

DIETER RADAJ

Philosophische Grundbegriffe der Naturwissenschaften

Sein und Werden
Raum und Zeit
Kausalität und
Wechselwirkung
Zufall und
Notwendigkeit

Dieter Radaj

Philosophische Grundbegriffe der Naturwissenschaften

Sein und Werden, Raum und Zeit,
Kausalität und Wechselwirkung,
Zufall und Notwendigkeit



Impressum

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

© 2017 by WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
Die Herausgabe des Werkes wurde durch die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.

Satz: Janß GmbH, Pfungstadt

Einbandgestaltung: Peter Lohse, Heppenheim

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3-534-26941-9

Elektronisch sind folgende Ausgaben erhältlich:

eBook (PDF): 978-3-534-74355-1

eBook (epub): 978-3-534-74356-8

Menü

[Buch lesen](#)

[Innentitel](#)

[Inhaltsverzeichnis](#)

[Informationen zum Buch](#)

[Informationen zum Autor](#)

[Impressum](#)

Inhalt

Vorwort

Einführung

Erläuterung der Themenstellung

Thematisch relevante Angaben zu den
Naturwissenschaften

Thematisch relevante Angaben zur Naturphilosophie
Bindeglied zwischen Naturwissenschaft und
Naturphilosophie

Kapitel I: Sein und Werden

Philosophische Sicht von Sein und Werden

Physikalische Sicht von Sein und Werden

Evolutionenbiologische Sicht von Sein und Werden

Schlussfolgerungen zu Sein und Werden

Erkenntnis des realen und idealen Seins

Aufbau der realen Welt, Schichtenstruktur und Kategorien

Elementare Gegensatzkategorien in den Seinsschichten

Kategoriale Gesetze

Folgerungen aus dem Dependenzgesetz

Nicolai Hartmanns Philosophie des Geistes

Prozessphilosophie

Schlussfolgerungen zur Schichtenstruktur des Seins

Kapitel II: Raum und Zeit

Vorspann: Wahrnehmung von Raum und Zeit

Teil II.1: Der Raum

Ordnungsschema der Ausführungen zum Raum
Ursprung: Sakraler Raum
Naturphilosophie: Raum als Leere und Behältnis
Örter statt Raum bei Aristoteles
Geometrie: Idealraum bei Euklid
Überwindung des aristotelischen Raumbegriffs
Klassische Physik: absoluter Raum bei Newton
Raumbegriff bei Kant
Nichteuklidische Geometrie
Relativitätstheorien: relativierter und gekrümmter Raum
Lebensvollzug: vermessener Raum
Bewusstsein: Anschauungsraum
Schlussfolgerungen zum Begriff des Raumes

Teil II.2: Die Zeit

Ordnungsschema der Ausführungen zur Zeit
Sakrale Zeit
Kalendarische Zeit
Philosophie der Zeit
Physikalische Zeit
Kosmologische und geologische Zeit
Biologische und anthropologische Zeit
Kulturhistorische Zeit
Anschauungszeit
Existentielle Zeit
Personale und gesellschaftliche Zeit
Schlussfolgerungen zum Begriff der Zeit

Kapitel III: Kausalität und Wechselwirkung

Kausalitätsprinzip in der Philosophie des Altertums und Mittelalters
Kausalitätsprinzip in der Physik der Neuzeit
Kausalitätsprinzip bei den englischen Empiristen
Kausalitätsprinzip bei Kant
Kausalitätsprinzip in der neueren Philosophie
Kausalität, die elementare Determinationsform

Kausalität auch bei eingeschränkter Determination
Kausalität gegenüber Finalität, historische Betrachtung
Modal- und Kategorialanalyse des Finalnexus
Kausalität als komplexes Bewirken
Psychophysische Kausalität
Kausalität als Bewusstseins- oder Erkenntniskategorie
Kausalität und Wechselwirkung
Schlussfolgerungen zu Kausalität und Wechselwirkung

Kapitel IV: Determination des Lebendigen

Historische Anmerkungen zur organischen Determination
Höhere Determination des anorganisch Materiellen
Höhere Determination des organisch Lebendigen
(Kategoriengruppen 1-4)
Kategoriengruppe 1: Organisches Gefüge – Leben des Individuums
Kategoriengruppe 2: Überindividuelles Leben – Leben der Art
Kategoriengruppe 3: Phylogenese – Bildung der Art
Kategoriengruppe 4: Organische Determination
Schlussfolgerungen zur Determination des organisch Lebendigen
Philosophisch relevante Aussagen der neueren Evolutionsbiologie (Elemente 1-6)
Element 1: Veranschaulichung der biologischen Gestaltentwicklung
Element 2: Konvergente Evolution
Element 3: Molekulargenetik
Element 4: Mutation und Selektion der Gene
Element 5: Kooperation und Konkurrenz der Gene
Element 6: Genetischer Stammbaum der Lebewesen
Schlussfolgerungen aus der neueren Evolutionsbiologie

Kapitel V: Notwendigkeit, Zufall, Wahrscheinlichkeit

Begriff der Notwendigkeit
Freiheit und Notwendigkeit

Begriff des Zufalls
Reflexion des Zufalls in der Philosophie
Begriff der Möglichkeit
Begriff der Wahrscheinlichkeit
Geschichte des Wahrscheinlichkeitsbegriffs
Induktion und Wahrscheinlichkeit
Schlussfolgerungen zu Notwendigkeit, Zufall,
Wahrscheinlichkeit

Kapitel VI: Naturgesetz

Philosophie der Naturgesetzlichkeit
Ontologische Merkmale der Naturgesetze
Klassische und statistische Naturgesetzlichkeit
Kritik der klassischen Naturgesetzlichkeit
Naturgesetz in der Physik
Bewegungsgesetze der Mechanik
Gravitationsgesetz nach Newton
Energie- und Entropiesatz der Thermodynamik
Ordnung durch Selbstorganisation
Elektrodynamisches Grundgesetz nach Maxwell
Relativitätstheorien nach Einstein
Unschärferelation der Quantenmechanik
Theorie der Elementarteilchen nach Heisenberg
Schlussfolgerungen zum Naturgesetz in der Physik
Naturgesetz in der Biologie
Evolutionsgesetz nach Darwin
Populationsgenetische Grundlagen der Evolutionsbiologie
Spieltheoretische Abbildung des Evolutionsprinzips
Bindeglied zwischen biologischer und physikalischer
Evolution
Schlussfolgerungen zum Naturgesetz in der Biologie

Begleittexte

Text 1: Architektonische Gestaltung des sakralen Raumes
Text 2: Hilfsmittel zur Vermessung des Raumes
Text 3: Perspektivische Raumdarstellung

Text 4: Historische Entwicklung der Uhren
Text 5: Historische Entwicklung der Astrologie
Text 6: Physikalische Zeitmessung
Text 7: Radionuklidmethoden zur geologischen
Altersbestimmung

Literatur

Personenregister

Sachregister

Vorwort

Die Naturwissenschaften und ihre Anwendung in der Technik unter Einschluss von Medizin und Informatik bestimmen das Weltbild und den Lebensvollzug des heutigen Menschen. Die Anwendungserfolge der Naturwissenschaften, verbunden mit der Vorstellung einer Allmacht der Naturgesetze, begünstigen die Überzeugung, alles sei machbar und die naturwissenschaftlich erfasste Welt sei schon die ganze Welt.

Aber nur die sinnlich wahrnehmbaren Vorgänge, eingeschränkt auf wiederholte oder wiederholbare Relationen, werden von Naturgesetzen qualitativ oder quantitativ beschrieben. Mit den gesetzlich wirkenden Vorgängen untrennbar verbunden sind jedoch zufallsbedingte Vorgänge. Es treten Streuungen, Fluktuationen und Unbestimmtheiten auf, die nur wahrscheinlichkeits theoretisch erfasst werden können. Die Naturgesetze sind in der Realwelt nur näherungsweise gültig.

Noch folgenreicher ist der Ausschluss der Metaphysik aus den Naturwissenschaften. Diesen fehlt daher die Einbettung in die umfassendere Welterkenntnis und Lebenswirklichkeit. Der Mangel kann behoben werden durch eine Naturphilosophie, die sich den Aussagen der modernen Naturwissenschaften stellt. Ein besonders wichtiges Bindeglied zwischen Naturphilosophie und Naturwissenschaften bilden philosophische Grundbegriffe, die naturwissenschaftlich relevant sind. Das vorliegende Buch befasst sich mit derartigen Grundbegriffen.

Die Ausführungen des Buches sind stark beeinflusst von den Werken bekannter Philosophen und Naturwissenschaftler, die sich in besonderer Weise um den Brückenschlag zwischen den beiden Bereichen bemüht haben. Nicolai Hartmann (1882-1959) lieferte die grundlegende Ontologie und Kategorienlehre, Carl Friedrich von Weizsäcker (1912-2007) hob die naturphilosophischen Aspekte der Naturwissenschaften hervor, Ilya Prigogine (1917-2003) konzipierte eine »Physik des Werdens« für chemische Systeme weitab vom thermodynamischen Gleichgewicht, Manfred Eigen (geb. 1927) beschrieb die Lebensentstehung als biochemischen Prozess und Richard Dawkins (geb. 1941) erhellte die genetischen Grundlagen der biologischen Evolution.

Der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft WBG danke ich für die Aufnahme des Titels in das Verlagsprogramm. Um die Annahme und Drucklegung des Manuskripts haben sich die Lektoren des Verlags, Benjamin Landgrebe, Thomas Brockmann und Sophie Dahmen, verdient gemacht. Ihnen gilt mein besonderer Dank. Ebenso danke ich Claudia Raschke, die für die elektronische Textverarbeitung in den Entstehungs- und Abschlussphasen des Manuskripts verantwortlich war.

Stuttgart, im Februar 2017

Dieter Radaj

Einführung

Erläuterung der Themenstellung

Die Naturwissenschaften bestimmen das Weltbild des heutigen Menschen, im Unterschied zu vergangenen Zeiten, in denen das religiöse Weltbild im Vordergrund stand. Die Naturwissenschaften sind außerdem die Basis moderner Technik und damit Grundlage des Lebensvollzugs des heutigen Menschen.

Die Naturwissenschaften erheben den Anspruch, die gesamte unbelebte und belebte Natur als ein einheitliches System zu beschreiben, in dem Naturgesetze herrschen: ohne Naturgesetze keine Naturerkenntnis, ohne Naturerkenntnis keine wissenschaftlich fundierte Technik.

Während die Stärken der Naturwissenschaften in Bezug auf Erkenntnis und deren technische Anwendung hinreichend bekannt sind, werden ihre Grenzen selten reflektiert. Nur eine in die allgemeinere Naturphilosophie eingebundene Naturwissenschaft steht im Einklang mit einer menschlichen Existenz, die *alle* Möglichkeiten der Erkenntnis nutzt. Bedenkt man die ursprünglich allgemeinere Bedeutung der Physik als Naturlehre (gr. *physike episteme*), dann wird deutlich, dass die frühen griechischen Naturphilosophen keine Physik ohne Metaphysik betrieben haben, denn sie suchten nach dem Urgrund des Seins. Aber genau dies, nämlich die Einbeziehung der Metaphysik, steht dem Selbstverständnis der klassischen und modernen Physik konträr entgegen.

Es ist demnach Aufgabe einer modernen Naturphilosophie, die sich als angewandte Metaphysik definieren kann, die Einbettung der Naturwissenschaften in die Naturphilosophie aufzuzeigen. Dadurch werden die Grenzen der naturwissenschaftlichen Theorien sichtbar. Dies geschieht am besten ausgehend von einigen Grundbegriffen der Naturwissenschaften, die der philosophischen Reflexion bedürfen.

Thematisch relevante Angaben zu den Naturwissenschaften

In der klassischen und modernen Physik werden die Grenzen einer Theorie erst dann sichtbar, wenn eine neue umfassendere Theorie aufgestellt wird. Der Physiker Werner Heisenberg spricht von »abgeschlossenen« alten Theorien. Aber auch die neue Theorie bedarf der Metaphysik, um nicht nur mathematisch, sondern auch physikalisch verständlich zu bleiben (Beispiel Quantentheorie).

Der Wissenschaftstheoretiker Thomas S. Kuhn führt den aus seiner Sicht revolutionären Wandel wissenschaftlicher Theorien auf wiederholte Paradigmenwechsel zurück. Unter Paradigma versteht er: »Eine Gesamtkonstellation von Überzeugungen, Werten, Verfahrensweisen, die von den Mitgliedern einer bestimmten Gemeinschaft geteilt werden«. Hier ist das metaphysische Element vordergründig durch ein kommunikatives Element ersetzt. Dabei wird aber die vom Wissenschaftler geforderte Orientierung an den beobachtbaren Fakten heruntergespielt und die Bedeutung der Theorie als Voraussetzung von Faktenbeobachtung überbetont.

Die erkenntnistheoretisch treibende Kraft hinter den physikalischen Theorien ist die Suche nach der Einheit in der (anorganischen) Natur, also ein ganz und gar

metaphysisches Anliegen. Dies hat der Physiker und Philosoph Carl Friedrich von Weizsäcker wiederholt hervorgehoben. Die Mannigfaltigkeit der physikalischen Erscheinungen soll auf ein einziges Prinzip, mathematisch als »Weltformel« ausgedrückt, zurückgeführt werden (Werner Heisenbergs Bemühen in seinen letzten Jahren). Das bei der Formulierung physikalischer Theorien unerlässliche Verfahren der experimentellen Bestätigung bzw. Falsifikation verbürgt dabei eine zunehmende Verbesserung der Realitätsnähe.

So beeindruckend die Erfolge der Physik auch sind, sie betreffen nur den Bereich der anorganischen Natur, von deren evolutionärem Gewordensein im Rahmen der Physik abgesehen wird. Ganz anders verhält es sich mit der Biologie, deren Gegenstände nur unter Einbeziehung der evolutionären Komponenten hinreichend erklärt werden können. Während die Physik von orts- und zeitunabhängigen Elementen ausgehen kann (ein Wasserstoffatom verhält sich gleich auf Erden und in fernen Galaxien), variieren die Individuen einer Spezies aufgrund ihrer je eigenen Evolutionsgeschichte. Das gilt bereits für die einfachsten einzelligen Lebewesen. Im Bereich der organischen Natur kann ein Gleichgewicht nur als statistischer Mittelwert mit relativ großer Streuung festgestellt werden. Die Streuung ist Voraussetzung für die evolutionäre Wirksamkeit des von Charles Darwin hervorgehobenen Prinzips der natürlichen Auslese, das dem Bestangepassten die größten Überlebenschancen zuordnet. Dieses geradezu tautologisch anmutende Prinzip hat im Zusammenwirken von Zufall und Notwendigkeit die Gestalten- und Prozessfülle der organischen Natur hervorgebracht.

Zwischen den Theorien der unbelebten (anorganischen) und der belebten (organischen) Natur muss also grundsätzlich unterschieden werden. Dabei ist festzuhalten, dass die physikalischen Gesetze auch in der

belebten Natur gültig bleiben, dass sie aber allein die Lebensprozesse nicht erklären können.

Mit den thematisch relevanten Angaben zur Physik und zur Biologie ist hinreichend begründet, dass die Naturwissenschaften jenseits ihrer Erkenntnisse und Anwendungserfolge eines philosophischen bzw. metaphysischen Rahmens bedürfen, um der Weltwirklichkeit ganzheitlich gerecht zu werden. Diesen Rahmen kann die Philosophie bzw. Metaphysik prinzipiell bieten. Allerdings hat sich die Philosophie seit den Anfängen der neuzeitlichen Naturwissenschaft wenig aufgeschlossen gezeigt, diese Herausforderung auch anzunehmen.

Thematisch relevante Angaben zur Naturphilosophie

Wie sich die Naturphilosophie zur Zeit der Naturwissenschaften im Einzelnen entwickelt hat, kann philosophischen Wörterbüchern entnommen werden (Stichwort »Naturphilosophie«). Hier seien nur die für die angesprochene Einbettung der Naturwissenschaften besonders wichtigen Angaben zusammengestellt. Die Philosophen der deutschen Aufklärung, Christian Wolff und Immanuel Kant, haben unter Naturphilosophie eine »Metaphysik der Natur« verstanden, die von den Prinzipien und Gesetzen der Naturwissenschaft handelt. Allerdings schränkt Kant die Metaphysik auf die Voraussetzung von Erfahrung ein. Die der rationalen Naturphilosophie von Kant folgende spekulative Naturphilosophie von Schelling und Hegel hat den Realitätsbezug der Naturwissenschaften durch ein geistiges Prinzip ersetzt, was die anzustrebende Einbettung der Naturwissenschaften unmöglich machte. Die spätere Naturphilosophie hat sich die Aufgabe gestellt, die naturwissenschaftlichen Begriffe zu klären und die

wissenschaftlichen Erkenntnisse zu einem ganzheitlichen Bild der Natur zu vereinen.

Eine umfassende Philosophie der Natur hat in neuerer Zeit der Philosoph Nicolai Hartmann (1882-1950) vorgelegt. Ausgehend von einer allgemeinen Kategorienlehre, die den Aufbau der realen Welt wiedergibt, wird eine spezielle Kategorienlehre entwickelt, die die Philosophie der Natur begründet. Die Verstandeskategorien sind zugleich Seinskategorien. Damit ist die Basis für eine allgemeine bzw. spezielle Seinslehre (»Ontologie«) gelegt. Die reale Welt zeigt sich in vier Seinsschichten, der anorganischen, organischen, seelischen und geistigen Schicht. Alle Seinsschichten werden von den elementaren Gegensatzkategorien durchdrungen. Jede Schicht besitzt darüber hinaus ihre besonderen Seinskategorien. Zwischen den Schichten herrschen ontologisch und kategorial wirksame Dependenzgesetze. In das Hartmannsche Konzept der Seinsschichten lassen sich die Vorgehensweisen und Ergebnisse der Naturwissenschaften zwanglos einfügen.

Die Hartmannsche Ontologie hat zwar unter Philosophen die angemessene Beachtung gefunden, ist aber den Naturwissenschaftlern weitgehend unbekannt geblieben. Eine Ausnahme ist der Verhaltensforscher Konrad Lorenz, der in seinem umfassend angelegten Werk *Die Rückseite des Spiegels – Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens* auf Hartmanns Konzept der Schichten des realen Seins ausführlich eingeht. In den Darstellungen des vorliegenden Buches sind Teile der Hartmannschen Ontologie integriert.

Bindeglied zwischen Naturwissenschaft und
Naturphilosophie

Naturwissenschaft und Naturphilosophie sind über das begriffliche Denken miteinander verbunden. Begriffe vermitteln geistige Vorstellungen, die über die sinnliche Anschauung weit hinausgehen. Sie ermöglichen das abstrakte Denken, das in den Naturwissenschaften zu den mathematischen Theorien hinführt, während in der Naturphilosophie die sprachliche Ebene nicht verlassen wird.

Die gemeinsamen Begriffe sind daher das eigentliche Bindeglied zwischen Naturwissenschaft und Naturphilosophie. Sie werden einerseits philosophisch gedeutet und andererseits wissenschaftlich definiert. Die Ausführungen des vorliegenden Buches sind daher nach Grundbegriffen gegliedert, die in beiden Bereichen zur Naturbeschreibung verwendet werden. Weitere gemeinsame Begriffe sind in den Ausführungen selbst angesprochen. Zu den Begriffen wird der Stand der philosophischen Reflexion und naturwissenschaftlichen Erkenntnis mitgeteilt. Nicht nur die Naturwissenschaft findet Grenzen in der Naturphilosophie, auch die Naturphilosophie muss sich von den Naturwissenschaften korrigieren lassen.

Die Darstellungsweise des vorliegenden Buches lässt sich als Brückenbauwerk veranschaulichen. Die Brücke verbindet Naturwissenschaft und Naturphilosophie. Sie führt über einen Abgrund von Nichtwissen und Fehldeutung. Der Baugrund auf beiden Seiten erlaubt solide Brückenpfeiler, von denen aus die Brückenträger auskragend vorangetrieben werden. Sie treffen sich nicht genau in der Mitte des Bauwerks, sondern laufen nach der Begegnung eng nebeneinander her, ohne allerdings das gegenüberliegende Ufer zu erreichen. Aber die beiden Kragbalken sind belastbar, und wer die Mühe des Wechsels der Balken nicht scheut, kann das andere Ufer erreichen.

KAPITEL I

Sein und Werden

Sein und Werden sind Grundbegriffe, die die abendländische Philosophie von Anfang an begleitet haben. Auch in der Naturwissenschaft sind diese Begriffe grundlegend.

Sein und Werden bedingen sich gegenseitig. Aus philosophischer Sicht sind (ideales) Sein und (reales) Werden zueinander komplementär. Aus physikalischer Sicht ist zwischen der »Physik des Seins« (klassische Dynamik) und der »Physik des Werdens« (Thermodynamik) zu unterscheiden. Aus evolutionsbiologischer Sicht ist die Zukunftsrichtung der Zeit für alle Organisationsstufen der Lebenserscheinungen maßgebend. Leben ist Werden, nicht Sein.

Die Seinslehre (Ontologie) ist Voraussetzung für das Erfassen der Werdeprozesse. Nach Nicolai Hartmanns moderner Ontologie zeigt die reale Welt die Seinsstruktur der Schichtung: anorganische, organische, seelische und geistige Seinsschicht. Elementare Gegensatzkategorien durchdringen alle Seinsschichten, schichtenspezifische Kategorien treten hinzu. Die Kategorien des Seins und der Erkenntnis unterliegen kategorialen Gesetzen. Als grundlegend gilt das »Dependenzgesetz«. Die Schichtenstruktur des Seins wird den Erfordernissen der Naturwissenschaften in hohem Maße gerecht.

Philosophische Sicht von Sein und Werden

Die Frage nach dem Verhältnis von Sein und Werden steht am Anfang der abendländischen Philosophie. Parmenides erhob das Sein zur eigentlichen Realität, während das Werden nur ein Schein sei. Dem ist Platon weitgehend gefolgt. Die Gegenposition vertrat Heraklit. Alles sei im Fluss, ein beständiges Sein sei nicht auszumachen. Aristoteles gelang es, den Gegensatz der Auffassungen aufzulösen. Alles Werden sei notwendigerweise verursacht,

die Kausalität verbinde Sein und Werden. Aristoteles bestimmte zwei innere und zwei äußere Ursachen. Als innere Ursachen gelten *causa materialis* und *causa formalis*, Stoffursache und Formursache, als äußere Ursachen dagegen *causa efficiens* und *causa finalis*, Wirkursache und Zieloder Zweckursache. Werden ist Verwirklichung des Möglichen: »Das der Wirklichkeit nach Seiende ist immer früher als das der Möglichkeit nach Seiende« (*Metaphysik* Θ,8). Das Seinsprinzip des Werdens setzt sich zusammen aus dem schon verwirklichten »Akt« und der noch nicht verwirklichten »Potenz«. Mit der Differenzierung zwischen aktuellem (früherem) und potenziellem (späterem) Sein ist die Brücke zwischen Sein und Werden gefunden. Das aktuell Seiende hat die Möglichkeit der Veränderung. So sind Wirklichkeit und Möglichkeit in der erfahrbaren Welt immer miteinander verflochten. Nur im Überschritt vom Endlichen zum Unendlichen ist Wirklichkeit in absoluter Reinheit (*actus purus*) darstellbar, Bewegung ohne bewegende Kraft, unabhängiges Sein. Ausgehend von diesem Gedankengang gilt Gott als der unbewegte Beweger, als stofflose Substanz, als reine Form, als Ursache seiner selbst (*causa sui*). Die Vollkommenheit Gottes bedingt Unwandelbarkeit und zeitlose Ewigkeit.

Dieses aristotelische Weltbild wurde zur Zeit der Scholastik von christlichen Theologen, insbesondere von Thomas von Aquin, zusammen mit neuplatonischen Elementen Bestandteil der christlichen Heilslehre. Die mit der Renaissance aufblühende moderne Naturwissenschaft wandte sich gegen das aristotelische Weltbild, dessen Kausalitätsbegriff sie dennoch in der auf die *causa efficiens* eingeschränkte Form übernahm, während anstelle der *causa finalis* im Naturgeschehen das Naturgesetz trat.

In der Philosophie der jüngeren Vergangenheit wurde das dem Sein und Werden inhärente Verhältnis von Sein und

Zeit durch Martin Heidegger existenzial gedeutet.¹ Das Geworfensein des Menschen in die zeitliche Existenz sei begleitet von der Sorge. Eine an den Phänomenen der Realwelt orientierte umfassende Seinslehre (Ontologie) hat Nicolai Hartmann vorgelegt.² Eine bedeutsame, ebenfalls an der Realwelt sich ausrichtende spekulative Alternative wurde von Alfred N. Whitehead entwickelt (»Prozessphilosophie« oder »organismische Philosophie«).³ Der Prozess, das kreative Werden, wird zum Kern der Realität erklärt, die aus unzähligen Einzelereignissen bzw. Einzelwesen (*actual entities*) gebildet wird. In der neueren Philosophie wird somit das Werden zum Seinsmodus des Realen erklärt, dem Trend der Zeit zu einem evolutionistischen Weltbild entsprechend.

Lange vor Heidegger, Hartmann und Whitehead hat der japanische Zen-Meister Dogen Zenji (1200–1253) den Begriff »Sein-Zeit« zum Schlüsselbegriff seiner Philosophie erhoben.⁴ Sein-Zeit ist die gesamte Seinswirklichkeit in ihrem Werdecharakter.

Physikalische Sicht von Sein und Werden

Die auf Sprache und Begriffen fußende philosophische Analyse von Sein und Werden umfasst einerseits den uneingeschränkten Lebensbezug, beinhaltet jedoch andererseits ein hohes Maß an Unschärfe bei fehlender Quantifizierung. Demgegenüber wird in den thematisch enger eingegrenzten Naturwissenschaften scharf definiert und logisch argumentiert, wobei mathematische Modelle, Klassifikationsschemata, Quantifizierungen und der Vergleich mit Messergebnissen eine zentrale Rolle spielen. Das gilt in besonderer Weise für die Physik als Leitdisziplin der Naturwissenschaften. Was kann aus Sicht der Physik zum Verhältnis von Sein und Werden ausgesagt werden?

Die nachfolgenden Ausführungen in Anlehnung an Ilya Prigogine beziehen sich einerseits auf die klassische Dynamik und die Quantenmechanik – diese Bereiche sind einer »Physik des Seins« zuzuordnen – und andererseits auf die Thermodynamik der Gleichgewichts- bzw. Nichtgleichgewichtsprozesse, die sich als eine »Physik des Werdens« erweist.⁵ Im Rahmen der klassischen Physik war die Zeit ein Parameter zur Beschreibung von reversiblen Vorgängen, die das Entstehen von Leben nicht erklären konnten. In der modernen Physik ist die Frage nach dem Wesen der Zeit zu einem physikalischen Problem erhoben, das mit der Irreversibilität von komplexen Vorgängen in Verbindung steht.⁶

Zur *Physik des Seins*: Nach der klassischen Dynamik, deren Grundlagen von Galilei und Newton gelegt wurden, lässt sich die Bewegung eines Körpers im Raum als »Trajektorie« eindeutig angeben, wenn der Anfangszustand und die im Raum wirkenden Kräfte (nach Newton die universal wirksame Schwerkraft) bekannt sind. Eine Differentialgleichung ist über die Zeit zu integrieren. Die Trajektorie ist streng determiniert, die Körperbewegung auf der Trajektorie zu jedem Zeitpunkt reversibel. Zukunft und Vergangenheit sind durch den Anfangszustand festgelegt. Der »Laplacesche Dämon«, der den gegenwärtigen Bewegungszustand aller Atome im Kosmos kennt, wäre in der Lage, Zukunft und Vergangenheit des Weltgeschehens exakt anzugeben.

Bei den komplexeren Mehrkörpersystemen, deren dynamisches Verhalten ausgehend von der Hamilton-Funktion berechnet werden kann, ist der Anfangszustand nur mit begrenzter Genauigkeit angebbar, was eine statistische Beschreibung erforderlich macht. Ensembles von Trajektorien sind zu betrachten, deren strenge Determiniertheit zugunsten von statistischen Verteilungsfunktionen aufgehoben ist (Hamilton-Operator).

Außerdem ist die Messung des Anfangszustands ein irreversibler Vorgang. Das Messergebnis hängt von den Bedingungen der Messung ab. Diese Phänomene treten besonders ausgeprägt in der Quantenmechanik auf, die neben der Determiniertheit auch die Kontinuität der Trajektorien aufgibt, jedoch an deren Reversibilität festhält. Anstelle der Hamilton-Funktion tritt in der Quantenmechanik die Schrödinger-Wellengleichung mit Hamilton-Operator. In der Relativitätstheorie sind irreversible Vorgänge nicht angesprochen. Albert Einstein beharrte darauf, dass die beobachtete Indeterminiertheit nur scheinbar auftritt: »Gott würfelt nicht«.

Zur *Physik des Werdens*: Thermodynamische und chemische Prozesse lassen sich nicht nach den Bewegungsgesetzen der klassischen Dynamik erklären. Bei diesen Prozessen spielen irreversible Vorgänge und die damit verbundene Vorzugsrichtung der Zeit eine maßgebende Rolle. Das reicht von dem relativ einfachen Vorgang der Wärmeleitung bis zu den komplexeren chemischen Prozessen. Das Maß an Nichtumkehrbarkeit dieser Prozesse wird durch die thermodynamische Zustandsgröße »Entropie« gekennzeichnet.

Die dabei betrachteten energetisch und materiell abgeschlossenen Systeme stellen einen Sonderfall dar, der so in der Natur nicht auftritt. Zu seiner Realisierung im Experiment bedarf es besonderer äußerer Maßnahmen, die im Unterschied zum experimentell isolierten Vorgang irreversibel sind, in die Systembetrachtung aber nicht einbezogen werden. Alle realen Natursysteme sind jedoch offene Systeme, es findet Energie- und Materieaustausch mit der Umgebung statt. Es ist dies das Gebiet der Nichtgleichgewichtsthermodynamik. Im gleichgewichtsnahen Bereich ist eine lineare Theorie anwendbar, über die gezeigt werden kann, dass sich ein stationärer thermodynamischer Zustand mit geringstmöglicher Dissipation einstellt. Das Entropiemaß

bleibt anwendbar. Im statistischen Mittel gibt es eine zeitliche Vorzugsrichtung, nämlich die zum Fließgleichgewicht hin.

Ein gänzlich andersartiges Verhalten tritt in großer Entfernung vom Gleichgewicht auf. Aus dem fluktuierenden Nichtgleichgewichtszustand entstehen in »Selbstorganisation« ganz neue strukturelle Gebilde und funktionale Ordnungen, im anorganischen hydrodynamischen Bereich beispielsweise die Konvektionszellen bei einseitiger Erhitzung einer horizontalen Schicht (Bénard-Instabilität), im organischen chemischen Bereich beispielsweise die Proteinsynthese unter katalytischer Mitwirkung der Enzyme.

Bei den vorstehend erwähnten katalytischen Reaktionen spielen Rückkopplungsschleifen eine entscheidende Rolle. Von Autokatalyse wird gesprochen, wenn das Vorhandensein des Produkts die Voraussetzung für die eigene Synthese ist. Bei gegenseitiger Katalyse ist ein Zweitprodukt als Reaktionspartner rückkoppelnd eingeschaltet. Die Rückkopplung kann auch über weitere Reaktionspartner erfolgen (Hyperzyklen).

Die der mathematischen Beschreibung von Selbstorganisationsprozessen zugrunde liegenden Differentialgleichungen sind nichtlinear. Es treten in den Lösungen thermodynamische Instabilitäts- oder Verzweigungspunkte auf, in denen Fluktuationen darüber entscheiden, welcher thermodynamische Ast (bis zur nächsten Verzweigung) weiterverfolgt wird. Instabilitätspunkte und stabile Bereiche wechseln sich ab.

Damit erhalten die entsprechenden thermodynamischen und chemischen Prozesse eine irreversible Richtung in der Zeit. Jeder Entwicklungsvorgang ist einzigartig und nicht wiederholbar. Zu den neu entstehenden Ordnungsformen gehören die Musterbildungen unterschiedlicher Art oder auch die periodischen Veränderungen chemischer Konzentrationen, die als »biochemische Uhren« wirken.

Das ursprüngliche Entropiemaß ist nicht mehr anwendbar. Bifurkations- und Chaostheorie sind zugehörige mathematische Beschreibungsweisen.

Zwischen der Physik des Seins, also der reversiblen Welt der Trajektorien, und der Physik des Werdens, also der irreversiblen Welt der Prozesse, scheint eine unüberbrückbare Divergenz zu bestehen. Der vormalig häufig vorgebrachte Einwand, die Irreversibilität sei nur ein scheinbares Phänomen, drücke nur die Unwissenheit des Beobachters über die Mikrovorgänge aus (subjektivistische Interpretation der Irreversibilität), wird nicht mehr vertreten, nachdem in den Phänomenen der dynamischen Instabilität die Wirkung des Zufalls aufweisbar ist. Zwei Brückenschläge zwischen den zwei Physikbereichen werden in Erwägung gezogen.⁵ Zum einen wird in der kinetischen Gastheorie zwischen reversibel frei sich bewegenden und irreversibel zusammenstoßenden Teilchen unterschieden, wobei letzterer Vorgang als Markov-Prozess beschrieben wird. Zum anderen kann eine mikroskopische Theorie irreversibler Prozesse konzipiert werden, die in Umkehrung der bisherigen Vorgehensweise das Sein aus dem Werden erschließt. An die Stelle der Elementarteilchen treten dann Elementarereignisse, wie es Phänomene in der Kernphysik nahelegen.

In der klassischen Physik erscheint die Zeit als reversible Größe, die zu eliminieren ist, um das eigentliche Sein in Erscheinung treten zu lassen. Die Irreversibilität zeitlicher Vorgänge gilt als Illusion, die Scheidung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft als subjektive Täuschung. Auch in der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie wird an der Symmetrie der Zeit festgehalten. Einstein glaubte an den Gott Spinozas, einen mit Natur und Rationalität gleichgesetzten Gott, der keine Schöpfung, keine Kontingenz (Zufälligkeit im Sinne von fehlender Notwendigkeit) und keine Freiheit zulässt.

Die heutige Physik sieht in der Zeit eine anfänglich mit der Entropieerzeugung gleichgerichtete irreversible Größe, über der sich Zustandsverzweigungen an Instabilitätspunkten ausbilden, was die Vielfalt der Erscheinungen in der Natur hervorruft. Irreversibilität der Zeit bedeutet Brechung der Zeitsymmetrie, Unterscheidung von Vergangenheit und Zukunft. Auch der Beobachter oder Experimentator, aufgefasst als Teil des Systems, wirkt als irreversibler Prozess in der Zeit.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, dass der klassischen Physik des Seins eine umfassendere Physik des Werdens gegenübersteht. In den Naturvorgängen drückt sich die Irreversibilität als Vorzugsrichtung der Zeit aus, die Symmetrie der Zeit ist gebrochen. Abgeschlossene Systeme streben auf einen Gleichgewichtszustand mit maximaler Entropie zu. Gleichgewichtsnahe offene Systeme nähern sich einem Zustand geringstmöglicher Dissipation. Gleichgewichtsferne offene Systeme ermöglichen die aufstrebende Selbstorganisation im Zusammenwirken von Zufall und Notwendigkeit. Die angesprochene Einbeziehung des Beobachters oder Experimentators in das physikalische System wirft allerdings das Problem auf, wie dann systemunabhängige Erkenntnis möglich sein soll (das »Münchhausen-Dilemma«).

Evolutionenbiologische Sicht von Sein und Werden

Im evolutionenbiologischen Werden spielt die Vorzugsrichtung der Zeit eine entscheidende Rolle. Sie ist nach Manfred Eigen auf allen Organisationsstufen der Lebenserscheinungen erkennbar, insbesondere in der selektiven Selbstorganisation des molekularen Reproduktionsapparates (genetischer Code und Proteine), in dem baumartigen Auffächern der Arten (Phylogenese), in den Mechanismen der Ausdifferenzierung der Zellen

(Ontogenese), in den Organfunktionen (darunter der Stoffwechsel) und in der selektiven Informationsverarbeitung des Zentralnervensystems.⁷

Entstehung und Evolution des Lebens sind irreversible Prozesse. Die zeitliche Vorzugsrichtung erhielt der Evolutionsprozess durch das Auftreten selbstreproduktiver Strukturen. Selbstreproduktion ist nach Eigen die Voraussetzung selektiver Informationsbewertung, die sich in der Stabilisierung des jeweils bestangepassten Typs zeigt. Dieser Genotyp einer unter natürlichen Umweltbedingungen lebenden Art, der die Mehrheit ihrer Individuen kennzeichnet, wird »Wildtyp« genannt.

Das Fortschreiten der Evolution wird nach Eigen folgendermaßen beschrieben.⁷ Neben dem Wildtyp existiert ein molekulargenetisches Mutationsspektrum von Varianten des Wildtyps. Bei begrenzter Populationsgröße treten nur die nächsten Verwandten des Wildtyps auf, diese allerdings in zahlreichen Varianten. Erscheint in diesem nicht determinierten »Rauschspektrum« eine Variante mit verbesserter Anpassung an veränderte Umweltbedingungen, dann löst dies einen deterministisch sich selbst verstärkenden Prozess aus. Ein neuer Wildtyp mit Mutationsspektrum von Varianten wird selektiert.

Die unumkehrbare Zeitlichkeit und somit Einzigartigkeit der auf Selektion beruhenden makroskopischen Evolution beruht auf der Unumkehrbarkeit der auf mikroskopischer Ebene sich vollziehenden Abfolge von Mutationen. Die Abfolge wird durch Fluktuationen bestimmt, also durch Elementarereignisse, die nicht voraussagbar sind. Selektion und Evolution sind dagegen gesetzmäßig ablaufende makroskopische Prozesse, deren Ziel die Anpassung an eine sich verändernde Umwelt ist. Makroskopisch erscheint ein Zusammenwirken von Zufall und Notwendigkeit. Daraus folgt die Unbestimmtheit der Zukunft ebenso wie die Nichtrekonstruierbarkeit der

Vergangenheit (sofern nicht fossile Zeugnisse vorliegen). Der zeitlich gerichtete Evolutionsprozess führt unter günstigen Umweltbedingungen zu immer höheren Organisationsformen, die sich als optimal innerhalb der physikalisch bedingten Grenzen erweisen.⁷

Die unumkehrbare Zeitlichkeit der Evolution kommt ebenso in den baumhaften Verzweigungen der Phylogenese zum Ausdruck. Die Topologie phylogenetischer Verwandtschaftsbeziehungen lässt sich heute über die Bestimmung übereinstimmender Sequenzen der Gene eindeutig festlegen. Dabei wird festgestellt, dass bestimmte Sequenzen für ganze Artgruppen weitgehend identisch sind, etwa für die Gruppe der Säugetiere, während andere Sequenzen stark variabel sind, beispielsweise die Gene des Hämoglobinmoleküls innerhalb der Gruppe der Primaten. Bei entsprechender Wahl der zu untersuchenden Sequenzen lassen sich die baumhaften Verzweigungen eindeutig bestimmen.⁷

Unumkehrbar sind auch die zur Ontogenese des Individuums führenden Prozesse der Zelldifferenzierung, die Organfunktionen selbst und die Informationsverarbeitung im Gehirn («Lernen» heißt »Umprogrammieren«).

Aus den vorstehenden Ausführungen zur Evolutionsbiologie nach Manfred Eigen geht hervor, dass die Vorzugsrichtung der Zeit auf allen Organisationsstufen des Lebens erkennbar ist, insbesondere aber in der selektiven Selbstorganisation des molekularen Reproduktionsapparats und in der baumartigen Auffächerung der Arten. Selektive Informationsverarbeitung ist Voraussetzung für die Stabilisierung des jeweils bestangepassten Typs.

Schlussfolgerungen zu Sein und Werden

Sein und Werden sind grundlegende Begriffe, deren Verhältnis sich aus philosophischer, physikalischer und evolutionsbiologischer Sicht bestimmen lässt.

Aus philosophischer Sicht sind Sein und Werden zueinander komplementär. Das Werden setzt begrifflich ein Sein voraus. Das Sein manifestiert sich im Werden. Das Sein ist dem Reich der Ideen zugeordnet, das Werden der realen Welt. Die Ideen sind zeitlos, die Ereignisse zeitlich. »Sein-Zeit« ist die ganze Seinswirklichkeit in ihrem Werdecharakter.

Aus physikalischer Sicht wird zwischen einer »Physik des Seins« und einer »Physik des Werdens« unterschieden. In der Physik des Seins, zugehörig die klassische Dynamik und die Quantenmechanik, sind die Vorgänge reversibel. In der Physik des Werdens spielen dagegen die irreversiblen Vorgänge eine maßgebende Rolle. Zugeordnet sind diesem Physikbereich die Thermodynamik der Gleichgewichtsprozesse in abgeschlossenen Systemen und die Thermodynamik der Nichtgleichgewichtsprozesse in offenen Systemen. Letztere münden bei *großer* Entfernung vom Gleichgewicht in die Selbstorganisationsprozesse. In der Physik des Werdens erscheint die Zeit als irreversible Größe. Das betrachtete offene System muss den Beobachter mit einbeziehen. Systemunabhängige Erkenntnis wird dadurch infrage gestellt.

Aus evolutionsbiologischer Sicht ist die Vorzugsrichtung der Zeit für alle Organisationsstufen der Lebenserscheinungen maßgebend. Entstehung und Evolution des Lebens sind auf mikroskopischer Ebene durch irreversible Zufallsprozesse bedingt, deren Auswirkungen auf makroskopischer Ebene einer gesetzmäßigen Selektion unterworfen werden – also insgesamt ein Zusammenwirken von Zufall und Notwendigkeit. Unter günstigen Bedingungen erscheinen immer höhere Organisationsformen. Leben ist Werden, nicht Sein.

Erkenntnis des realen und idealen Seins

Aus den vorangehenden Ausführungen kann geschlossen werden, dass sich Sein und Werden gegenseitig bedingen. Das Werden setzt ein Sein voraus, um als solches erkannt zu werden. Das Sein wiederum manifestiert sich im Werden. Eine Seinslehre (Ontologie) ist daher Voraussetzung für das Erfassen der Werdeprozesse. Eine moderne Ontologie hat Nicolai Hartmann (1882-1959) vorgelegt.² Sie unterscheidet das reale vom idealen Sein und beschreibt die zugehörigen Erkenntnismöglichkeiten.

Reales Sein bedeutet Dasein, Gegebensein, Existenz der Einzeldinge, Auftreten der Einzelereignisse. Die reale Welt ist als Raum-Zeit-Kontinuum verfasst, beinhaltet das Werden, die Unbeständigkeit. Das ideale Sein umfasst die Ideen, die geometrischen Gebilde und logischen Aussagen, die Werte. Es ist streng beharrend, immer seiend, wesenhaft seiend, hat nie den Charakter des Einzelfalls, beinhaltet kein Werden.

Die Erkenntnis des realen Seins beruht auf der Wahrnehmung mit den Sinnen und dem Begreifen der Sinnesdaten mit dem Verstand. Ersteres setzt nach Kant die Anschauungsformen des Raumes und der Zeit voraus, die der Wahrnehmung vorausgehen.⁸ Letzteres bedarf der reinen Verstandesbegriffe, insbesondere der Kategorien. Das erklärt die Abweichungen zwischen den nur empirisch erschließbaren Realkategorien und den von Kant als »transzendental« bezeichneten Erkenntniskategorien. Nach neuerer, evolutionstheoretisch begründeter Auffassung, haben sich die Anschauungsformen und Erkenntniskategorien im Verlauf der Stammesentwicklung den Realkategorien angepasst, sodass erkannte und reale Welt hinreichend übereinstimmen.⁹

Gemäß der Hartmannschen Ontologie vermittelt die Idealsphäre zwischen der Realsphäre und der

Erkenntnisphäre.² Es ist daher von einer kategorialen Parallelität der drei Sphären auszugehen. Die Erkenntnis des idealen Seins, also der Ideen und der Werte, erfolgt intuitiv.

Im Akt des Erkennens stehen sich erkennendes Bewusstsein (das Subjekt) und zu erkennender Gegenstand (das Objekt) gegenüber. Das Objekt erzeugt im Subjekt ein Abbild, eine Anschauung, eine Vorstellung, einen Begriff. Objekt und Subjekt bleiben aber über die gemeinsame Seinsbasis gegenseitig gebunden. Das Objekt kann nicht ohne erkennendes Subjekt gedacht werden, das Subjekt wiederum ist nicht ohne Objekt vorstellbar.

Die erkenntnistheoretische Basis der Hartmannschen Ontologie ist ein kritischer Realismus.¹⁰ Die Welt existiert real, ist jedoch rational und begrifflich nur unvollkommen erfassbar. Grundlage des Erfassens sind die Phänomene im weitesten Sinn, also unter Einschluss des erfassenden Bewusstseins. Jenseits der Erkenntnisgrenzen liegt das Irrationale.

Aus den vorangehenden Ausführungen ist ersichtlich, dass die Wechselbeziehung von Sein und Werden sich in der Wechselbeziehung von idealem und realem Sein fortsetzt. Das ideale, wesenhafte Sein ist beständig, ist eigentliches Sein. Das reale, innerweltliche Sein ist dagegen unbeständig, dem Werden zugeordnet. Ideales Sein erschließt sich überwiegend durch Intuition. Reales Sein wird durch die Abfolge von sinnlicher Wahrnehmung und verstandesmäßiger Einsicht erkannt.

Aufbau der realen Welt, Schichtenstruktur und Kategorien

Das reale Sein zeigt die Struktur der Schichtung. In der neueren Philosophie kommt der Schichtungsgedanke vor allem in der Scheidung von Natur und Geist zum Ausdruck. Die niederen Gebilde der Natur stehen den höheren