassen sich Observable mit Funktionen auf den Zuständen identifizieren. Das bedeutet: Jede Observable A ordnet jedem Zustand z einen anderen Zustand $A(z)$ zu. Als Funktionen auf Zuständen lassen sich Observable A und B hintereinander schalten, indem man zuerst B und dann A auf die Zustände z anwendet. Die zusammengesetzte Observable AB ist dann definiert durch $AB(z) = A(B(z))$. Zwei Observable A, B heißen *kompatibel*, wenn sie miteinander vertauschbar sind, d.h. wenn $AB = BA$ andernfalls, wenn $AB \neq BA$, heißen sie *inkompatibel* oder *komplementär*. In der physikalischen Quantentheorie können Observable auch addiert und mit komplexen Zahlen multipliziert werden, und zu jeder Observable A ist eine konjugierte Observable A^* definiert. Die Menge aller Observablen ist mit einer reichen sog. *C*-Struktur* ausgestattet. In der verallgemeinerten Quantentheorie ist nur die oben beschriebene Multiplikation definiert, und die Gesamtheit aller Observablen hat nur eine wesentlich einfachere, eine sog. *Halbgruppenstruktur*.

Die Verallgemeinerte Quantentheorie ist durch eine Reihe von Axiomen definiert, deren genaues Verständnis für das Folgende nicht entscheidend ist. Um einen gewissen Eindruck von ihrer Struktur zu vermitteln, geben wir hier die wichtigsten von ihnen wieder:

- Zu jeder Observable A gehört eine Menge $\text{spec}A$, die *Spektrum* von A genannt wird. $\text{spec}A$ ist die Menge aller möglichen Ergebnisse der Untersuchung („Messung“), die zu der Observable A gehört.
- *Propositionen* sind spezielle Observable P , die sich bei Multiplikation mit sich selbst reproduzieren: $PP = P$, und deren Spektrum nur aus den Elementen „ja“ und „nein“ besteht. Sie entsprechen einfachen Ja-Nein-Alternativfragen über das System Σ . Zu jeder Proposition P gibt es eine Negation $\bar{P}$, die mit P (im oben definierten Sinne) kompatibel ist. Für kompatible Propositionen P_1 und P_2 gibt es eine *Konjunktion* $P_1 \wedge P_2 = P_1 P_2$ und eine *Disjunktion* $P_1 \vee P_2 = \overline{\bar{P}_1 \wedge \bar{P}_2}$. Die Gesetze der Booleschen Logik gelten für kompatible Propositionen.
- Wenn z ein Zustand ist und wenn für die Proposition P im Zustand z die Antwort „ja“ gefunden wird, dann ist $P(z) = PP(z) = P(P(z))$ ein

Zustand, in dem P auf jeden Fall den Wert „ja“ ergibt. Dies ist Ausdruck der aktiven, konstruktiven Natur von Messungen in der Quantentheorie, die sowohl als Verifikation als auch als Zustandsänderung und Präparation fungieren.

- Die folgende Eigenschaft verallgemeinert die Spektraleigenschaft von Observablen in der physikalischen Quantentheorie und erlaubt die Reduktion beliebiger Observablen auf Propositionen. Zu jeder Observable A und zu jedem α in $\text{spec}A$ gehört eine Proposition A_α , die gerade bedeutet, dass α das Ergebnis der Messung von A ist. Dann ist

$$A_\alpha A_\beta = A_\beta A_\alpha = 0 \text{ for } \alpha \neq \beta, \quad AA_\alpha = A_\alpha A, \quad \bigvee_{\alpha \in \text{spec}A} A_\alpha = \mathbb{1},$$

wobei 0 und $\mathbb{1}$ triviale Propositionen sind, die nie bzw. immer richtig sind. Die Observablen A und B sind genau dann kompatibel, wenn A_α und B_β kompatibel sind für alle $\alpha \in \text{spec}A$ und $\beta \in \text{spec}B$.

Die Konzepte der *Komplementarität* und der *Verschränkung* sind in der Verallgemeinerten Quantentheorie definiert. Für komplementäre Observable A und B ist die Reihenfolge ihrer Messung von Bedeutung. Wie in der physikalischen Quantentheorie, ist es auch in der Verallgemeinerten Quantentheorie für komplementäre Observable allgemein unmöglich, einen Zustand z zu finden, in dem sowohl A als auch B einen wohl bestimmten Wert haben.

Verschränkung tritt auf, wenn globale Observable, die sich auf ein System als ganzes beziehen, in einem komplementären Verhältnis zu lokalen, auf Teile des Systems bezogenen Observablen stehen. In einem verschränkten Zustand, beispielsweise in einem Zustand, in dem eine globale Observable einen wohl bestimmten Wert hat, ist der Wert lokaler Observablen i.a. nicht bestimmt. Es treten aber typische wechselwirkungsfreie *Verschränkungskorrelationen* zwischen den Messergebnissen für lokale Observable zu verschiedenen Teilen des Systems auf.

Es sei ausdrücklich hervorgehoben, dass in der Verallgemeinerten Quantentheorie, zumindest in der hier dargestellten minimalen Version, den möglichen Ergebnissen der Messung einer Observablen A keine quantitativen Wahrscheinlichkeiten zugeordnet werden. Die hängt mit dem Fehlen einer Hilbertraumstruktur auf der Gesamtheit $\mathcal{Z}$ der Zustände zusammen.

Im Rahmen der Verallgemeinerten Quantentheorie tritt das Konzept der Zeit nicht von vorn herein auf, und auch die Plancksche Konstante h , die in der Physikalischen Quantentheorie den Grad der Nicht-Kommutativität

regelt, hat in der Verallgemeinerten Quantentheorie keinen privilegierten Platz.

Die Verallgemeinerte Quantentheorie ist eine universelle und sehr flexible Rahmentheorie. Sie sollte sich besonders in solchen Situationen bewähren, in denen, wie in der physikalischen Quantentheorie, die Beobachtung einen wesentlichen und unvermeidlichen Einfluss auf den Zustand des Systems hat. Systeme, die die menschliche Psyche einschließen, bieten sich hier besonders an.

Aus der Anzahl verschiedener Anwendungen, die vorgeschlagen und im mehr oder weniger großem Detail ausgeführt worden sind, seien hier einige genannt:

- Gegenübertragung in Systemen psychisch eng an einander gekoppelter Personen [4]. Die oft beobachtete Erscheinung, dass Mitglieder einer solchen Personengruppe psychische Inhalte wahrnehmen, die nicht zu ihnen selbst, sondern zu anderen Gruppenmitgliedern gehören, wird als die Auswirkung von Verschränkungskorrelationen gedeutet, wobei als globale Observable Einstimmungsvariable der Gruppe fungieren.
- H. Walach [7] schlägt vor, die flüchtige und schwer nachweisbare Wirkung homöopathischer Medikamente durch Verschränkungskorrelationen zu erklären.
- So genannte *synchronistische Erscheinungen* im Sinne von W. Pauli und C.G. Jung lassen eine Deutung als Verschränkungskorrelationen zu [8], [10].
- Die Verallgemeinerte Quantentheorie enthält als solche keinen Bezug auf Zeit. In der Arbeit [6] wird beschrieben, wie sich ausgehend von der Existenzform bewusster Individuen, Zeitobservable identifizieren lassen und in welchem Verhältnis derartige Observable zur physikalischen Zeit stehen. Wir werden im Abschnitt 5 auf diese Überlegungen näher eingehen.
- *Kippbilder* sind Bilder, wie etwa der bekannte Neckersche Würfel, die auf zwei verschiedene Weisen gesehen und gedeutet werden können. Konfrontiert mit einem Kippbild, klappt die Wahrnehmung einer Versuchsperson in mehr oder weniger regelmäßiger Weise zwischen den beiden Deutungsmöglichkeiten hin und her. In der Arbeit [5] wird dieses Umklappen mit Hilfe eines verallgemeinerten quantentheoretischen Modells quantitativ beschrieben. Insbesondere wird eine empi-

risch bestätigte Relation zwischen drei verschiedenen wahrnehmungsphysiologischen Zeitkonstanten hergeleitet.

- In soziologischen Systemen sind Verschränkungskorrelationen zwischen Einstellungen oder Handlungen verschiedener Individuen denkbar [11].

3 Observable

Observable entsprechen, wie bereits erwähnt, allen Zügen eines Systems, die irgendwie untersucht werden können. In der Verallgemeinerten Quantentheorie kann ein System ganz anders und wesentlich vielfältiger sein als in der Physik, beispielsweise eine Gruppe bewusster Individuen. Dem entsprechend wird auch die Gesamtheit der Observablen mannigfaltiger und komplexer sein. Die Observablen der Verallgemeinerten Quantentheorie sollen der Gegenstand dieses Abschnittes sein.

Wir haben schon gesehen, dass sich Observable auf Propositionen, genauer gesagt, auf Fragen zurückführen lassen, die Propositionen zugeordnet sind. Nun enthält eine Proposition als Satz der menschlichen Sprache im allgemeinen sowohl Nomina als auch Verben. Schon aus diesem Grunde wäre es verfehlt, Observable einfach mit Nomina oder Begriffen zu identifizieren, wie es vielleicht durch das Beispiel physikalischer Observabler wie Ort oder Impuls nahe gelegt erscheinen könnte.

Wir wollen auf drei Charakteristika von Observablen besonders eingehen:

- a) *Intentionalität*, wie schon durch ihre Beziehung zu Fragesätzen deutlich wird
- b) *Perspektivität*, da Fragen aus der Perspektive eines Fragenden gestellt werden
- c) *Strukturierende Aktivität*, da der Fragende durch Art und Horizont seiner Fragen schon vorweg eine Strukturierung des untersuchten Bereiches vornimmt und diesen in gewisser Weise so erst konstituiert.

Zu a)

Um eine unangemessene Verengung des Vorverständnisses zu vermeiden, erscheint eine Besinnung auf die *Gegenstandslehre* [12] von *Alexius Meinong* (1853-1920) hilfreich. Meinong nennt alles *Gegenstand*, was dem menschlichen Geist in irgendeiner Weise vorliegen oder gegeben sein kann, und er

bemüht sich um eine möglichst vollständige Erfassung aller derartigen Gegenstände. Als Schüler von Franz Brentano betont er mit Nachdruck die *Intentionalität* solcher Gegenstände des menschlichen Geistes, also ihre jeweilige Gerichtetheit auf etwas anderes. Entsprechend den vier Grundfunktionen des menschlichen Geistes, nämlich Vorstellen, Denken, Fühlen und Begehren unterscheidet Meinong vier Klassen von Gegenständen

- *Objekte*: Vorstellungen, gerichtet auf "Dinge"
- *Objektive*: gerichtet auf Urteile, Propositionen
- *Dignitative*: gerichtet auf Werte wie "gut", "wahr", "schön"
- *Desiderative*: Begehren, Sollen, Zweck

In die Klasse der Objekte gehören keineswegs nur Vorstellungen von wirklichen, real existierenden Dingen. Im Gegenteil, solche Vorstellungen sind, wenn man auf alle Vorstellungen des menschlichen Geistes schaut, eher die Ausnahme. Meinong spricht in diesem Zusammenhang von einem durch die traditionelle, primär an Erkenntnis orientierte Philosophie vermittelten *Vorurteil zu Gunsten des Wirklichen*.

Innerhalb der einzelnen Klassen unterscheidet Meinong zwischen *einfachen Gegenständen* und solchen, die aus Gegenständen anderer Klassen oder auch derselben Klasse *zusammengesetzt* sind. Gegenstände der drei letzten Klassen sind immer zusammengesetzt. Hierbei kann die Zusammengesetztheit nicht bis ins Unendliche fortgesetzt werden, sondern endet letztlich nach einer endlichen Zahl von Schritten bei Objekten.

In der Meinongschen Terminologie wären die Observablen der Verallgemeinerten Quantentheorie als Objektive einzuordnen, die ihrerseits aus Gegenständen aller vier Klassen zusammengesetzt sein könnten

Zu b)

Bereits der Name „Observable“ weist auf ihre Bezogenheit auf einen „Beobachter“ hin, den man sich mit einem zumindest rudimentären Bewusstsein ausgestattet denken muss. Von der Perspektive des Beobachters hängt es ab, was er beobachten will und kann, welches also seine Observablen zu einem von ihm beobachteten System sind.

Perspektive und Horizont des Beobachters werden sich, nicht zuletzt gerade aufgrund der gemachten Beobachtungen, verschieben. Hierdurch gewinnt die Gesamtheit der Observablen einen wesentlich dynamischen Charakter.

Die Verallgemeinerte Quantentheorie hat mit der physikalischen Quantentheorie gemeinsam, dass Systeme immer nur als beobachtete auftreten. Es ist zunächst nicht möglich, das Weltganze, das alle Beobachter einschließt, als System zu betrachten und von seinen Zuständen und Observablen zu sprechen. In der Arbeit [4] wurde allerdings gezeigt, wie sich durch einen immer weiter fortgesetzten Prozess der sukzessiven Erweiterung im Sinne einer Extrapolation auch das Weltganze als System auffassen lässt. Dieser Weg wird in der Physik im Rahmen der sog. *Quantenkosmologie* tatsächlich mit Erfolg beschritten. In der Verallgemeinerten Quantentheorie sollte das Weltganze in seinem Gehalt viel umfassender sein und etwa dem *unus mundus* C.G. Jungs [10], [8] entsprechen, der archetypisch organisiert und neutral gegenüber der Unterscheidung von Geist und Materie gedacht ist.

Zu c)

Wie bereits erwähnt, ist die Aufstellung und Identifizierung von Observablen als ein entscheidender und konstitutiver gedanklicher Akt zu würdigen. Dies gilt in besonderem Maße für die Unterteilung eines Systems Σ in Teilsysteme Σ_i , die unter verschiedenen Gesichtspunkten in mannigfacher Weise geschehen kann und die Teilsysteme nicht einfach vorfindet und registriert, sondern sie, zusammen mit dem Gesamtsystem, geradezu konstituiert.

G. Mahler [13] hat wiederholt auf die entscheidende Bedeutung des schöpferischen Aktes der *Partitionierung* in Teilsysteme hingewiesen.

Die Partitionierung geschieht mit Hilfe von *Partitionierungsobservablen*, deren unterschiedliche Werte gerade die Unterscheidung der Teilsysteme erlauben. Verschiedene Partitionierungen können miteinander kompatibel oder zueinander komplementär sein, je nachdem, ob ihre zugeordneten Partitionsobservablen vertauschen oder nicht. Im Falle komplementärer Partitionsobservabler macht die Zuordnung zu einem Teilsystem bezüglich der einen Zerlegung eine genaue Zuordnung bezüglich der anderen Zerlegung unmöglich.

In der physikalischen Weltbetrachtung ist die Zerlegung in *räumlich getrennte* Teilsysteme entscheidend. Die Ortsobservable ist die Partitionsobservable dieser Zerlegung, die für die Physik von solcher Bedeutung ist, dass man die physikalische Weltbetrachtung geradezu dadurch definieren kann, dass die räumliche Zerlegung angewandt werden kann und angewandt wird. Die physikalische Welt erscheint auch von diesem Gesichtspunkt aus als die Welt der *res extensae*.

Wenn man, mit aller gebotenen Vorsicht, das Weltganze, den *unus mundus* als ein System ansieht, dann ist die erste, alles weitere bestimmende und jedem Akt der Erkenntnis vorausgehende Partition die *Epistemische*

Spaltung in Beobachter und Beobachtetes. Ohne eine solche Aufspaltung kann nicht davon die Rede sein, dass jemand Erkenntnis von etwas gewinnt. Die genaue Lage des epistemischen Schnittes kann variieren, etwa beim Übergang von der Außenperspektive zur Innenperspektive der Selbstbeobachtung, aber der Schnitt als solcher wird nie vermeidbar sein.

Es ist durchaus damit zu rechnen, dass verschiedene Partitionen des Weltganzen, die unterschiedlichen Lagen des epistemischen Schnittes entsprechen, zueinander komplementär sein können. In einer solchen Situation werden Erkenntnisse aus verschiedenen Erkenntnispositionen miteinander unverträglich sein, und zwar nicht nur deshalb, weil man sich ausschließende Perspektiven nicht zugleich einnehmen kann, sondern, weil aus der einen Position heraus gewonnene Erkenntnisse nicht in die andere Position hinüber genommen werden können, sondern ihre sichere Geltung verlieren.

Es könnte in dem oben unter b) beschriebenen Sinne auch Observable des *unus mundus* geben, die zu jeder epistemischen Spaltung komplementär wären. Sie würden Zügen des Weltganzen entsprechen, die aus der Perspektive des Gegenüber von Erkennendem und Erkannten grundsätzlich unzugänglich wären.

In der Physik tritt die epistemische Spaltung in der Gestalt des *Heisenbergschen Schnittes* zwischen Messinstrument und gemessenem Objekt auf. In der Theorie des quantenphysikalischen Messprozesses kann sie durch Untersuchung eines aus Messapparat und gemessenem Objekt zusammengesetzten Systems ein Stück weit mit den Mitteln der physikalischen Quantentheorie untersucht werden. Es zeigt sich dabei, dass das ganzheitliche aus Apparat und Objekt zusammengesetzte System in einen verschränkten Zustand übergeht und dass der Apparat gerade wegen der Verschränkungskorrelationen mit dem Objekt zur Messung geeignet ist. Dieser Übergang zum verschränkten Zustand ist rein deterministisch, und undeterministische Wahrscheinlichkeitsverteilungen, wie sie für die Quantenphysik typisch sind, treten erst auf, wenn man den Heisenbergschnitt vornimmt, indem man durch „Verkürzung“ den Zustand der Apparatur als Aussage über das gemessene Objekt deutet.

Interessanterweise besteht in der physikalischen Theorie des Messprozesses eine vollständige Symmetrie zwischen Apparat und Objekt: Es ergibt sich dieselbe Wahrscheinlichkeitsverteilung auch durch *Verkürzung* des verschränkten Zustandes auf das Objekt statt auf die Apparatur.

Man kann sich fragen, in wie weit eine derartige Symmetrie auch in der verallgemeinerten Quantentheorie zwischen Beobachter und Beobachtetem besteht. Eine solche Symmetrie sichert die Adäquatheit der vom Beobachter gewonnenen Erkenntnisse und entspräche einer engen Korrelation von Innen und Außen. Beobachtetes spiegelte sich im Beobachter, das Beobachtete

spiegelte den Beobachter, und beide sind Teile des Weltganzen.

4 Substantielle und prozessuale Observable

Die Verallgemeinerte Quantentheorie enthält als solche keinen Begriff von Zeit. Auch der Jungsche *unus mundus* ist zeitlos. Andererseits ist jedes bewusste Individuum als Form seiner Existenz an Zeitlichkeit gebunden. Im Sinne einer Unterscheidung von Mac Taggart [14] ist die individuelle, subjektive Zeit eine sog. *A-Zeit*, die von der Vergangenheit in die Zukunft gerichtet ist, und in der die Gegenwart durch ein unverkennbares Merkmal des Jetzt ausgezeichnet ist. Dies unterscheidet die subjektive Zeit von der strukturärmeren ungerichteten physikalischen *B-Zeit*, in der kein ausgezeichnetes Jetzt existiert, sondern alle Zeitpunkte gleichberechtigte Marken auf einer Skala sind. Es ist eine unbestreitbare Tatsache, dass die subjektiven Zeiten verschiedener Individuen miteinander und mit Systemen der äußeren Welt, etwa mit umlaufenden Planeten oder Uhren, durch starke Korrelationen verbunden sind.

H. Primas [9] und der Autor [6] haben unterschiedliche, in wichtigen Zügen aber auch ähnliche, Szenarien vorgeschlagen, nach denen Zeit in dem primär zeitlosen *unus mundus* auftauchen kann. Wir wollen hier den Vorschlag der Arbeit [6] kurz skizzieren, der die folgenden Teilschritte enthält:

Erster Schritt: Nach einer epistemischen Spaltung lassen sich im *unus mundus* Teilsysteme Σ_i identifizieren, die bewussten Individuen zuzuordnen sind.

Zweiter Schritt: In diesen Teilsystemen Σ_i lassen sich Zeitobservable aufweisen, deren Werte durch starke Verschränkungskorrelationen mit Observablen anderer Systeme korreliert sind. (Der Mechanismus, nach dem gewisse Observable sich als Zeitobservable qualifizieren, ist der Quantenkosmologie in der Formulierung der Wheeler- de Witt-Gleichung [15] nachempfunden.) Die subjektiven Zeiten T_i sind von Typ der A-Zeit. Der Ursprung der Zeit wird also in diesem Szenarium in der A-Zeit bewusster Individuen gesehen.

Dritter Schritt: Die subjektiven A-Zeiten T_i sind nicht nur untereinander, sondern auch mit Observablen T_I uhrenartiger physikalischer Teilsysteme Σ_I durch Verschränkungskorrelationen verbunden.

Vierter Schritt: Durch einen mehrstufigen und langwierigen Prozess wird die Zeit immer mehr nach außen verlegt und mit Observablen physikalischer Systeme in Verbindung gebracht, die so gewählt sind, dass die Verschränkungskorrelationen möglichst strikt werden. Die schließlich auf diese Weise konstruierte physikalische Zeit hat ihren Charakter als A-Zeit ein-

gebüßt und ist nur noch eine strukturarme B-Zeit.

Unabhängig von irgendeinem Szenarium zur Genese der Zeit werden wir im Folgenden nur verwenden, dass es Teilsysteme Σ_i gibt, die bewusste Individuen beschreiben, und dass die Observablenmengen zu den Teilsystemen Σ_i Observable T_i vom Typ einer A-Zeit enthalten. Für verschiedene Individuen wird man, ohne dass dies unerlässlich wäre, $T_i T_j = T_j T_i$ erwarten.

Wenn wir nun eines der Teilsysteme Σ_i herausgreifen, dann können wir die Gesamtheit aller Observablen und insbesondere die Observablen zu Σ_i , in zwei Klassen einteilen:

A) *Zeitkompatible Observable* R mit $RT_i = T_i R$. Solche Observablen kommutieren mit der Zeitobservablen T_i . Sie sind entweder direkt mit T_i verbunden oder aber sie haben keinerlei Zeitbezug. Eine Messung von R und die Zuweisung einer Zeit beeinflussen oder stören einander in keiner Weise. Ein Beispiel einer zeitkompatiblen Observable ist die Ortsobservable Q : Räumliche und zeitliche Lokalisierungen sind uneingeschränkt verträglich, und der Ort hat keinerlei Bezug zur Zeit.

Zeitkompatible Observable beschreiben Züge eines Systems, die zeitlos, ohne Zeitbezug sind, etwa wie die Winkelsumme eines Dreiecks oder wie Platonische Ideen. Wir schlagen vor, derartige Observable mit den Observablen zu identifizieren, die sich auf Gegenstände einer Substanzontologie, wie sie in der Einleitung erwähnt wurde, zu beziehen.

Wir wollen derartige Observable in Zukunft *substantielle Observable* nennen. Im Sinne von Abschnitt 3 gehören zu substantiellen Observablen generisch Nominalsätze (in Frageform).

B) *Zeitkomplementäre Observable* S mit $ST_i \neq T_i S$. Die Zuweisung eines Wertes von S und einer Zeitmarke sind miteinander im Sinne einer Komplementarität unverträglich. Ein physikalisches Beispiel für eine zeitkomplementäre Observable ist die Energieobservable in der Quantenphysik, die Zeitverschiebungen bewirkt. Zeitpunkt und Energie können nicht zugleich mit beliebiger Genauigkeit bestimmt werden. Allgemein werden Observable zeitkomplementär sein, wenn sie Prozessen, also Veränderungen in der Zeit zugeordnet sind.

Wir wollen zeitkomplementäre Observable in Zukunft *prozessuale Observable* nennen. Sie entsprechen den fundamentalen Gegenständen einer Prozessontologie. Prozessuale Observable sind generisch mit Verbalsätzen (in Frageform) verbunden.

Unter der Annahme der Komplementarität von substantiellen und prozessualen Observablen findet das Zenonsche Paradoxon eine einfache Deutung und Erklärung: Die jeweilige Lage eines bewegten Gegenstandes wird durch substantielle Observable beschrieben, etwa durch die Ortsobserva-

ble, die Bewegung selbst wird durch prozessuale Observable beschrieben. Die Komplementarität von beiden erklärt, dass Bewegungsgröße und Zwischenzustände nicht zugleich mit beliebiger Genauigkeit zuschreibbar sind. In derselben Weise verliert in der Quantenmechanik der Begriff der Bahn eines bewegten Körpers, der jeden Zeitpunkt t den Ort zu Zeit t zuordnet, seinen exakten Sinn.

Ganz allgemein sollte für jede innenweltliche oder außenweltliche Veränderung eine Komplementarität zwischen substantiellen Observablen für Zwischenstationen und prozessualen Observablen zur Beschreibung des Bewegungsvorganges bestehen.

In der Quantenphysik ist die Energieobservable komplementär zur physikalischen Zeit. In der Tat ist die Energie die erzeugende Observable jeder zeitlichen Veränderung.

Wir haben nun, wie zu Beginn dieses Abschnittes skizziert und in der Arbeit [6] ausgeführt, innenweltliche subjektive Zeitobservable T_i identifiziert, die zu bewussten Individuen Σ_i gehören, und behauptet, dass die physikalische Zeitobservable T aus den subjektiven Zeitobservablen T_i erst durch Operationalisierung, Externalisierung, Reinigung und strukturelle Vereinfachung hervorgeht. Es stellt sich nun die Frage, ob es auch zu den Individuen Σ_i eine energieartige Observable E_i gibt, die zur physikalischen Energieobservablen E in einem ähnlichen Verhältnis steht wie T_i zu T . Tatsächlich hat sich der Begriff der physikalischen Energie erst durch einen Jahrhunderte dauernden Prozess der Reinigung und Idealisierung aus einem intuitiven Energiebegriff herausgebildet. Diese intuitive Energievorstellung sollte helfen, sich dem Charakter der individuellen Energieobservablen E_i zu nähern. Intuitiv enthält der Energiebegriff die Vorstellung einer Fähigkeit und eines Willens, Veränderungen hervorzurufen. Dies ist im physikalischen Energiebegriff schärfer aber auch enger gefasst: Die physikalische Energie ist einerseits der Generator zeitlicher Veränderungen, andererseits geht ihr das Element des Willens und Verlangens ab, das der intuitiven Energievorstellung anhaftet.

Jedenfalls liegt die Annahme der Existenz einer Observablen E_i in der Observablenmenge von Σ_i nahe, und wir wollen vorläufig und in der Hoffnung, damit nicht zu Missverständnissen Anlass zu geben, E_i als *psychische Energie* bezeichnen.

Es wird Komplementarität $T_i E_i \neq E_i T_i$ gelten.

Diese Komplementarität von subjektiver Zeit und psychischer Energie erklärt zwanglos mit den Mitteln der Verallgemeinerten Quantentheorie einen wichtigen Befund der Wahrnehmungsphysiologie: Das subjektive Jetzt hat eine endliche zeitliche Ausdehnung von der Größenordnung einer dreißigstel Sekunde. Unterhalb dieser zeitlichen Schwelle können Ereignisse nicht

mehr in ihrer richtigen zeitlichen Reihenfolge geordnet werden. In der Physik ist wegen der Komplementarität von physikalischer Energie E und Zeit T eine immer genauere zeitliche Lokalisierung nur auf Kosten eines immer größeren Energieunschärfe und eines immer größeren mittleren Energieaufwandes möglich. Ganz analog sollte es sich mit der subjektiven Zeit und der psychischen Energie verhalten. Die Grenze der Lokalisierbarkeit in der subjektiven Zeit erklärt sich dann dadurch, dass nur ein begrenzter Vorrat an psychischer Energie verfügbar ist.

5 Tlön

Die Prozessphilosophie betont die Bedeutung von dynamischen, prozessorientierten, Bewegung und Veränderung beschreibenden Größen. Unter Berufung auf Autoritäten wie William James [2] und Alfred North Whitehead [16] beklagt sie eine übermäßige Betonung zeitloser, auf beharrende Substanzen oder Wesenheiten bezogener Konzepte in der europäischen Philosophie, die sich auf diese Weise einen angemessenen Zugang zu Erscheinungen von überragender Bedeutung wie Entwicklung, Neuerung und Kreativität verstelle. In der von uns gewählten Sprechweise fordert die Prozessphilosophie eine Abkehr von einer Überbetonung der Bedeutung der substantiellen Observablen und eine stärkere Berücksichtigung der prozessualen Observablen. Es ist nun eine reizvolle und lehrreiche Übung, einmal zu versuchen, möglichst ohne substantielle Observable auszukommen, also Zeit und Substanzen so weit wie irgend möglich wegzudenken.

Das Nachdenken über Zeit und der Versuch, ihren illusionären Charakter nachzuweisen, ist ein Lieblingsthema des gelehrten Argentinischen Schriftstellers Jorge Luis Borges (1899-1986) [17]. In seiner Erzählung „*Tlön, Uq-bar, Orbis Tertius*“ [18] beschreibt Borges in wunderbar freier und scharfsinnig verspielter Weise die Utopie eines Planeten *Tlön*, dessen Bewohner keine Substanzbegriffe kennen.

Indem sie ganz konsequent in einer prozessontologisch verfassten Welt leben und zugrunde liegende dauernde Substanzen nicht kennen, gibt es in den Sprachen der Bewohner von Tlön keine Substantive. Konsequent ist wohl auch, dass prozessontologisch lebende Wesen strikt idealistisch (Borges sagt sogar Berkeleyanisch) eingestellt sind. Zumindest ist der reduktionistische physikalistische Materialismus, wie wir ihn kennen, durch eine ausgeprägte Substanzontologie gekennzeichnet. Borges beschreibt die Tlönianer die offenbar vom Meinongschen "Vorurteil zugunsten des Wirklichen" vollständig frei sind, wie folgt:

Hume hat ein für allemal festgestellt, dass die Argumente von Berkeley nicht die geringste Replik zulassen und nicht die geringste Überzeugung hervorrufen. Dieses Urteil ist völlig richtig, wenn man es auf die Erde anwendet; völlig falsch bei Tlön. Die Völker dieses Planeten sind -von Geburt an- Idealisten. Ihre Sprache und deren Ausflüsse –die Religion, die Literatur, die Metaphysik- setzen den Idealismus voraus. Die Welt ist für sie nicht ein Zusammentreffen von Gegenständen im Raum, sondern eine heterogene Folge unabhängiger Handlungen. . .

Zu den Sprachen Tlön's:

In der mutmaßlichen Ursprache Tlön's, von der die „heutigen“ Sprachen und Dialekte herkommen, gibt es keine Substantive: Es gibt unpersönliche Verben, die durch einsilbige Suffixe (oder Präfixe) adverbialer Art näher bestimmt werden. Zum Beispiel gibt es kein Wort, das dem Wort „Mond“ entspräche, aber es gibt ein Verbum, das „monden“ oder „mondieren“ lauten würde. „Der Mond ging über dem Fluss auf“ lautet „hlör u fang axaxaxas mlö“ Oder in genauer Wortfolge: „empor hinter dauerfließen mondet es“ (Xul Solar übersetzt knapp: „Upa tras perfluyue lunó“, „Upward behind the onstreaming it mooned“)

Das eben Gesagte gilt für die Sprachen der südlichen Hemisphäre. In der nördlichen Hemisphäre (über deren Ursprache der elfte Band nur sehr wenige Angaben enthält) ist die Urzelle nicht das Verb, sondern das einsilbige Adjektiv. Das Substantiv wird durch Häufung von Adjektiven gebildet. Man sagt nicht „Mond“, man sagt „luftighell auf dunkelrund“ oder „orange-zart himmlisch“ oder irgendeine andere Wortfügung. . .

Es gibt berühmte Gedichte, die aus einem einzigen Wortungeheuer bestehen. Dieses Wort verkörpert ein vom Autor geschaffenes poetisches Objekt. Die Tatsache, dass niemand an die Realität der Substantive glaubt, hat paradoxerweise zur Folge, dass ihre Anzahl unbegrenzt ist.

Hierzu ist zu bemerken, dass in vielen menschlichen Sprachen, beispielsweise im Japanischen, den Adjektiven der Europäischen Sprachen eine Klasse von Verben entspricht, so dass der Unterschied zwischen den Sprachen der nördlichen und südlichen Hemisphäre im Vergleich zum gemeinsamen Fehlen von Substantiven als gar nicht so radikal erscheint.

Wenig später schreibt Borges über die Tlönianer:

Sie erfassen das Räumliche nicht als in der Zeit fortdauernd. Die Wahrnehmung eines Rauchgewölks am Horizont, und danach der brennenden Steppe, und danach der halberloschenen Zigarre, die den Brand verursachte, wird als ein Beispiel von Gedankenassoziation gewertet.

Das Unverständnis der Tlönianer für überdauernde Substanzen geht so weit, dass für uns Selbstverständliches ihnen als anstößiges Paradox er-

scheint:

Unter den Lehren Tlön's hat keine so großen Anstoß erregt wie der Materialismus. Einige Denker haben ihn, weniger klar als inbrünstig, so formuliert, wie man ein Paradoxon vorträgt. Um diese unbegreifliche These dem Verständnis näherzubringen, ersann im 11. Jahrhundert (Im Doudezimalsystem ist „Jahrhundert“ eine Periode von einhundervierundvierzig Jahren.) ein Heresiarch das Sophisma von den neun Kupfermünzen, das ob seiner Anstößigkeit auf Tlön so berüchtigt ist wie bei uns die Aporien der Eleaten. Von diesem „Scheinargument“ gibt es viele Versionen, in denen die Zahl der Münzen und die Zahl der Funde variieren; hier die geläufigste:

„Am Dienstag überquert X einen öden Weg und verliert neun Kupfermünzen. Am Donnerstag findet Y auf dem Weg vier Münzen, die der Regen ein wenig hat rosten lassen. Am Freitag entdeckt Z drei Münzen auf dem Weg. Am Freitag morgen findet X zwei Münzen im Flur seines Hauses“

Der Heresiarch wollte aus dieser Geschichte die Realität –id est die Kontinuität– der neun wiedererlangten Kupfermünzen ableiten. „Es ist absurd, sich vor-zustellen“, behauptet er, „dass vier der Münzen zwischen Dienstag und Donnerstag, drei zwischen Dienstag und Freitag Nachmittag zwei zwischen Dienstag und Freitag früh nicht existiert haben. Es ist logisch, anzunehmen, dass sie –sei es auch auf eine geheime, dem Begreifen des Menschen verschlossene Weise– in sämtlichen Augenblicken dieser drei Zeitspannen existiert haben.“

Die Sprache von Tlön widersetzte sich der Formulierung dieses Paradoxons; die meisten verstanden es überhaupt nicht.

Ein solches skandalöses Paradox muss entlarvt werden:

Sie erklärten, dass „Gleichheit“ etwas anderes ist als Identität, und formulierten eine Art reductio ad absurdum oder den hypothetischen Fall von neun Menschen, die an neun aufeinanderfolgenden Tagen einen heftigen Schmerz erleiden. Wäre es nicht lächerlich zu behaupten, so fragen sie, dass dieser Schmerz ein und derselbe sei?

Borges geht des längeren in sehr erhellender Weise auf die philosophischen Systeme auf Tlön ein. Besonders drastisch kommt die Unfähigkeit der Tlönianer zu Substanzvorstellungen in der Erscheinung der von Borges so genannten *hrönir*¹ zum Ausdruck:

Der Idealismus von Jahrhunderten und Aberjahrhunderten ist an der Wirklichkeit nicht spurlos vorbeigegangen. So ist in den ältesten Gebieten

¹*Hrönir* ist offenbar ein von Borges frei erfundenes Wort mit Isländischem Klang. In Isländischen Wörterbüchern habe ich nur „*hrönn*“ mit dem Plural „*hrannir*“, gefunden, ein poetisches Wort mit der Bedeutung „Woge“.

von Tlön die Verdoppelung verlorener Gegenstände nichts Seltenes. Zwei Personen suchen einen Bleistift; die erste findet ihn und sagt nichts; die zweite findet einen zweiten nicht minder wirklichen Bleistift, der jedoch ihrer Erwartung besser angepasst ist. Diese Sekundärobjekte heißen „hrönir“ und sind, wenn auch anmutlos, um ein wenig größer. Bis vor kurzem waren die „hrönir“ Zufallskinder der Zerstreutheit und der Vergesslichkeit. Kaum zu glauben, dass ihre methodische Produktion nicht älter als knapp hundert Jahre ist. ...Die hrönir zweiten und dritten Grades -das heißt die hrönir, die einem anderen hrön sowie die hrönir, die vom hrön eines hrön abgeleitet sind- zeigen Abweichungen von dem ursprünglichen in übertriebener Form; die hrönir fünften Grades sind nahezu einförmig; die des neunten vermischen sich mit denen zweiten Grades, bei denen vom elften Grad kommt es zu einer Reinheit der Linien, wie sie die Originale nicht besitzen.

Die Schilderung der bizarren Welt von *Tlön* nötigt uns zwei Einsichten ab:

1) Eine überspitzte Prozessontologie führt zu offensichtlich absurden Konsequenzen. Oft werden Ansichten geäußert, bereits alles was sich in feste Begriffe fassen lasse, führe zu einer unheilvollen Erstarrung und werde dem zutiefst dynamischen Wesen der Welt nicht gerecht. Wer solches ernsthaft vertritt, läuft Gefahr, am Paradoxon der neun Münzen zu scheitern.

2) Andererseits gleicht die Welt des menschlichen Geistes und seiner Hervorbringungen in vielem wirklich der Welt von *Tlön* und fügt sich oft eher einer Prozessontologie. Das wird schon an der oben angeführten Widerlegung des Münzenparadoxons mit Hilfe des Beispiels vom menschlichen Schmerz klar. Mehr noch treten im Bereich der Geistesströmungen und der Moden *hrönir* in Form mehrfacher Wiederentdeckungen massenhaft auf. Übrigens wird in Borges' Erzählung *tlön* selbst als ein Produkt des menschlichen Geistes geschildert, das durch stetige Gedankenarbeit an Dichte gewonnen hat und zur Realität aufgestiegen ist, zum Zeitpunkt des Berichtes aber im Begriff ist, durch den noch komplexeren *orbis tertius* abgelöst zu werden.

6 Komplementarität von Substanz und Prozess

Aus unseren bisherigen Überlegungen sollte deutlich geworden sein, dass, zumal zur Beschreibung der Tätigkeit des menschlichen Geistes, sowohl substantielle als auch prozessurale Sichtweisen unverzichtbar sind. Die Aufgabe besteht darin, beide in ein einheitliches Denkmodell einzubetten. Einen bemerkenswerten Versuch in diesem Sinne haben Atmanspacher und Fach [19]

unternommen. Offenbar angeregt von William James, entwickeln Atmanspacher und Fach Grundlagen einer allgemeinen Theorie mentaler Zustände.

Der „stream of thoughts“ von William James wird durch ein klassisches Dynamisches System modelliert. Der mentale Zustand z ist ein Element einer Mannigfaltigkeit von hoher Dimensionalität. Die Bewegung des Zustandes z wird durch eine Potentialfunktion V getrieben, wobei V mentale Dispositionen und Funktionsweisen beschreibt.

Die Dynamik der mentalen Tätigkeit ist dann durch eine klassische Bewegungsgleichung, eine Differentialgleichung der Form

$$\frac{dz(t)}{dt} = \nabla V(z(t)) + \dots$$

bestimmt, und die Funktion $z(t)$, die den mentalen Zustand zur Zeit t angibt, ist eine Lösung dieser Bewegungsgleichung.

Von besonderer Bedeutung sind die möglichen *Gleichgewichtszustände* z_0 , in denen das mentale System beliebig lange verharren kann. Sie sind durch die Bedingung $\nabla V(z_0) = 0$ gekennzeichnet. Die Gleichgewichtszustände lassen sich einteilen in *stabile* und *unstable Gleichgewichtszustände*. Bei einer Auslenkung aus einem stabilen Gleichgewichtszustand z_s verbleibt der Zustand des Systems in der Nähe von z_s , während er sich bei einer Auslenkung aus einem instabilen Zustand z_i weit von z_i entfernt. Atmanspacher und Fach schlagen vor, die stabilen Gleichgewichtszustände mit substantiellen mentalen Zuständen, den „substantive parts“ von William James, zu identifizieren. Die instabilen Gleichgewichtszustände werden mit den prozessualen Zuständen, James’ „transitive parts“ identifiziert. Atmanspacher und Fach nennen diese Zustände auch „*akategoriale Zustände*“. Generische Zustände sind weder substantiell noch prozessual und noch unstabiler als prozessuale Zustände.

Die „mentalen Zustände“ von Atmanspacher und Fach wird man sich im allgemeinen als Gehirnzustände vorstellen, allerdings ohne zwingende Notwendigkeit dazu.

Wir haben hier in unserer Studie das Augenmerk auf den menschlichen Geist aus der Innenperspektive gerichtet und die Beziehung zwischen Gehirn und Geist nicht thematisiert.

Da Selbstbeobachtung den Zustand des menschlichen Geistes unvermeidlich ändert, ist ein verallgemeinerter quantentheoretischer Formalismus die angemessene Beschreibungsweise.

Unsere Betrachtungsweise und die von Atmanspacher und Fach brauchen sich nicht notwendig auszuschließen, sie werden eher als Versuche anzusehen

sein, aus verschiedenen Perspektiven einen Blick auf den menschlichen Geist zu werfen.

Im Sinne einer Verallgemeinerten Quantentheorie und nach dem bisher Ausgeführten, erscheint es nahe liegend, die Unterscheidung von substantiellen mit der Zeit T_i kompatiblen und prozessualen, zur Zeit T_i komplementären Observablen zum Ausgangspunkt zu nehmen.

Substantielle Observable entsprechen Bewusstseinsinhalten, die zeitlos sind in dem Sinne, dass eine zeitliche Fixierung für sie belanglos ist, während zu prozessualen Observablen Bewusstseinsinhalte gehören, die sich einer genauen zeitlichen Fixierung entziehen und mit ihr unverträglich sind. Solche Observablen werden mit Sicherheit für den menschlichen Geist von Bedeutung sein: Bereits das Bewusstsein selbst wird eher als ein Bewusstseinstrom, ein Fließen, als in zeitlich fixierbaren Bestandteilen erlebt. Die bereits beschriebene „psychische Energie“ ist ein weiteres wichtiges Beispiel für eine prozessuale Observable des menschlichen Geistes.

Zu einer Definition von substantiellen und prozessualen Zuständen des menschlichen Geistes gelangt man wie folgt: Ganz allgemein ist ein *Eigenzustand* z einer Observablen A als ein Zustand z definiert, in dem man A genau einen der durch das Spektrum von A eingegrenzten überhaupt möglichen Werte mit Gewissheit zuschreiben kann. (In der Bezeichnungsweise von Abschnitt 2 lässt sich dies durch $A_\alpha(z) = z$ für ein α aus *spec* A formalisieren.)

Substantielle Zustände sind nun einfach Eigenzustände substantieller Observabler und *prozessuale Zustände* Eigenzustände prozessualer Observabler.

Substantielle Zustände lassen eine zusätzliche genaue zeitliche Bestimmung zu, diese ist aber im allgemeinen für die mit dem Zustand verbundene Aussage belanglos, etwa so, wie in der Feststellung: „Dies ist ein Quadrat, und es ist zwölf Uhr.“ Prozessuale Zustände wehren sich gegen eine genaue Zeitbestimmung, und wenn man an ihnen eine Zeitfestlegung versucht, so verändert man sie damit.

Wesentlich ist in unserer Beschreibung des menschlichen Geistes die Komplementarität zwischen substantiellen und prozessualen Observablen. Sie erklärt, wie oben beschrieben, die endliche Dauer des psychischen Jetzt und gibt eine natürliche Auflösung des Zenonschen Paradoxons. Komplementarität in dem Sinne, dass eine Vorstellung eine andere zunichte macht, ist für die Introspektion eine ganz gewöhnliche Erscheinung.

Die Beschreibung prozessualer Zustände ist schon aus den von William James genannten Gründen schwieriger als ihr Erleben, sie sperrt sich gegen eine vorherrschende Substanzontologie. Selbst in der Introspektion flieht ein

prozessualer Zustand, wenn man versucht, ihn mit Hilfe substantieller Observablen dingfest zu machen.

Atmanspacher und Fach widmen in ihrer Arbeit [19] der genauen Beschreibung der prozessualen Zustände, die sie akategoriale Zustände nennen, große Aufmerksamkeit.

Gute Beispiele für derartige Geisteszustände sind

1. Erinnerungszustände, in denen ein vergangenes Geschehen als ganzes erinnert wird
2. „Flowzustände“, in denen bei der intensiven Beschäftigung mit einer Aufgabe jede Zeitbestimmung zu verschwinden scheint,
3. Meditative Klarbewusstseinszustände. Atmanspacher und Fach kennzeichnen sie durch folgende Eigenschaften:
 - Reines Einheitsbewusstsein
 - Fehlen jeder räumlichen und zeitlichen Lokalisierbarkeit
 - Gefühl von höchster Wirklichkeit
 - Gefühl der Vereinigung von Gegensätzen, von Frieden und Harmonie
 - Schwierigkeit begrifflicher Beschreibung.

In unserer quantenartigen Beschreibung sind diese meditativen Eigenzustände gute Kandidaten für Eigenzustände der psychischen Energie. In der Quantenphysik sind die Eigenzustände der zeitkomplementären physikalischen Energieobservablen gerade die sog. *stationären Zustände*, die zeitunabhängigen Zustände, die sich jeder zeitlichen Festlegung verweigern. Die psychische Energie enthält, wie gesagt, auch ein Element des Wollens, und sie sollte Eigenzustände besitzen, in der nicht nur die Zeitfestlegung verschwindet, sondern auch das Wollen den Grad der Wunschlosigkeit erreicht hat und Veränderung nicht angestrebt wird.

Wir hoffen, an anderer Stelle eingehender auf die quantenartige Beschreibung von menschlichem Geist und Bewusstsein zurückzukommen.

Jedenfalls hoffen wir gezeigt zu haben, dass die Verwendung substantieller und prozessualer Konzepte gleichermaßen unerlässlich ist. Der Verzicht auf eine der beiden Sichtweisen wäre ähnlich abwegig, wie wenn ein Physiker versuchte, ohne Orts- oder ohne Impulsobservable auszukommen

Danksagung

Ich danke Harald Atmanspacher, Thomas Filk und H. Primas für kritische und hilfreiche Diskussionen. Sehr dankbar bin ich Klaus Jacobi und Klaus R. Kenntemich für freundschaftlichen philosophischen Rat. Mein besonderer Dank gilt Georg Ernst Jacoby, dessen Freundschaft sich in stetigem Gedankenaustausch, Rat, Ansporn und Ermutigung auch in schwerer Zeit bewährt hat. Allen, die mir in den letzten Monaten Stütze gewesen sind, schulde ich herzlichen Dank.

Literatur

- [1] N. Rescher: "Process Metaphysics: An Introduction to Process Philosophy" (New York: SUNY Press, 1996), "Process Philosophy: A Survey of Basic issues" (Pittsburgh, Pa.: University of Pittsburgh Press, 2000). D.Browning: "Philosophers of Process" (New York: Random House, 1965).
- [2] W. James: "The principles of psychology" (2 vols.). New York: Henry Holt (1890). Unveränderter Nachdruck: New York: Dover, 1950.
- [3] W. James: "The Principles of Psychology", Vol 1, Kap 9, S. 243f, Dover, New York 1950
- [4] H. Atmanspacher, H. Römer, H. Walach: "Weak Quantum Theory: Complementarity and Entanglement in Physics and Beyond." , *Foundations of Physics* **32** (2002), 379-406, <http://arxiv.org/abs/quant-ph/0104109>
- [5] H. Atmanspacher, Th. Filk, H. Römer: "Quantum Zeno Features of Bistable Perception", *Biological Cybernetics* **90** (2004), 33-40, <http://arxiv.org/abs/physics/0302005> ,
- [6] H. Römer: "Weak Quantum Theory and the Emergence of Time", *Mind and Matter* **2** (2004), 105-125, <http://arxiv.org/abs/quant-ph/0402011>
- [7] H. Walach: "Entanglement of Homeopathy as an Example of Generalized Entanglement Predicted by Weak Quantum Theory", *Forschende Komplementärmedizin und klassische Naturheilkunde* **10** (2003), 192-200
- [8] H. Römer: "Wolfgang Pauli als philosophischer Denker: Kausalordnung, Sinnordnung, Komplementarität", *Phil. Jahrbuch*, 109. Jahrgang/II (2002), S.354-364

- [9] H. Primas: "Time-Entanglement between Mind and Matter", *Mind and Matter* **1** (2003), 81-120
- [10] H. Atmanspacher, H. Primas, E. Wertenschlag-Birkhäuser eds "Der Pauli-Jung Dialog und seine Bedeutung für die moderne Wissenschaft", Springer 1995, ISBN 3-540-58518-4
- [11] Gedankenaustausch von A. Wendt, Universität Chicago, mit dem Autor
- [12] A. Meinong: "Über Gegenstandstheorie". In A. Meinong (Hrsg): "Untersuchungen zur Gegenstandstheorie und Psychologie", Leipzig 1904
- [13] G. Mahler: "The Partitioned Quantum Universe", *Mind and Matter* **2** (2004), S. 67-91, J. Gemmer, G. Mahler: "Entanglement and the Factorization Approximation" *Eur. Phys. J. D* **17** (2001), S. 385-393
- [14] J.E. McTaggart: "The Unreality of Time" *Mind* **17** (1908); 456-473
- [15] Eine gute Darstellung findet sich bei C. Kiefer: "Conceptual Issues in Quantum Cosmology" *Proceedings of the Karpacz Winterschool "From Cosmology to Quantum Gravity"*, Springer 1999
- [16] A.N.Whitehead: "An Enquiry Concerning the Principles of Natural Knowledge" (Cambridge: Cambridge University Press, 1919; reprinted New York: Kraus Reprints, 1982). , "The Concept of Nature" (Cambridge: Cambridge University Press, 1920).
- [17] J.L.Borges: Deutsche Übersetzung: Werke in 20 Bänden, Hrsg. K.A.Horst und G. Haefs, Fischer Taschenbuchverlag, Frankfurt a. M.
- [18] J.L. Borges: ebda, Bd. 5: "Fiktionen"
- [19] H. Atmanspacher, W.Fach: "Akategoriality as Mental Instability", *European Studies in Process Thought*