

III, 5. Materie, Energie, Information

Unveröffentlicht, 1969 geschrieben. Dieser Aufsatz greift den antiken Begriff der Form auf, um den zeitgenössischen Begriff der Information zu interpretieren und eine einheitliche Begrifflichkeit zu entwickeln, welche ermöglicht, die kybernetisch verstandene Biologie mit der als Theorie der entscheidbaren Alternativen entwickelten Physik ohne Bruch ineinanderzufügen. Dabei stellt sich das Problem der Subjektivität der Information (»für wen ist dieser Vorgang Information?«). Eine Objektivierung des Sinnes von Information, etwa analog der Mestheorie in der Physik, führt dazu, Information auf Informationsfluß, also auf Zeitlichkeit zurückzuführen. So geschieht auch hier der Übergang von der subjektiven in die zeitliche Betrachtungsweise.

Der Gedankengang beginnt noch einmal mit der Entwicklung der Physik zur Einheit (Abschnitt 1). Die Abschnitte 2 und 3 diskutieren den Informationsbegriff vor allem in seiner objektiven Verwendung in der Biologie. Die Diskussion verläßt aber den biologischen Bereich, ohne zu den Sachfragen dieser Wissenschaft einen greifbaren Beitrag zu geben, da die weitere Klärung des Begriffs zunächst in der Physik zu suchen ist. Das ökonomische Intermezzo (Abschnitt 4) ist eine dilettantische Gymnastik, aus der ich die Fachökonomien nur die Laienfrage zu beherzigen bitte, warum es gerade im ökonomischen Bereich überhaupt einen genähert universellen Wertmaßstab geben kann. Der Weg in die Physik (Abschnitt 5) führt nur noch zu Mutmaßungen, die erst in einem expliziten Aufbau der elementaren Physik geprüft werden können. Die Zusammenfügung von Materie, d. h. Bewegung, d. h. Form mit dem Bewußtsein gemäß III, 3 führt dann (Abschnitt 6) an die Schwelle dessen, was in unserer Tradition die Philosophie des Geistes heißt.

I. MATERIE UND ENERGIE

Materie ist historisch zunächst der Gegenbegriff zu Form. Ein Schrank, ein Baum ist aus Holz. Holz ist seine Materie. Aus die-

sem Beispiel ist sogar der Name des Begriffs Materie genommen; materia = hyle heißt Holz. Der Schrank ist aber nicht einfach Holz, sondern ein hölzerner Schrank. Schrank ist das, was er eigentlich ist; Schrank ist sein Eidos, sein Wesen, seine Form. Ein Schrank aber muß aus etwas sein; ein Schrank ohne Materie ist nur ein von der Wirklichkeit abgezogener Gedanke, er ist ein Abstraktum. Dieser Schrank aus Holz hingegen ist ein wirkliches Ganzes aus Form und Materie, ein Synholon; Form und Materie sind in ihm »zusammengewachsen«, er ist ein Konkretum.

Es gibt also im Bereich des Konkreten keine Form ohne Materie. Ebensowenig gibt es Materie ohne Form. Zwar gibt es Holz, das nicht in ein Möbel verarbeitet ist, etwa als Materie des Baums. Auch gibt es Holz, das nicht (nämlich nicht mehr) die Materie eines lebenden Baumes ist, z. B. als dieser Stapel Brennholz. Aber Holz selbst ist eine Form. Form und Materie sind Relativbegriffe. Was Materie ist für Schrank und Baum, nämlich Holz, das ist Form für Erde und Wasser (antik gesprochen), für organische Moleküle (modern gesprochen). Alles Holz besteht aus »Erde und Wasser« bzw. aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff... Nach Aristoteles ist eine erste Materie (prima materia, prote hyle), die nicht mehr Form bzw. Konkretum zu einer anderen Materie wäre, nur ein philosophisches Prinzip, das konkret nicht vorkommt, und das unerkennbar bleibt, denn alles, was man erkennen kann, ist Form.

Die neuzeitliche Physik nimmt aber eine andere antike philosophische Tradition auf, diejenige des Atomismus. Nach dieser Lehre gibt es eine feste, nicht mehr hinterfragbare Form der ersten und insofern eigentlichen Materie, nämlich die Raumerfüllung der nicht mehr aus Teilen bestehenden kleinsten Körper, der Atome. In dieser Denkweise erscheint Materie nicht mehr als Relativbegriff in der Relation Form – Materie, die nur an einem Konkretum aufweisbar ist, sondern als Bezeichnung des eigentlich selbständigen Seienden. Ein Atom ist Atom, einerlei in welchen größeren Körper es als Teil eingegangen sein mag. Auch Kontinuumstheorien der Materie denken sich das Raumerfüllende, eben die Materie, ähnlich selbständig. So wird für die monistische Auffassung, die dann den Namen Materialismus legitim trägt, Materie das einzige wahrhaft Seiende. Für eine dualistische Auffassung wie die von Descartes wird Materie zum Gegenbegriff von Bewußtsein.

Das Bewußtsein kommt aber in der Physik (oder, wie man später, bei verengtem Begriff von Physik, sagt, in der Naturwissenschaft) nicht als ihr Objekt war. Das Seiende der Physik ist, so scheint es, die Materie.

Mit dem 19. Jahrhundert tritt ein neuer Gegenbegriff zur Materie auf, die Energie. Diese erscheint zunächst als eine Substanzialisierung des Kraftbegriffs. Dieser Zusammenhang ist für unser gegenwärtiges Thema wichtig. Die Physik hatte sich schon im 17. Jahrhundert genötigt gesehen, neben der Materie als eine problematische weitere Entität die Kraft einzuführen. Physik ist Lehre von der Bewegung der Materie. Die Bewegung genügt Gesetzen. Diese Gesetze geben an, wie sich Materie unter gegebenen Umständen bewegt. Die Umstände aber sind charakterisiert durch die anwesenden Ursachen möglicher Bewegung (bzw., nach dem Trägheitsgesetz, möglicher Bewegungsänderung), und diese Ursachen nennt man terminologisch Kräfte. Kräfte als besondere Entitäten waren dem 17. Jahrhundert freilich als »okkulte Qualitäten« verdächtig. Man versuchte, sie auf die Wesenseigenschaft der Materie, ihre Raumerfüllung, also populär gesagt auf Druck und Stoß zurückzuführen. So gesehen liegt die bewegende Kraft in der Materie selbst; aus diesen Erwägungen hat sich schließlich der Begriff der »lebendigen Kraft«, oder wie wir heute sagen der kinetischen Energie entwickelt. Aber Druck und Stoß erwiesen sich als unzureichendes Modell der Bewegung eines Körpers durch einen anderen. Neben die kinetische trat die potentielle Energie, das nicht als Bewegung manifeste Kräfte-Potential (Vermögen, Kraft auszuüben).

Wir halten fest: Energie ist das Vermögen, Materie zu bewegen. Dieses Vermögen aber wird durch den Satz von der Erhaltung der Energie substanzialisiert. Es wird quantitativ meßbar, und es zeigt sich, daß seine Quantität, ebenso wie die Quantität der Materie, zeitlich erhalten bleibt. (Robert Mayer betrachtete den Energiesatz als quantitative Fassung der Regel »causa aequat effectum«.) Was erhalten bleibt, betrachtet man als eine Substanz, ein in allem Wandel der Erscheinungen sich gleich bleibendes Zugrundeliegendes. So schien es im 19. Jahrhundert zwei Substanzen in der Physik zu geben, Materie und Energie, popularphilosophisch Kraft und Stoff.

Die Relativitätstheorie hat uns in gewissem Sinne die Identität

der beiden Substanzen gelehrt. Erhaltung der Materie heißt in heutiger Terminologie Erhaltung der Masse; und Energie und Masse sind relativistisch äquivalent. Die gruppentheoretische Betrachtungsweise (Satz von E. Noether) läßt uns den Grund dieser »Einheit der Substanz« erkennen. Jedem kontinuierlichen reellen Parameter der Symmetriegruppe der Bewegungsgleichung entspricht eine Erhaltungsgröße. Die Energie ist die Erhaltungsgröße, die der Zeittranslation, also der Homogenität der Zeit entspricht. Wenn die Zeit eine so fundamentale Rolle für die Physik spielt, wie ich annehme, so ist es einleuchtend, daß ihr eine ausgezeichnete Erhaltungsgröße entspricht; so hat auch Kant die Erhaltung der Substanz mit der Homogenität der Zeit in Zusammenhang gebracht¹.

Die eigentliche Bedeutung der Einheit der Substanz zeigt sich aber erst in der Elementarteilchenphysik. Die Gruppentheorie lehrt uns zunächst nur, daß in jeder durch eine bestimmte Bewegungsgleichung charakterisierten physikalischen Theorie die durch die Symmetriegruppe dieser Gleichung bestimmten Erhaltungsgrößen, also insbesondere für jede zeittranslationsinvariante Bewegungsgleichung eine Energie existiert. Der Sinn des allgemeinen Energiesatzes war aber von Anfang an, daß alle Energieformen miteinander quantitativ vergleichbar und wenigstens im Prinzip ineinander umwandelbar sind. Dann muß es so etwas wie eine universelle Bewegungsgleichung geben, die alle Energiesorten umfaßt. Einen Versuch dieser Art macht z. B. die Heisenbergsche einheitliche Feldtheorie. Im Sinne einer solchen Theorie gibt es in der Tat eine einheitliche Substanz, die Heisenberg konsequenterweise »Energie« nennt, von der alle Elementarteilchen nur verschiedene quasi-stationäre Zustände sind.

Welche Wesenseigenschaften hat nun diese Substanz? Ihre Quantität ist meßbar. Die Elementarteilchen und alles aus ihnen Zusammengesetzte sind ihre möglichen Erscheinungsformen, die sich als Lösungen des zugrundegelegten Bewegungsgesetzes ergeben. Dieses Gesetz selbst, das wir zunächst nicht im Detail betrachten, läßt eine grundsätzliche Betrachtung zu. Wir haben die Substanz aus der Identifizierung zweier zunächst begrifflich scharf getrennter Entitäten gewonnen, der Materie und der Energie. Materie war eingeführt als das, woraus alle Dinge bestehen, also

¹ Vgl. IV, 2.

eigentlich als die Substanz im hier benützten Sinne des Worts. Die Energie war eingeführt als das, was die Materie bewegen kann, und zwar war ihr quantitatives Maß zugleich ein Maß der erzeugbaren »Menge der Bewegung«, wobei diese (was uns heute als Konsequenz der Drehsymmetrie nicht überrascht) als Quadrat des Geschwindigkeitsvektors, multipliziert mit der Masse als dem Träger der Bewegung, definiert war. Wenn nun Materie und Energie identifiziert werden, so muß man sagen, daß Materie zugleich das Vermögen der Bewegung von Materie *ist*. Eben dies bringt das Grundgesetz der Bewegung, etwa in der hypothetischen Gestalt der Heisenbergschen nichtlinearen Operatorgleichung, zum Ausdruck.

Etwas pointierter, freilich zunächst stark symbolisch, läßt sich der Sinn der Einheit der Substanz ausdrücken, wenn man nicht von der Materie, sondern von der Energie oder eigentlich von der Zeit ausgeht. Von der Materie ausgehend sagten wir bisher: Materie ist die Substanz der Dinge. Energie ist das Vermögen, Materie zu bewegen. Wenn Materie und Energie identisch sind, so ist Materie zugleich das Vermögen, sich selbst zu bewegen. Hierin bleibt ein Dualismus von Substanz und Bewegung. Warum bewegt sich die Substanz überhaupt, und warum ist sie zugleich ihr Vermögen, sich zu bewegen? Gehen wir von der Zeit als Grundbegriff aller Physik aus, so werden wir etwa sagen: Alles, was ist, ist letzten Endes Zeit. Um Zeit sein zu können, muß es Änderung, d. h. Bewegung sein (das »d. h.« ist hier formal eine Verbaldefinition von Bewegung; erst eine Theorie, die den Raum herleitet, kann ihren Charakter als räumliche Bewegung begründen). Bewegung ist nur Bewegung, insofern sie sich selbst nicht gleich bleibt. Sie muß also zugleich das Vermögen sein, sich selbst zu verändern, d. h. zu bewegen. Insofern muß sie den doppelten Aspekt des Bewegten und des Bewegenden an sich tragen.

2. INFORMATION UND WAHRSCHEINLICHKEIT

Im Sinne der bisherigen Physik ist Information weder Materie noch Energie. Der Informationsbegriff bringt vielmehr die beiden älteren Gegenpole der Materie, die Form und das Bewußtsein, wieder ins Spiel.

Man kann die Information als ein Maß der Menge von Form bezeichnen. Wir diskutieren dies an Hand einer der gängigen quantitativen Definitionen. Sei E ein formal mögliches Ereignis und w seine Wahrscheinlichkeit. Dann ist

$$I = -\log_2 w$$

die Information, die durch das Eintreten des Ereignisses E geliefert wird. Ist z. B. $w = \frac{1}{2}$, so ist $I = 1$, oder wie man sagt 1 bit; ist $w = (\frac{1}{2})^n$, so ist $I = n$. Ein Ereignis bringt, roh gesagt, umso mehr Information, je unwahrscheinlicher es ist. Diese Einführung des Informationsbegriffs ist genau dann sinnvoll, wenn der Wahrscheinlichkeitsbegriff schon verstanden ist.

Es wäre ganz irrig, zu schließen, Information sei offenbar »(nicht Materie, sondern) ein Bewußtseinsinhalt«, da ja Wahrscheinlichkeit etwas Subjektives, nämlich eine Mutmaßung sei. Jeder Begriff ist als gedachter etwas »Subjektives«, auch der Begriff eines Dings oder der Materie; er ist zugleich »objektiv«, sofern er »wahr« ist. Als einen wahren Begriff kann man in roher Näherung einen Begriff bezeichnen, der geeignet ist, wahre Sätze über seinen Gegenstand auszusprechen. Wahr wird ein Satz mindestens dann genannt werden dürfen, wenn er intersubjektiv nachprüfbar ist. In diesem Sinne ist Wahrscheinlichkeit sicher ein objektiver, wahrer Begriff, sofern es möglich ist, Wahrscheinlichkeitsurteile empirisch zu prüfen. Der Sinn, in dem das möglich ist, ist in der Begründung der Wahrscheinlichkeitstheorie durch die Logik zeitlicher Aussagen besprochen¹. Wahrscheinlichkeit erscheint hier als Vorhersage einer relativen Häufigkeit, mathematisch präzisiert als Erwartungswert einer relativen Häufigkeit.

Die Information eines Ereignisses kann auch definiert werden als die Anzahl völlig unentschiedener einfacher Alternativen, die durch das Eintreten des Ereignisses entschieden werden. Als völlig unentschieden soll eine einfache Alternative gelten, wenn keine ihrer beiden möglichen Antworten wahrscheinlicher ist als die andere. Man kann nun als ein quantitatives Maß der Menge an Form eines Gegenstandes die Anzahl von einfachen Alternativen bezeichnen, die entschieden werden müssen, um seine Form zu beschreiben. In diesem Sinne mißt dann die Information, die in dem

¹ Vgl. II, 5.3.

Gegenstand enthalten ist, genau die Menge seiner Form. Die in einem Gegenstand »enthaltene« Information ist die Information, die dem Ereignis des Auftretens dieses in seiner Identität erkannten Gegenstands im Gesichtsfeld des Beobachters zukommt.

Insofern mißt also die Information in der Tat die Form. Sie läßt sich aber gleichzeitig, wenigstens in der primitiven, hier vorerst eingeführten Auffassung, nicht ohne Bezug auf ein Bewußtsein definieren, und zwar in einem Sinn, in dem dies nicht von jedem Begriff gilt. Auch der objektive Wahrscheinlichkeitsbegriff ist nämlich subjektbezogen. Wir erläutern dies durch ein Beispiel: Mit zwei guten Würfeln wird einmal gewürfelt. Zwei Beobachter A und B sollen prophezeien, mit welcher Wahrscheinlichkeit w die Summe der Augenzahlen beider Würfel den Wert 2 haben wird. Dabei soll A vor dem ganzen Wurf prophezeien, B aber, wenn er die Augenzahl des ersten Würfels schon kennt. A prophezeit somit $w = 1/36$, B prophezeit, wenn der erste Würfel eine 1 zeigt, $w = 1/6$, sonst $w = 0$. Beide prophezeien in objektiv nachprüfbarer Weise richtig, denn das Ereignis, für das sie prophezeien, ist für beide ein Beispiel einer verschiedenen statistischen Gesamtheit. D. h. die Angabe einer objektiven Wahrscheinlichkeit hängt vom Vorwissen ab. Die Information des Ereignisses »Gesamtaugenzahl = 2« ist für B, der »Augenzahl des ersten Würfels = 1« schon weiß, geringer als für A.

Dieses Beispiel soll zunächst nur zeigen, daß es notwendig ist, die Begriffe Wahrscheinlichkeit und Information zugleich als objektiv und subjektbezogen zu verstehen; es ist ihr begrifflicher Sinn, »Wissen« zu quantifizieren, und Wissen ist stets Wissen, das jemand von etwas hat. Insbesondere mißt die Information den durch ein Ereignis gewonnenen Wissenszuwachs, und es ist selbstverständlich, daß dieser vom Vorwissen abhängt. Daß Information Wissen mißt, steht nicht im Gegensatz zu der These, die Information messe die Menge von Form, denn Form (Eidos) ist nach der antiken Philosophie genau das, was man wissen kann. Können wir aber behaupten, die Formmenge eines Gegenstandes hänge vom Vorwissen ab? Form soll doch gerade das objektiv Wissbare, also ein objektives Merkmal des Gegenstands sein. Diese Frage eröffnet eine sehr lange Untersuchungsstraße.

Unser Würfelbeispiel ist leicht zu »objektivieren«. Das Vorwissen bezog sich hier auf einen Teil der formal möglichen kontin-

genten Eigenschaften des Würfelpaars. Den objektiven Informationsgehalt des Würfelpaars wird man im Sinne der Fragestellung des Würfelspielers als das definieren, was an dem Würfelpaar durch Anschauen eines vollzogenen Wurfs erfahren werden kann, also bezogen auf ein Vorwissen, das die formal möglichen Fälle kennt (das weiß: hier ist ein Paar guter Würfel) und das kein kontingentes Faktum über die Würfel kennt. Die Information der Augenzahl 2 ist in diesem Sinne objektiv gleich $\log_2 36$. In diesem Sinne ist der Informationsgehalt jeder Messung einer vorweg als formal möglich beschriebenen Größe objektiv angebar.

Hiermit ist aber offenbar die Formmenge der beiden Würfel keineswegs erschöpft. Die geschilderte Information tragen die beiden Würfel nur für den Würfelspieler. Dieser hat ein umfassendes Vorwissen. Er weiß, was Würfelspiel ist, daß diese beiden Holzkuben Würfel im Sinne des Würfelspiels sind, wie die Zahlsymbole auf ihnen gemeint sind usw. All dies muß er wissen, damit er das, was er sieht, als Augenzahl zweier Würfel erkennt. Die Information für den Würfelspieler ist solche Information nur kraft einer Semantik, in welche sehr viel Wissen, also sehr viel andere Information schon investiert ist. Ein erheblicher Teil dieser »semantischen Information« wird ebenfalls als »Form der Würfel« aufgefaßt werden können. Wieviel Form enthält das Würfelpaar nun wirklich?

Es liegt nahe, zur Antwort auf diese Frage die Würfel physikalisch zu untersuchen. Da scheint es nun vor der atomaren Stufe kein Halten zu geben. Ihre Information muß dann wenigstens $N \cdot i$ sein, wobei N die Anzahl der Elementarteilchen bezeichnet, aus denen die Würfel bestehen, und i die formal mögliche Information des einzelnen Elementarteilchens. Wir kommen damit in schwierige Grundlagenfragen der Physik, denen wir uns erst im 5. Abschnitt ausdrücklich zuwenden wollen. Wir bemerken jetzt nur, daß diese Information »virtuell« bleibt, denn kein Experiment wird sie in der Praxis je ausschöpfen. Wie können wir aktuale oder aktualisierbare Information aus diesem praktisch unermesslichen Reservoir virtueller Information herausheben?

Dem, was wir objektiv, als Gewußtes, die Form nennen, entspricht subjektiv, als Wissen, der Begriff. Wir dürfen erwarten, die Information eines Gegenstands messen zu können, insofern wir ihn unter einen bestimmten Begriff bringen. Das Würfelpaar, un-

ter den Begriff »Würfelpaar im Würfelspiel« gebracht, enthält genau $\log_2 36$ bit Information. Unter dem Begriff »Spielware« enthält es mehr Information, z. B. nun auch die Information, daß es gerade ein Würfelpaar ist; das Maß dieser Information hängt offenbar an dem Vorwissen, wieviele verschiedene Spielwaren es gibt. Zu jedem Begriff gehört ein Vorwissen, als die diesem Begriff eigene semantische Information. Der Extrembegriff wäre dann vielleicht »Gebilde aus Elementarteilchen«.

Wollen wir diese Erwägungen präzisieren, so können wir eine »Objektivierung der Semantik« versuchen. Wir betrachten eine zuverlässig funktionierende Apparatur, die genau diejenige Information vom Gegenstand abliest und speichert oder verarbeitet, die unter einen bestimmten Begriff fällt. Dies wäre also eine objektivierete operationale Definition des betreffenden Begriffs. Ein Beispiel dafür ist eine Meßapparatur; die Meßtheorie in der Quantentheorie, die den Beobachter durch einen Apparat ersetzt, ist ein Modell der Objektivierung der Semantik. In dieser Meßtheorie müssen wir freilich den Meßapparat selbst wieder unter gewisse Begriffe bringen, damit die Fragestellung überhaupt definiert ist. Hiermit hängt die von Bohr betonte Notwendigkeit klassischer Begriffe zur Beschreibung des Meßapparats zusammen. Man kann zwar durch »Verschiebung des Schnitts« auch den Meßapparat noch einmal durch einen Metameßapparat beobachten; daß sich bei dieser Iterierung der Objektivierung der Semantik nichts Neues mehr ergeben wird, soll eben der »klassische« Charakter der Meßbegriffe garantieren.

Will man die ultima ratio des Beobachters ausschalten, so kann man versuchen, den Apparat die Meßergebnisse nicht nur speichern, sondern auswerten zu lassen. Man kommt so in die Theorie der Regelsysteme. Das bedeutendste Beispiel eines »vollautomatischen« Steuerungssystems bietet uns die Genetik. Die Organismen steuern ihr eigenes Wachstum durch die in den DNS-Ketten gespeicherte genetische Information, reproduzieren diese Information und dadurch ihresgleichen, und, wenn die darwinistische Hypothese richtig ist, haben sie mit diesem System sogar die heutige Gestalt des Systems selbst hervorgebracht. Wir wollen hier zunächst nur die Kybernetik der Reproduktion, nicht die der Evolution, betrachten.

Die in einer DNS-Kette enthaltene Information kann die Wis-

senschaft im Prinzip leicht zählen: jedes Molekül der Kette enthält bekanntlich zwei bits, also eine Kette von n Molekülen $2n$ bits. Dies ist (theoretisch gesehen) die Information, die dem Begriff »Erbgut« entspricht. Dem Begriff »Kette aus Atomen« würde natürlich eine viel höhere Information entsprechen, wenn man beliebige Atome als Komponenten der Kette zuließe; der größte Teil dieser Information ist schon in der Verwendung des Begriffs »DNS-Kette« benutzt; sie steckt darin, daß wir durch Anwendung dieses Begriffs alle anderen denkbaren Atomkombinationen ausgeschlossen haben. Daß wir eine DNS-Kette vor uns haben, wissen wir ferner im Einzelfall vielleicht erst durch eine chemische Untersuchung; in der heutigen Genetik benützen wir aber die in ihre Begrifflichkeit investierte Information, um von vorneherein vorauszusetzen, daß die Träger des Erbguts DNS-Ketten sind. In diesem Sinne durften wir den Begriff »Erbgut« zur Definition der Informationsmenge benützen.

Diese Definition wurde soeben in Klammern als »theoretisch gesehen« gekennzeichnet. Uns interessiert ja jetzt die Objektivierung der Semantik. In der Wirklichkeit des organischen Lebens trägt ein DNS-Molekül nur dann 2 bit, wenn es einen Mechanismus gibt, der diese Information in Wachstum somatischer Strukturen des Organismus – im ersten Schritt in die Erzeugung gewisser Proteine – umsetzt. Es ist bekannt, daß bereits der Mechanismus der Proteinerzeugung einen gewissen Informationsverlust gegenüber den theoretischen $2n$ bit pro Kette zur Folge hat. Man sieht daran deutlich, wie erst die Semantik (hier die objektivierete Semantik des Eiweißproduktionsmechanismus) die Informationsmenge bestimmt.

Wir verallgemeinern und pointieren den Zusammenhang von Information und objektivierter Semantik, der uns hier in einem ersten Ansatz sichtbar geworden ist, in zwei Thesen:

1. Information ist nur, was verstanden wird.

»Verstehen« kann hier so objektiv gemeint sein, wie der Proteinerzeugungsmechanismus die DNS-Information »verstehet«, indem er sie in Proteingestalten umsetzt. Diese erzeugten Gestalten sind selbst Information. Der Sinn der Objektivierung der Semantik ist überhaupt, auch die in der Semantik enthaltene Information zu zählen. Man kann dann die erste These so weiterentwickeln:

2. Information ist nur, was Information erzeugt.

Dabei wird man noch virtuelle Information, die Information erzeugen kann, von aktueller Information, die tatsächliche Information erzeugt, unterscheiden müssen.

Die zweite These stellt den Informationsfluß wie ein geschlossenes System dar: Information existiert nur, wenn und insofern Information erzeugt wird, also wenn und insofern Information fließt. Dies ist dieselbe Struktur, in der wir am Ende des 1. Abschnitts von der Energie als dem Maß der Bewegung gesprochen haben: Bewegung existiert nur, insofern sie bewegt wird (sich ändert). Ich habe diese Sprechweise dort als »stark symbolisch« bezeichnet. Zur präzisen begrifflichen Fassung fehlte ihr gerade der Zusammenhang von Bewegung und Information. Nunmehr stellt sich uns die Frage, ob auch Energie und Information zu identifizieren seien.

Wir müssen aber zuvor noch weitere Überlegungen anstellen.