

Ingo Elbe/Philip Hogh/Christine Zunke (Hrsg.)

Oldenburger Jahrbuch für Philosophie 2012



BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Oldenburg, 2014

Verlag / Druck / Vertrieb

BIS-Verlag
der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Postfach 2541
26015 Oldenburg

E-Mail: bisverlag@uni-oldenburg.de
Internet: www.bis-verlag.de

ISBN 978-3-8142-2303-2

Was sind und warum gibt es Naturgesetze?

1 Einleitung

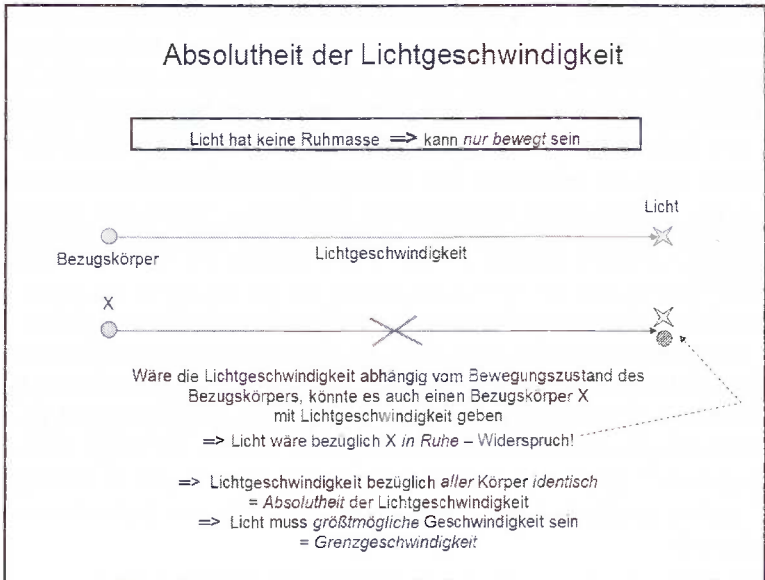
Dass die Naturprozesse durch Naturgesetze bestimmt sind, ist uns vertraut und muss doch, bei Licht besehen, im höchsten Maß verwundern: Ein Stein kann fallen, aber das Gesetz des Fallens ist nicht etwas, das fallen kann; die Maxwell'schen Gleichungen bestimmen die elektrischen Phänomene, aber sind selbst nicht elektrisch. Die Naturgesetze determinieren die Naturrealität, sind aber selbst kein Teil derselben. Sie haben vielmehr *ideellen* Charakter und sind deshalb nur geistig fassbar. Wer umgekehrt dieses Geistige der Natur kennt, kann sie verändern. Der Menschheitswunsch, zaubern zu können, ist so, als Technik, quasi verwirklicht worden – wobei sich freilich oft gezeigt hat, dass wir eigentlich nur Zauberlehrlinge sind, denen so manches schiefliegt.

Hier wird ein fundamental *ambivalenter* Charakter der Natur sichtbar: Die uns begehende Natur ist *real*, aber die sie bestimmenden Naturgesetze – gleichsam die ihr zugrunde liegende *Logik* – haben *ideellen* Charakter. Diese merkwürdige Doppelnatur der Natur muss in der Tat verwundern und als eine der Grundfragen der *Natur-Ontologie* begriffen werden. Die Frage ‚Was sind Naturgesetze?‘ mündet so zuletzt in die Frage ‚Warum gibt es Naturgesetze?‘, auf die am Ende dieser Überlegungen ebenfalls eine Antwort versucht werden soll.

Ich beginne mit einer kurzen Vergegenwärtigung jener neuartigen Naturgesetzmäßigkeiten, die im Zuge der physikalischen Revolution des aufgehenden 20. Jahrhunderts konzipiert wurden: zunächst im Rahmen der Einsteinschen speziellen Relativitätstheorie und dann in der Entwicklung der Quantentheorie. Ich denke, dass gerade darin Grundeigenschaften von Naturgesetzmäßigkeit sichtbar werden, die in ‚klassisch‘-physikalischen Kontexten eher übersehen werden.

2 Die immanente ‚Logik‘ des Relativitätsprinzips¹

Elementar vertraut aus unserer Alltagserfahrung ist uns das *Relativitätsprinzip der Bewegung*: Bewegt ist ein Körper danach nur relativ zu einem ruhenden Körper. Aber diese Relation kann auch umgekehrt werden, dh. der bewegte Körper kann als ruhend und der andere als bewegt betrachtet werden. Wesentlich ist, dass ein Körper stets auch als ruhend und damit als Bezugsinstanz von Bewegung fungieren kann. Auf eine kurze Formel gebracht heißt das: Körperbewegung ist äquivalent mit relativer Bewegung.



Was bedeutet das nun für die Bewegung des *Lichts*, das ja ein Teilchen ‚ohne Ruhemasse‘ ist, wie man sagt, also gleichsam ein ‚*Nicht-Körper*‘² Nun, als ein Nicht-Körper kann es jedenfalls nicht in Ruhe, sondern *nur bewegt* sein (wobei die Bezugsinstanz dieser Bewegung natürlich ein Körper sein muss). Das bedeutet weiter, dass die Lichtgeschwindigkeit vom *Bewegungszustand* des Bezugskörpers *unabhängig* sein muss; denn andernfalls könnte es ja einen Bezugskörper X geben, der so bewegt ist, dass das Licht relativ zu X die Geschwindigkeit null hat, also ruht – im Widerspruch zu dem genannten

1 Im Folgenden übernehme ich einige Überlegungen aus meinem Buch *Naturphilosophie*, Bamberg 2008.

2 Hierzu ausführlich Dieter Wandschneider, *Naturphilosophie*, Bamberg 2008, Kap. 4.9.

Umstand, dass das Licht als Nicht-Körper nur bewegt sein kann. Und weiter: Ist die Lichtgeschwindigkeit aber unabhängig vom jeweiligen Bewegungszustand des Bezugskörpers, dann ist sie in Bezug auf jeden Körper *identisch* – sie hat somit *absoluten*, nicht mehr relativen Charakter! Und dies hat unmittelbar zur Folge, dass die Lichtgeschwindigkeit die *größtmögliche* Geschwindigkeit sein muss, denn hätte ein Körper X die gleiche Geschwindigkeit wie das Licht, wäre das Licht – bezüglich X – eben doch als ruhend bestimmt. Die Lichtgeschwindigkeit ist damit die physikalisch nicht überschreitbare *Grenzeschwindigkeit*.³

Das sind *Essentials* der Einsteinschen („speziellen“) Relativitätstheorie, die somit *logisch* erschlossen werden können (a) aus dem Relativitätsprinzip der Bewegung („Körperbewegung ist äquivalent mit relativer Bewegung“) und (b) aus dem Nicht-Körpercharakter des Lichts. Festzuhalten bleibt hier: ein faszinierendes Exempel für die *Logizität* der Natur!

3 Die quantentheoretische Perspektive

Aller Logik zu spotten schien hingegen die nächste grundstürzende Revolution des physikalischen Weltbilds. Die Entdeckung, dass es ein elementares Wirkungsquantum h gibt,⁴ das bei Wechselwirkungen nicht unterschritten werden kann, hat zur Entwicklung der *Quantentheorie* geführt und in der Folge zu zahllosen physikalisch-philosophischen Grundlegendiskussionen, die weithin durch Ratlosigkeit geprägt waren. Worum ging es?

Eine zentrale Aussage der Quantentheorie – und zugleich Ausdruck der Zustimmung, die sie für das Begreifen darstellt – ist, dass mit einer Teilchenbewegung stets ein Wellenvorgang verbunden ist. Das Wirkungsquantum h wird damit konkreter charakterisierbar, nämlich (entsprechend der Relation Energie = h mal Frequenz) als diejenige Wirkung, die mit *einer Wellenlänge* verbunden ist. Eine Wellenlänge: Das ist gleichsam die Visitenkarte einer Wellenbewegung; weniger geht nicht, um als eine definierte Welle identifizierbar zu sein. Auch im Wellenvorgang sind insofern, nämlich in Gestalt der Schwingungsperioden, bereits *quantenhafte* Elemente enthalten! Wird für die Wechselwirkung der Welle mit einem Objekt aber mindestens die Wirkung h

3 Unbeschadet der von Gerald Feinberg aufgewiesenen theoretischen Möglichkeit sogenannter „Tachyonen“, also *imaginärer* Massen mit *Über-Lichtgeschwindigkeit*, vgl. z.B. <http://de.wikipedia.org/wiki/Tachyon>.

4 Wobei ‚Wirkung‘ physikalisch-terminologisch als die Dimension ‚Impuls mal Länge‘ oder ‚Energie mal Zeit‘ definiert ist.

benötigt, dann entspricht dem somit ein *ausgedehnter Bereich* von der Mindestgröße einer Wellenlänge. Eine weitere Einschränkung des Ortsbereichs ist nur so möglich, dass sich Wellen überlagern und dabei zum größten Teil auslöschen. Dann gibt es aber *keine eindeutig definierte* Wellenlänge mehr, sondern stattdessen ein ‚Wellenpaket‘ mit einem breiten Spektrum verschiedener Wellenlängen, das physikalisch mit einer großen Unschärfe des Bewegungsimpulses verbunden ist.

Konsequenz: Quantentheoretisch hat man entweder eine definierte Wellenlänge und damit einen definierten Impuls, der aber mit einer Orts-Unschärfe verbunden ist, oder einen relativ präzisen Ort, der aber mit einer großen Impuls-Unschärfe verbunden ist. Das führt zur Aussage der bekannten *Heisenbergschen Unschärferelation*, dass Ort und Impuls einer Bewegung *komplementäre* Größen sind, die als solche nicht beide zugleich scharf bestimmt sein können, sondern nur noch *Wahrscheinlichkeitsaussagen* zulassen, etwa bezüglich des Verlaufs der Teilchenbewegung.

An die Stelle klassisch-deterministischer Vorstellungen ist in der Quantentheorie grundsätzlich der *Wahrscheinlichkeitsbegriff* getreten, mit kuriosen Folgen: Nach klassischem Verständnis hat ein Objekt stets einen bestimmten Zustand, quantentheoretisch hingegen ist es – qua Wahrscheinlichkeitslogik – möglich, dass es *gleichzeitig in verschiedenen* Zuständen existiert, was Erwin Schrödinger, einer der großen Protagonisten der Quantentheorie, in einem berühmten Gedankenexperiment so verdeutlicht: Das wäre so, als ob beispielsweise eine Katze (unter bestimmten Umständen) gleichzeitig lebendig und tot sein könnte – was für einen Organismus jedenfalls absurd ist. Aber quantentheoretisch können in der Tat sämtliche in einem System enthaltenen Möglichkeiten simultan realisiert sein, ein gegenüber klassischen Vorstellungen radikales Novum, das nicht nur für die Computertechnik, sondern auch in natur-ontologischer Hinsicht höchst bedeutsam ist: Denn dies nötigt zu einem *ganzheitlichen* Verständnis des Naturseins – was somit ebenfalls als ein Grundzug von Naturgesetzlichkeit zu begreifen ist.

4 **Verschränkung**

Die Notwendigkeit eines *ganzheitlichen* Verständnisses wird nachdrücklich bekräftigt durch eine Argumentation, die Einstein, Boris Podolski und Nathan Rosen („EPR“) in einer 1935 erschienenen Publikation präsentiert haben. Die ursprüngliche Absicht ihrer Überlegungen ging dahin zu zeigen, dass die Annahme der Richtigkeit der Bohrschen, also ‚Kopenhagener‘ Deutung der

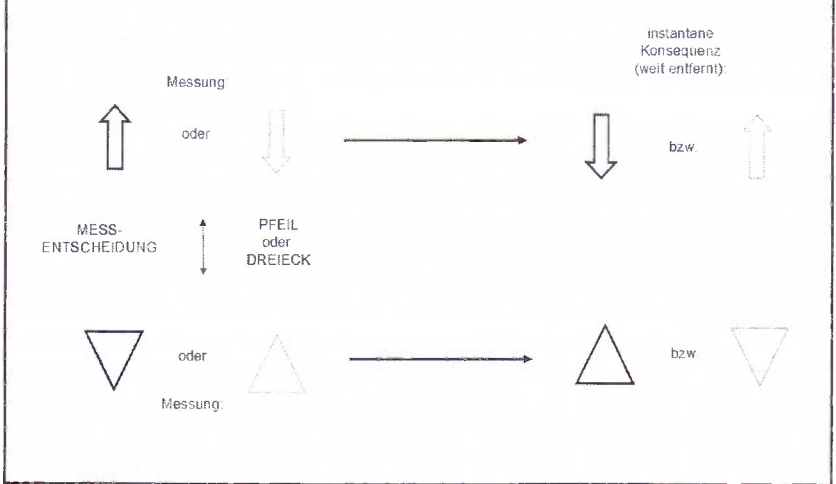
Quantentheorie zu absurden Konsequenzen führt. Primär ging es den Verfassern also um die Widerlegung Bohrs. Dabei wurden freilich Sachverhalte sichtbar, die sowohl physikalisch als auch natur-ontologisch von eminentem Interesse sind. Was damals nur Gedankenexperiment war, ist inzwischen zweifelsfrei empirisch gesichert, ohne darum doch seinen paradoxalen Charakter verloren zu haben.

Worum es geht, soll im Folgenden nur kurz skizziert werden: Zwei Quanten, etwa zwei Elektronen, können *miteinander* ‚verschränkt‘ sein in der Weise, dass sie im Grund *ein* System bilden. Das Überraschende, um nicht zu sagen absurd Anmutende ist, dass sie, sofern sie ‚verschränkt‘ sind, auch dann noch *ein* System bilden, wenn sie *räumlich beliebig weit* voneinander entfernt sind. In diesem Sinn ist die Verschränkung, wie man sagt, durch *Nicht-Lokalität* charakterisiert.

Mehr noch: Im Sinn der Unschärferelation bestimmt ja die Art der Messung, welche Größe bestimmt ist, wobei die dazu komplementäre dann unbestimmt ist. Eine Ortsmessung ermöglicht eine Aussage über den Ort, nicht über den Impuls. Aber genauso kann am Objekt eine Impulsmessung durchgeführt werden, die eine Aussage über den Impuls, nicht aber über den Ort ermöglicht. Beides ist nach Belieben möglich. Verschränkung hat nun zur Folge, dass das verschränkte ‚Zwillingspaar‘ über beliebige Entfernungen hinweg instantan, also ohne Zeitverzögerung, ‚kooperiert‘. Dass der ‚Zwillingspartner‘ über beliebig große Entfernungen verzögerungslos mitspielt, wirkt deshalb so absurd, weil ein normaler Signalvorgang zwischen auseinander liegenden Orten eine endliche Zeit benötigte – eines der zentralen Theoreme der Relativitätstheorie (s.o.: die Lichtgeschwindigkeit als die größtmögliche Geschwindigkeit); deshalb auch Einsteins Spott über „spukhafte Fernwirkungen“ im Rahmen der Quantentheorie.⁵

5 In einem Brief vom 3. 3. 1947 an Max Born, in: *Albert Einstein – Max Born. Briefwechsel 1916–1955*, Reinbek 1972, S. 162.

VERSCHRÄNKUNG



In der Tat erscheint dies seltsam, denn eine kausale Beeinflussung der miteinander verschränkten Zustände durch Energietransport kann nicht stattgefunden haben, das kann experimentell heute eindeutig ausgeschlossen werden. Aber dann ist die Konsequenz unausweichlich, dass sich physikalische Zustände über beliebig weite Entfernungen erstrecken und dabei instantan auf weit entfernte Änderungen reagieren. Somit sind die Zustände also nicht separiert, sondern haben raum-überbrückenden, *ganzheitlichen* Status. Im Sinn einer Veranschaulichung verschränkter Zustände könnte man etwa an ein eingespieltes Streichquartett denken, das sich – im Bezug auf die gemeinsame Partitur – wortlos versteht. Es bedarf keines Dirigenten und keiner Signale der Musiker untereinander (nehmen wir das um des Arguments willen kontrafaktisch einmal an). Keine ihrer Aktionen ist durch die der anderen verursacht, sondern alle sind vorab aufeinander bezogen und eingestimmt. Das – in dieser Form natürlich dann doch unrealistische – Extrem wäre ein Quartett, dessen Musiker an weit entfernten Orten und doch ideal synchron spielen würden. Die räumliche Trennung wäre für sie ohne Bedeutung.

Der Theoretiker Hans Primas hat diesen *holistischen*, ganzheitlichen Charakter verschränkter Zustände so charakterisiert: „According to the mathematical formalism of quantum mechanics, *separated subsystems of a quantum system do not exist*. Since all predictions of quantum mechanics are experimentally

well corroborated, and since the counterintuitive results of quantum theory are no logical paradoxes, we take the holistic structure of the quantum world as a true feature of nature“.⁶ Und noch einmal derselbe Autor: „Die Theorie verschränkter Systeme führt uns zu einem neuen ganzheitlichen Sehen, welches der klassischen Physik [...] fremd ist. Die Welt wird nicht mehr als eine Ansammlung einzelner, miteinander wechselwirkender, aber für sich selbst existierender Dinge gesehen, sondern als eine Einheit [...]“.⁷ Das Verschränkungsphänomen macht in nicht zu überbietender Deutlichkeit die Möglichkeit eines *ganzheitlichen* Naturseins sichtbar.

5 Funktionscharakter des Naturgesetzes

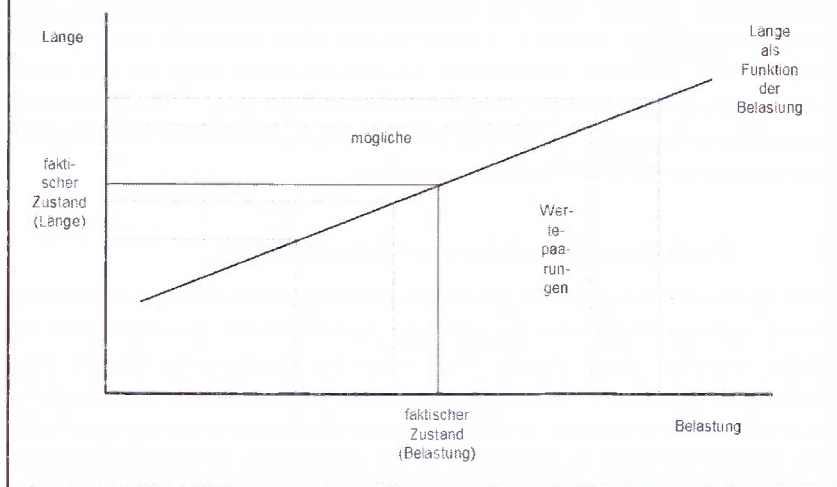
Nun, recht verstanden ist die *ganzheitliche* Perspektive auch der klassischen Physik nicht so fremd, wie die exotische Andersheit der Quantentheorie zunächst vermuten lassen könnte. Auch wenn die physikalische Realität klassisch durch Lokalität und damit Getrenntheit, Auseinandersein charakterisiert ist, wird in der Perspektive des Naturgesetzes doch eine *immanent ganzheitliche Struktur* sichtbar: Gesetzmäßig ist ein Geschehen, das *durch Bedingungen bestimmt* ist, dh. das Naturgesetz ist eine *Funktion* unterschiedlicher Bedingungen, ein *Funktionszusammenhang*⁸ derart, dass diverse Naturzustände zur Einheit und Ganzheit eines *Systems* verklammert sind.

6 Hans Primas, „The Cartesian Cut, the Heisenberg Cut, and Disentangled Observers“ in: Laurikainen/Montonen (ed. 1993), 4. Kap.

7 Hans Primas, „Verschränkte Systeme und Komplementarität“ in: Bernulf Kanitscheider (Hg.), *Moderne Naturphilosophie*. Würzburg 1983, S. 258.

8 Dieser ist dann auch mathematisch formulierbar, was Galilei zu der Auffassung führte, die zur Grundlage neuzeitlicher Naturwissenschaft wurde, dass das Buch der Natur in mathematischen Lettern geschrieben sei (Galilei, *Il Saggiatore* in: *opere* (edizione nazionale) VI, S. 232).

Spiralfeder – Länge als *Funktion* der Belastung (Hookesches Gesetz)



Betrachten wir, um ein maximal durchsichtiges Beispiel zu haben, eine Spiralfeder (Sie können etwa auch an ein Gummiband denken). Die Länge verändert sich hier mit der Belastung, dh. sie ist eine *Funktion* der Belastung (Hookesches Gesetz). Jedem Wert einer Last ist also ein Längenwert zugeordnet. Grundsätzlich hat man unendlich viele solcher Wertepaare von Last und Länge. *Realisiert* ist natürlich jeweils nur *eine bestimmte* Länge, entsprechend der jeweiligen faktischen Belastung. Aber dieser faktische Zustand ist nur einer aus der Gesamtheit unendlich vieler möglicher Zustände, also möglicher Belastungen und der ihnen zugeordneten Längen. Diese *möglichen* Zustände gehören somit ebenso zur Spiralfeder. Sie enthält mithin Möglichkeit, repräsentiert durch das Funktionsgesetz, das ihr spezifisches Verhalten bestimmt und im Fall der Spiralfeder als *Elastizität* bezeichnet wird. Das ‚Sein‘ der Spiralfeder – ihre Elastizität – ist also keineswegs ein einzelner Zustand, sondern ist durch die *Gesamtheit* ihrer möglichen Zustände repräsentiert, die in dem ihr zugrunde liegenden Funktionsgesetz adäquaten Ausdruck findet. Das Naturgesetz ist gleichsam die Verklammerung möglicher Zustände der Spiralfeder zu einem System, das somit das *Wesen* der Spiralfeder repräsentiert.

tiert.⁹ Die Gesamtheit der im Funktionsgesetz definierten Möglichkeiten bildet also ein *System*.

Betrachten wir ein anderes konkretes Beispiel, das Gravitationsgesetz

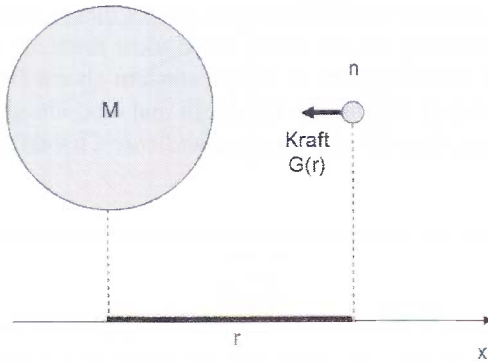
$$G(r) \sim Mn/r^2,$$

also die räumliche Abhängigkeitsbeziehung der Gravitationskraft $G(r)$. Im Schwerfeld einer (großen) Masse M wird eine (kleine) Masse n im Abstand r mit der Kraft $G(r)$ angezogen. Wesentlich ist: Für alle die verschiedenen Abstände r gilt *dasselbe identische Gesetz*. Indem dieses *alle* räumlichen Entfernungen r einschließt, ist der Raum somit nicht mehr als ein Auseinanderbeziehungsloser, neutraler Orte zu fassen, sondern als ein Beziehungsgefüge, welches das räumlich Vereinzelte übergreift und eint: ein gleichsam geeinter Raum, ein System, dem als solchem *ganzheitlicher* Charakter zukommt.

9 Jeweils *realisiert* ist dabei, wie gesagt, stets *nur eine* aus der Gesamtheit aller dieser Möglichkeiten. Quantentheoretisch hingegen können, wie wir gesehen haben, auch mehrere oder alle Möglichkeiten simultan realisiert sein. Der Charakter physikalischer Möglichkeit hat quantentheoretisch also eine neue Qualität gewonnen. Das Mögliche ist hier nicht mehr nur dasjenige, dessen Verwirklichung anderes Mögliche ausschließt, sondern das quantentheoretisch *Mögliche* kann auch *insgesamt wirklich* sein: ein geradezu paradox erscheinendes Ineinsfallen des Möglichen und Wirklichen. Die Möglichkeiten, die klassisch nur ideell – im Kopf des Wissenschaftlers – erscheinen, sind quantentheoretisch selbst existent, mit andern Worten: Das dem Natursein zugrunde liegende Ideelle beginnt in quantentheoretischer Perspektive selbst real zu werden, und das naturhafte Außereinander gewinnt so zunehmend *ganzheitlichen* Charakter.

Identisches Gesetz für alle Abstände r

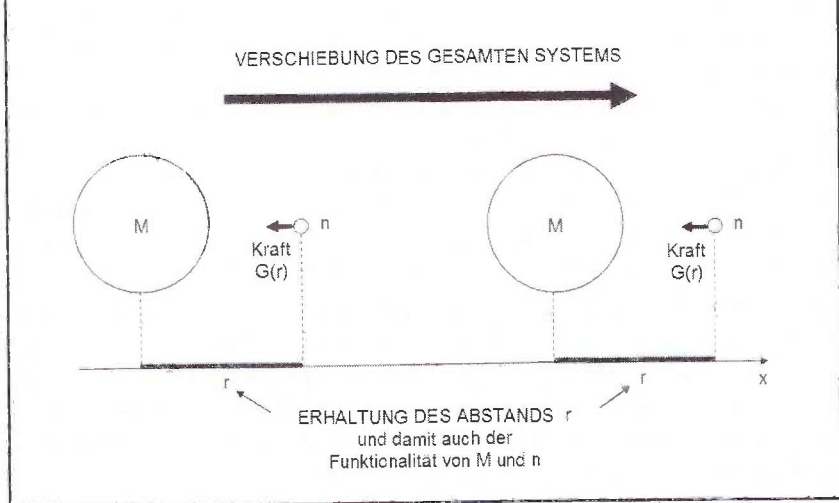
$$\text{Gravitationskraft } G(r) \sim M \cdot n / r^2$$



Aber was ist das verbindende Gemeinsame? Offenbar dies, dass die verschiedenen n -Abstände r nicht Abstände von beliebigen Orten – von Paris, vom Nordpol oder vom Mond – sind, sondern sich in ihrer Verschiedenheit darin *gleich*, dass sie, wie im gegenwärtigen Beispiel, *Abstände von ein und derselben Masse M* sind, deren Schwerefeld für das Auftreten der betrachteten Abstandsabhängigkeit ursächlich ist.

Konsequenz: Wird das System im Ganzen *räumlich verschoben*, ändert sich deshalb system-*intern* nichts. Die verschiedenen Systemzustände bleiben in der Einheit und Ganzheit des Systems miteinander verklammert. Ihre Funktionsgesetzlichkeit bleibt unverändert erhalten; sie ist *invariant* gegenüber Verschiebungen.

Erhaltung der Funktionalität bei Verschiebung des Gesamtsystems



In der Physik ist dem Systemcharakter solcher Funktionalitäten durch die Einführung des *Feldbegriffs* Rechnung getragen worden – wir sprechen etwa vom ‚Gravitationsfeld‘: Indem die Zustände an verschiedenen Orten durch den Abstand von ihrem kausalen Ursprung bestimmt sind, ist der Raum wesentlich ‚Feld‘, dh. seinerseits mit einer kausalen Struktur ausgestattet. Der Feldbegriff spiegelt so eine konstitutive Hinsicht des Naturgesetzes wider, eben die *systemische Einheit* der durch das Funktionsgesetz verklammerten Einzelzustände.

Wird der Funktionscharakter des Naturgesetzes verkannt, führt eben dies, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe,¹⁰ zur sogenannten *Goodmanschen Paradoxie*, die für die Wissenschaftstheorie Jahrzehnte lang ein unlösbares Problem darstellte.

10 Hierzu ausführlich Dieter Wandschneider, *Naturphilosophie*, Bamberg 2008, Kap. 3.4, 3.5.

6 Das Kausalprinzip

Die erwähnte Invarianz gegenüber Verschiebungen eines Systems im Raum ist physikalisch bekanntlich gleichbedeutend mit der (zeitlichen) Erhaltung des Gesamtimpulses des Systems. Analog ist die Invarianz gegenüber ‚Verschiebungen in der Zeit‘ gleichbedeutend mit der Erhaltung der Gesamtenergie eines Systems. Diese *Erhaltungssätze* – Impulserhaltungssatz und Energieerhaltungssatz – besagen, dass sich bei einer möglichen Verschiebung des zugehörigen Systems in Raum und Zeit nichts verändert, dass also keine Wechselwirkung mit einem anderen System stattfindet, was Veränderungen des Impulses und der Energie zur Folge hätte. Solche Invarianzen sind einfache Exempel von ‚Symmetrien‘ der Natur, hier bezüglich Verschiebungsoperationen in Raum und Zeit. Es gibt viele weitere Symmetrien und diesen zugeordnete *Erhaltungssätze*, die ich hier außer Betracht lasse.

In der Perspektive der Erhaltungssätze nun klärt sich, was traditionell als Problem des *Kausalnexus* bezeichnet wurde. Der englische Empirist David Hume etwa machte geltend, dass die Wirkung „von der Ursache ganz und gar verschieden“ sei und „folglich [empirisch (eingefügt D.W.)] niemals in dieser entdeckt werden“ könne.¹¹ Und: Bei einem Zusammenstoß, etwa zweier Billardkugeln, seien x-beliebige Wirkungen logisch *widerspruchslos denkbar*.¹² Somit sei weder empirisch noch logisch ein „Band“ im Sinn einer „Verknüpfung“ von Ursache und Wirkung in den Dingen zu entdecken,¹³ meint Hume.

Nun bilden Ursache und Wirkung zusammen physikalisch aber *ein* System, das, im Sinn der Erhaltungsprinzipien, vor und nach der Wechselwirkung identisch ist, und es ist hoffnungslos, nach einer Beziehung beider zu suchen, wenn dies verkannt ist. Freilich ist das aus Ursache und Wirkung bestehende Gesamtsystem wenig augenfällig, da es als ein System eigentlich nur im Augenblick der Wechselwirkung in Erscheinung tritt.

Betrachten wir das erwähnte Beispiel des Zusammenstoßes zweier Billardkugeln unter diesem Aspekt etwas näher: Berücksichtigt man einfachheitshalber nur den Energieerhaltungssatz, so gilt, dass die Gesamtenergie des beide Kugeln umfassenden Gesamtsystems zeitlich erhalten, mithin vor und nach dem Stoß gleich ist. Man hat hier also durchaus verschiedene Zustände (vor und nach dem Stoß); aber indem diese physikalisch gesehen demselben System

11 David Hume, *Eine Untersuchung über den menschlichen Verstand*, Leipzig 91928, S. 39 f.

12 Ebd., S. 40.

13 Ebd., S. 89.

angehören, kann es nicht rätselhaft sein, wieso eine kausale Beziehung zwischen ihnen besteht: Es ist dieselbe zeitlich erhaltene Gesamtenergie des aus beiden Kugeln bestehenden Gesamtsystems, die den Zustand vor und nach der Wechselwirkung bestimmt, d.h. energetisch gesehen ist es überhaupt derselbe Zustand, während etwa Humes Charakterisierung, dass die Wirkung von der Ursache verschieden und deshalb niemals in dieser entdeckt werden könne, am unmittelbaren Augenschein orientiert ist (es sind ja verschiedene Kugeln) und den physikalischen Sachverhalt dabei verfehlt.

In dieser Perspektive ist auch die sogenannte ‚Auslösekausalität‘ oder ‚Schwellenkausalität‘ zu sehen:¹⁴ Eine ‚kleine‘ Ursache, etwa ein Funke, löst die ungleich größere Wirkung einer Explosion aus. Ähnlich im Fall jenes unseligen Bomberpiloten, der mit einem Knopfdruck die desaströse Wirkung einer Nuklearbombe herbeiführte. Das mittelalterliche Diktum ‚causa aequat effectum‘, das die ‚Gleichheit‘ von Ursache und Wirkung ausdrückt, ist hier, wenn man nur die manifesten Energien betrachtet, nicht mehr zutreffend. Aber durch den Funken oder die Kraft des Knopfdrucks wird hier eine zusätzliche, latent schon vorhandene, aber zunächst nicht manifeste Energie ins Spiel gebracht, die durch diese Aktion freigesetzt wird, etwa die im Sprengstoff gebundene Energie.

Es ist instruktiv, von hier aus auf Kants Kausalbegriff zurückzublicken: Gegen Humes Empirismus, der das Empirische als zusammenhangloses Einzelnes behauptet, wird von Kant der *synthetische* Charakter von Erfahrungserkenntnis herausgestellt: als eine vom Subjekt vollzogene Synthese raumzeitlicher ‚Anschauungen‘, die durch die *Kategorie* der Kausalität als ‚Ursache‘ und als ‚Wirkung‘ aufeinander bezogen werden. Diese Synthese zeitlich aufeinander folgender Anschauungen zu einem Kausalverhältnis stellt Kant zufolge eine Leistung des *transzendentalen Subjekts* dar. Für ein Verständnis der physikalischen Kausalstruktur ist damit freilich wenig gewonnen.

Anders in der Perspektive physikalischer Erhaltungsprinzipien: Als wesentlich hat sich das *Gesamtsystem* der an der Wechselwirkung beteiligten Objekte ergeben. Dieses ist gleichsam die *existierende Synthesis* von Ursache und Wirkung (die freilich erst im Zeitpunkt der Wechselwirkung selbst mehr oder weniger augenfällig in Erscheinung tritt). Im Unterschied zur Kantischen Sicht einer der Kausalrelation zugrunde liegenden kategorialen, also subjektiven Synthesis stellt es sich in der Perspektive der Erhaltungsprinzipien so

14 Vgl. Carl Friedrich von Weizsäcker, *Zum Weltbild der Physik*, Stuttgart⁹1962, S. 72 f.

dar, dass sich gleichsam die Natur selbst in der realen Wechselwirkung zu einer Synthese bestimmt: eben in Form des Gesamtsystems der Wechselwirkungspartner, wobei die Erhaltungssätze präzise dynamische Bedingungen einer solchen Synthese formulieren. Bei Kant ist nur die *subjektiv-kategoriale* Synthese ins Auge gefasst; die *physikalisch-energetische* Seite des Phänomens bleibt dabei im Dunkeln.

7 Das Induktionsproblem

Allen diesen Überlegungen liegt die Voraussetzung zugrunde, dass die Natur *gesetzmäßig* ist. Diese Voraussetzung ist von der Erkenntnistheorie freilich immer wieder in Frage gestellt worden. Problematisch erscheint insbesondere der *Allgemeinheitscharakter* des Naturgesetzes: Das Fallgesetz etwa beschreibt nicht nur, wie Steine bisher gefallen sind, sondern beansprucht auch für die Zukunft Gültigkeit. Nach empiristischer Auffassung ist dieser *Induktionsschluss* von der Vergangenheit auf eine noch gar nicht realisierte zukünftige Erfahrung jedoch ohne empirische Rechtfertigung und deshalb, so die empiristische, rein psychologische Erklärung David Humes, nur als eine eingefahrene *Gewohnheit* zu verstehen. Das *empiristische Induktionsproblem* besteht also darin, dass der Induktionsschluss von der Vergangenheit auf die Zukunft empirisch nicht begründbar ist.

Nun, empiristisch ist damit im Grund die Möglichkeit empirischer Naturwissenschaft überhaupt in Frage gestellt – für unser naturwissenschaftliches Weltbild eine desaströse Vorstellung. Das Induktionsproblem ist deshalb immer wieder Gegenstand philosophischer Erklärungsversuche gewesen und immer wieder auch als unlösbar bezeichnet worden.¹⁵ Erst die Frage, was *Erfahrung* eigentlich ist, hat eine entscheidende Wendung herbeigeführt.

Kant vollzieht in diesem Sinn eine Umkehr: Der Empirismus geht von der *Erfahrung* als Grundprinzip aller Naturerklärung aus, hinterfragt aber nicht das Erfahrungsprinzip selbst; dieses wird naiv vorausgesetzt. Kant hingegen fragt nach *transzendentalen Bedingungen der Möglichkeit von Erfahrung* und verweist etwa auf die konstitutive Rolle der *Kategorien*, die nach seiner Theorie im *Subjekt* bereitliegen – zB. die Kausalkategorie –, die Wahrnehmungsinhalte formt und so beispielsweise als Kausalgeschehen zu deuten erlaubt

15 Extremster Ausdruck dieser Auffassung ist die schon erwähnte *Goodmansche Paradoxie*. Siehe dazu meine Überlegungen zu deren Analyse und Lösung in: Dieter Wandschneider, *Naturphilosophie*, Bamberg 2008, Kap. 3.4, 3.5.

(siehe oben). Der einzelne Prozess wird so vielmehr als ein *Allgemeines*, als ein *universelles, gesetzmäßiges* Prozessmuster erfasst.

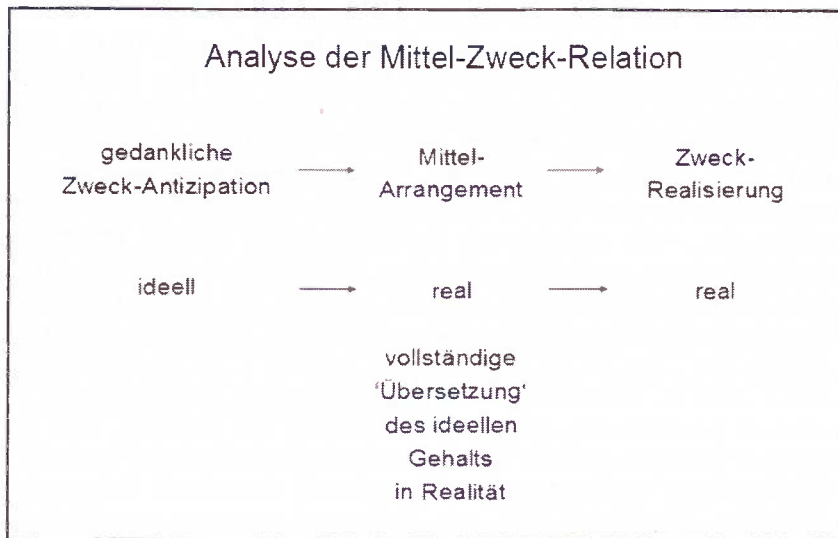
Hegel folgt grundsätzlich dieser Argumentationslinie – ohne freilich die Kantische Theorie zu übernehmen –, indem er zeigt, dass Erfahrung nicht das Erfassen von absolut unwiederholbar Einzelem, sondern unvermeidlich immer von Allgemeinem ist. Die Erfahrung eines Gegenstands erfasst diesen etwa als *schweren* Körper, dh. als Gegenstand eines bestimmten Typs, der als solcher durch ganz bestimmte Gesetzmäßigkeiten charakterisiert ist.¹⁶ Ähnlich argumentiert – bei aller sonstigen Hegelferne – Popper:¹⁷ Vor mir steht ein Glas Wasser, ein einzelner Gegenstand, der aber als Glas und Wasser identifiziert wird, wobei ‚Glas‘ und ‚Wasser‘ Allgemeinbegriffe sind und als solche ein *gesetzmäßiges* Verhalten charakterisieren – Glas zerspringt, anders als Plexiglas, wenn es zu Boden fällt; Wasser ist unbrennbar, auch wenn es genauso aussieht wie Benzin. Für die Erfahrung, etwa von Glas und Wasser, werden also schon entsprechende Gesetzmäßigkeiten benötigt; andernfalls sind sie empirisch gar nicht identifizierbar. Kurzum: Das empiristische Argument, wonach Gesetzmäßigkeit empirisch begründet sein soll, geht fehl, weil Empirie Gesetzmäßigkeit vielmehr schon *voraussetzt*. Wer Erfahrung also für möglich hält – und das ist allen voran der Empirist –, hat die Natur damit immer schon als gesetzmäßig *vorausgesetzt* und *erfasst*. Gesetzmäßigkeit ist nicht nur Erkenntnisziel, sondern auch *Bedingung* von Erfahrung. (Das gilt nebenbei bemerkt schon für die vom Empiristen beanspruchte elementare Unterscheidung von Vergangenheit und Zukunft, die er – bei seiner Kritik des Induktionsschlusses – ja stets *voraussetzt*. Was er dabei nämlich immer mit voraussetzt, ist die Existenz von Uhren, die zumindest die Zeitfolge (Vergangenheit → Zukunft) verlässlich anzeigen, oder auf Seiten des Wissenschaftlers: die Annahme einer verlässlichen Erinnerung.)

16 Hierzu ausführlich Dieter Wandschneider, „Die phänomenologische Auflösung des Induktionsproblems im szientistischen Idealismus der ‚beobachtenden Vernunft‘ – ein wissenschaftstheoretisches Lehrstück in Hegels ‚Phänomenologie des Geistes‘“ in: Klaus Vieweg (Hg.), *Hegels Jenaer Naturphilosophie*, München 1998, S. 369–382.

17 Vgl. Karl Raimund Popper, *Logik der Forschung*, Tübingen 1973, S. 61.

8 Die Logik als Basis objektiv-idealistischer Natur-Ontologie

Ich hatte schon darauf hingewiesen, dass das Natursein wesensmäßig *Möglichkeit* enthält, die aus dem Naturgesetz stammt. Damit ist auch die Möglichkeit der *Veränderung* des hier und jetzt realisierten Naturzustand gegeben. Nur so kann es überhaupt eine *Naturevolution* auf der einen Seite und die Möglichkeit von *Technik* auf der andern Seite geben.



Betrachten wir den Prozess technischen Herstellens etwas näher. Der Ingenieur entwickelt eine Idee, wie ein bestimmter Zweck realisiert werden kann und benötigt dafür ein geeignetes Instrumentarium von Mitteln. Der technische Herstellungsprozess stellt sich dann insgesamt so dar: Am Anfang steht eine rein gedankliche *Idee*, die durch ein reales *Mittelarrangement* umgesetzt wird und so die *Zweckrealisierung* herbeiführt. Das heißt also: Im Mittelarrangement findet ein *Übergang* von der gedanklich-ideellen Sphäre in die Realität statt. Das reale Mittel realisiert dann selbsttätig den Zweck. Alles zusätzliche psychische Wünschen ist für die Zweckrealisierung vergeblich, da diese allein durch die reale Kausalität des Mittels geleistet werden kann. Das heißt aber auch: Das reale Mittelarrangement hat die ursprünglich rein ideelle Zwecksetzung gleichsam ganz in sich aufgenommen und in reale Kausalität transformiert.

Was darin sichtbar wird, ist, dass Gedanklich-Ideelles und Reales einander nicht fremd, sondern *wesensmäßig verwandt* sind. Der Grund ist die Gesetzmäßigkeit des Realen, auf der seine Wirkmächtigkeit ja beruht. Die Naturgesetzlichkeit ist gleichsam die der Natur zugrunde liegende Logik,¹⁸ ihr *ideelles Wesen*. Damit stellen sich Fragen von zentralem philosophischen Interesse, die *Ontologie des Naturseins* betreffend. Ich möchte abschließend Hegels objektiv-idealistische Deutung der Natur skizzieren, die m.E. als einzige eine Antwort auf diese Fragen ermöglicht.

Begründungsbasis der Hegelschen als *objektiver Idealismus*¹⁹ bezeichneten Position ist nicht das *Ich* wie im subjektiven Idealismus Fichtes oder gar – in krud psychologischer Variante – Berkeleys, sondern die *Logik als objektiv verbindliches Fundament* rationaler Begründung. Wichtig ist, dass damit nicht diese oder jene der diversen formalen ‚Logiken‘ gemeint ist, denen jeweils spezifische Axiome zugrunde liegen, also willkürliche Annahmen, die auch anders gewählt werden könnten und insofern ein *konventionelles* Element enthalten. Die Hegelsche Logik ist vielmehr konzipiert als die allen solchen Logiken vorausliegende Logik – denn um eine formale Logik einzuführen, bedarf es ja schon der Logik. Beispielsweise müssen Widersprüche vermieden werden. Wäre der Widerspruch von A und Non-A nämlich zugelassen, gäbe es nicht die Möglichkeit der Negation. Ohne Negation kann es aber keine Abgrenzung und damit keine sinnvollen Begriffe und folglich keine Argumentation geben. Kurzum, Das Nicht-Widerspruchsprinzip ist unverzichtbar für die Möglichkeit von Argumentation. In diesem Sinn hat es *transzendentalen* Charakter, dh. es ist für alles Argumentieren immer schon vorausgesetzt. Es gehört somit zu jener fundamentalen Logik, die im objektiven Idealismus den Charakter eines unhintergehbaren, letzten Grundes, eines *Absoluten* hat. Diese *Letztbegründbarkeit*, wie wir heute sagen würden, ergibt sich daraus, dass die Logik nicht von einer außerlogischen Instanz her

18 Wolfgang Neuser, „Hegels Deutung der Naturgesetzlichkeit als Logik der Natur“ in: Helmut Schneider (Hg.) *Sich in Freiheit entlassen. Natur und Idee bei Hegel*, Frankfurt/M. 2004, S. 21–30.

19 Dieter Wandschneider, „Die Absolutheit des Logischen und das Sein der Natur. Systematische Überlegungen zum absolut-idealistischen Ansatz Hegels“ in: *Zeitschrift für philosophische Forschung* 39 (1985), S. 331–351; Vittorio Hösle, *Hegels System. Der Idealismus der Subjektivität und das Problem der Intersubjektivität*, Hamburg 1987, S. 663 ff, Vittorio Hösle, *Begründungsfragen des objektiven Idealismus* in: Wolfgang R. Köhler, Wolfgang Kuhlmann, Peter Rohs (Hg.), *Philosophie und Begründung*, Frankfurt/M. 1987, S. 212–267; Dieter Wandschneider, *Grundzüge einer Theorie der Dialektik. Rekonstruktion und Revision dialektischer Kategorienentwicklung in Hegels ‚Wissenschaft der Logik‘*, Stuttgart 1995, Kap. 1.1.

begründet werden kann, denn Begründen ist selbst ein logischer Akt, setzt die Logik also schon voraus. Die Fundamentallogik hat somit den Charakter eines unhintergehbaren *Absoluten*. Man kann darauf leicht die Probe machen: Wer die Logik zu umgehen versucht, indem er sie bezweifelt, setzt sie damit in eins voraus, denn auch Bezweifeln ist ein logischer Akt – aus der Logik kommt man absolut nicht heraus, das bekannte Selbstaufhebungsargument gegen den Skeptizismus. Die objektiv-idealistische Position ist damit vor allen anderen philosophischen Entwürfen *begründungstheoretisch ausgezeichnet*. Damit ist zunächst eine philosophisch tragfähige Basis gesichert.

9 Warum gibt es Naturgesetze, und was bedeutet das für das Natursein?

Die Absolutheit der Logik, oder in Hegels Diktion, der Idee, ist nun Hegel zufolge auch der Grund für die Existenz der *Natur* und hat somit nicht nur logische, sondern auch *ontologische* Bedeutung (Wandschneider, 1985). Dies ist Gegenstand zahlreicher kontroverser Untersuchungen, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist. Ich darf mich hier mit einem Plausibilitätsargument begnügen: Absolutheit, Un-bedingtheit des Logisch-Ideellen bedeutet, wie gesagt, dass es nicht von außer-logischen, also nicht-ideellen Instanzen abhängig ist, mit andern Worten: Die Un-bedingtheit des Logisch-Ideellen bedeutet wesentlich auch Unabhängigkeit von Nicht-Ideellem. In der Absolutheit des Ideellen ist so immer auch das Nicht-Ideelle logisch notwendig mitgesetzt. Diese Untrennbarkeit des Ideellen und des zugehörigen Nicht-Ideellen ist, nebenbei bemerkt, Ausdruck des essentiell *dialektischen* Charakters der Fundamentallogik (Wandschneider, 1995).

Natur als ewiges Begleitphänomen des Ideellen (Logik)

Ideelles (Logik) = un-bedingt

= nicht bedingt durch Nicht-Ideelles (Natur)

in der Bestimmung des Ideellen
als un-bedingt ist Natur
somit notwendig 'mitgesetzt'

Aber was ist das Nicht-Ideelle? Ideelles ist durch begrifflichen Zusammenhang charakterisiert. Kennzeichnend für Nicht-Ideelles ist somit Nicht-Zusammenhang, Getrenntheit, wie es empirisch in dem räumlich-zeitlichen „Auseinandersein“²⁰ der Natur begegnet. Die Natur, als das Nicht-Ideelle, ist, so Hegel, in der Absolutheit des Logisch-Ideellen dialektisch *mitgesetzt* als das notwendige, ewige Begleitphänomen des Logisch-Ideellen. Zur Logik gehört so recht verstanden das Natursein dazu. Logik und Natur, objektiv-idealistisch verstanden, sind demnach nicht länger als schlechthin voneinander unabhängige Seinsbereiche zu denken. Die Natur stellt sich vielmehr als Implikat des Logisch-Ideellen dar.

Das bedeutet auch, dass die Natur, als das *Nicht-Ideelle*, stets auf das *Ideelle* als das zugrunde liegende Positive *bezogen* bleibt. Die Folge ist eine charakteristische *Ambivalenz* des Naturseins: Seiner *Erscheinung* nach ist es ein Auseinandersein, aber das ihm zugrunde liegende *Wesen* hat ideellen Charakter. Das hört sich geheimnisvoll an und ist uns doch absolut vertraut: Denn die Naturrealität ist durchgängig bestimmt durch *Naturgesetze*, gleichsam

20 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Werke*, 20 Bände, Eva Moldenhauer und Karl Markus Michel (Hg.), Frankfurt/M. 1969 ff, *Band 9*, 55. – Hegel spricht vom *Außereinander* der Natur oder auch von ihrem *Außersichsein* (zB. Ebd., § 253 u. Zus.), gelegentlich auch nur von einem *Auseinandersein* (zB. Ebd., § 260). Ich verwende hier einfachheitshalber durchgängig den letzteren, umgangssprachlich vertrauten Ausdruck, da die beiden anderen Formen eine Erklärung erforderten.

eine der Natur zugrunde liegende *Logik*, die als solche *ideelle* Seinsweise besitzt. Dies ist eine unmittelbare Konsequenz des Hegelschen Naturbegriffs, der somit eine *Erklärung* liefert, warum die Natur durch Naturgesetze und damit, wie schon bemerkt, durch immanente *Logizität* bestimmt ist.

Die auf dieser Basis aufbauende Hegelsche Naturontologie kann – extrem verkürzt und in heutiger Diktion – etwa so charakterisiert werden: Das immanent *ideelle* Wesen der Natur ist in der realen Natur zunächst verborgen, soweit diese sich als ein räumlich-zeitliches *Auseinander* darstellt. Das erklärt im Übrigen die Relevanz *quantitativer* Bestimmungen in den physikalischen Theorien der elementaren Naturphänomene. Aber die Natur verharrt nicht in diesen elementaren Formen. Ihre immanente Gesetzmäßigkeit enthält, wie dargelegt, *Möglichkeit*, d.h. durch Wechselwirkung treten Veränderungen ein, neue Konstellationen, etwa auch solche, die aus energetischen Gründen erhalten bleiben, also komplexe Strukturen bilden, *Ganzheiten*, in denen das primitive *Auseinander* zur *Einheit eines Systems* verklammert ist. Systeme unterliegen ihrerseits der Veränderung und Evolution. Unter geeigneten Bedingungen evolvieren insbesondere organismische Systeme,²¹ die durch *Artallgemeinheit* (etwa das ‚Fliegenhafte‘ der Fliege) charakterisiert sind, die sich unter wechselnden Bedingungen und Umständen identisch erhält. Wie wir heute wissen, sind diese Prozesse letztlich durch die dem System zugrunde liegende *Geninformation* bestimmt. Diese repräsentiert den Bau- und Funktionsplan des Systems. Im Unterschied zu nicht-organismischen Systemen ist die *Identität* des Systems damit nicht mehr nur energetisch, sondern in der Form von *Information* – eine *logisch-ideelle* Struktur! – realisiert. Diese Entwicklung in Richtung zunehmend explizit ideeller Strukturen setzt sich in der Emergenz *psychischen* Seins fort und führt schließlich zu Formen des *Geistigen*, die ihrerseits ermöglichen, Ideelles nun auch *als solches* zu erfassen.

Kurzum: Der Natur liegt danach – qua Gesetzmäßigkeit – *Logik* zugrunde. Diese setzt einen ‚*Idealisierungsprozess*‘ in Gang hin zu *ganzheitlichen* und *ideellen* Strukturen – Hegel deutet diesen Prozess begrifflich; mit guten Gründen lässt er sich auch evolutionär deuten –, der schließlich in der Evolu-

21 Hegel selbst weist den Gedanken einer Evolution der Organismen und damit auch psychischer und geistiger Seinsformen – wenige Jahrzehnte vor den Erscheinen von Darwins Evolutionstheorie – ab und ist damit, wie sich zeigen lässt, eigentlich nicht konform mit seiner eigenen naturontologischen Konzeption, vgl. Dieter Wandschneider, „Hegel und die Evolution“ in: Olaf Breidbach/Dietrich v. Engelhardt (Hg.): *Hegel und die Lebenswissenschaften*, Berlin 2001, S. 225–240.

tion von *Geist* kulminiert. Dieser ermöglicht, was die geist-lose Natur selbst nicht vermag: die der Natur zugrunde liegende Gesetzmäßigkeit zu *erkennen*. In objektiv-idealistischer Perspektive ist die Evolution so als ein gigantischer Selbstklärungsprozess der Natur zu verstehen, die sich im Geist selbst überschreitet und vollendet. Der ideelle Grund der Natur betreibt per Evolution seine eigene Selbststoffbarung – so müsste in objektiv-idealistischer Perspektive wohl die Antwort auf die Frage nach dem Warum und insbesondere dem ontologischen Sinn von Naturgesetzlichkeit lauten.

Ein *ideeller Grund* der Natur? In unserem metaphysik-feindlichen Zeitalter mag das seltsam klingen. Bedeutende Naturwissenschaftler indes teilen tendenziell diese Sicht. Für Carl Friedrich v. Weizsäcker etwa stellt es sich so dar, dass „der Gegenstand der Naturwissenschaft nichts dem Geist Fremdes ist“. ²² Denn „das Naturgesetz ist in der Natur der Repräsentant dessen, was Platon die Idee nennt“. ²³ Der „Ansatz, der vom Geist beginnt“, sei demnach „der tiefere und der eigentliche und der wahre Ansatz“, auch wenn die faktische Entwicklung der Naturwissenschaft „in einem Gegensatz, einer Gegenwehr gegen diesen Ansatz“ steht. ²⁴ Ähnliche Auffassungen finden sich bekanntlich auch bei Einstein ²⁵ und Heisenberg; ²⁶ eine sich immerhin andeutende mögliche Konvergenz mit objektiv-idealistischen Grundgedanken!

Festzuhalten bleibt hier dreierlei, und damit komme ich zum Schluss: Der objektiv-idealistischen Argumentation Hegels folgend, lässt sich zum Einen die *Existenz* der Natur begründen, zum Andern, dass sie *gesetzmäßig* verfasst ist und deshalb drittens durch eine intrinsische *Idealisierungstendenz* bestimmt ist. Diese Deutung ist, soweit ich sehe, in der Geschichte der Philosophie ohne Parallele. Empirisch wissen wir natürlich, dass es die Natur und Naturgesetze und eine Evolution gibt, aber das philosophische Begreifenwollen kann sich damit nicht zufrieden geben, und das heißt für Hegel: „Die Natur muss bewiesen werden“. ²⁷ Mir ist keine andere Philosophie bekannt, die dafür gleichermaßen gute Gründe namhaft gemacht hätte. ²⁸

22 Carl Friedrich von Weizsäcker, *Die Einheit der Natur*. München 1971, S. 290.

23 Ebd., S. 310.

24 Ebd., S. 304.

25 Albert Einstein, *Mein Weltbild*. Frankfurt/M., Berlin, Wien 1972, S. 18, 171; s. auch Max Born, *Physics in my Generation* New York 1969, S. 114, 160 f.

26 Werner Heisenberg, *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*. Stuttgart ¹¹1980, S. 198 f.

27 Georg Wilhelm Friedrich Hegel, *Vorlesung über Naturphilosophie*, Berlin 1823/24, Nachschrift von K. G. J. v. Griesheim, Hg. Gilles Marmasse, Frankfurt/M. 2000, S. 61.

28 Kant etwa setzt die *Existenz* der Natur immer schon voraus.