

**ERFAHRUNG UND DENKEN**

Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen  
Philosophie und Einzelwissenschaften

---

**Band 12**

**Die erkenntnislogischen  
Grundlagen der klassischen  
Physik**

**Von**

**Béla Juhos und Hubert Schleichert**



**Duncker & Humblot · Berlin**

# ERFAHRUNG UND DENKEN

Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften

---

## Herausgeber

Paul Bernays (Zürich), Wilhelm Britzelmayr (München), Karl Dürr (Zürich), Viktor Kraft (Wien), Heinrich Lange (Köln), André Mercier (Bern), Karl Popper (London), Kurt Schelldorfer (Bern), Aloys Wenzl (München), Leopold v. Wiese (Köln).

## Beirat

H. Coing (Frankfurt), H. v. Einem (Bonn), C. A. Emge (Mainz), Abraham Fraenkel (Jerusalem), H. Hediger (Zürich), Ernst Kretschmer (Tübingen), A. Kohlschütter (Bonn), Herbert Kühn (Mainz), Fritz Wagner (Marburg/Lahn), Max Waldmeier (Zürich).

## Schriftleitung

Kurt Schelldorfer

## Hinweise

1. Der Zweck der Schriften „Erfahrung und Denken“ besteht in der Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften unter besonderer Berücksichtigung der „Philosophie der Wissenschaften“.
2. Unter „Philosophie der Wissenschaften“ wird hier die kritische Untersuchung der Einzelwissenschaften unter dem Gesichtspunkt der Logik, Erkenntnistheorie, Metaphysik (Ontologie, Kosmologie, Anthropologie, Theologie) und Axiologie verstanden.
3. Es gehört zur Hauptaufgabe der Philosophie der Gegenwart, die formalen und materialen Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften zu klären. Daraus soll sich einerseits das Verhältnis der Philosophie zu den Einzelwissenschaften und andererseits die Grundlage zu einer umfassenden, wissenschaftlich fundierten und philosophisch begründeten Weltanschauung ergeben. Eine solche ist weder aus einzelwissenschaftlicher Erkenntnis allein noch ohne diese möglich.

BÉLA JUHOS · HUBERT SCHLEICHERT

Die erkenntnislogischen Grundlagen der klassischen Physik

# ERFAHRUNG UND DENKEN

Schriften zur Förderung der Beziehungen zwischen Philosophie und Einzelwissenschaften

---

Band 12

# Die erkenntnislogischen Grundlagen der klassischen Physik

Von

Univ.-Prof. Dr. Béla Juhos

und

Dr. Hubert Schleichert

Wien



DUNCKER & HUMBLLOT / BERLIN

Alle Rechte vorbehalten

© 1963 Duncker & Humblot, Berlin

Gedruckt 1963 bei Berliner Buchdruckerei Union GmbH., Berlin 61

Printed in Germany

## Inhalt

Einleitung: Naturerkenntnis und Naturphilosophie. Die naturwissenschaftliche Methode .....	7
1. Logik, Mathematik und Erfahrung .....	15
2. Logische und empirische Satzformen .....	23
3. Theorie der Messung .....	30
a) Die Definition der Messungsgrößen .....	34
b) Die topologischen Konventionen .....	35
c) Die metrischen Konventionen .....	38
d) Die physikalische Bedeutung mathematischer Operationen .....	41
e) Konventionen, die die Meßgeräte und ihre Anwendung betreffen ..	49
4. Die Definition von Zustandsgrößen durch Meßverfahren. Der Operationalismus .....	56
5. Die Form der Naturgesetze in der klassischen Physik .....	62
6. Grundsätzliches zur Theorie der physikalischen Dimensionen .....	73
7. Meßfehler und Meßgenauigkeit .....	84
8. Wahrscheinlichkeitsschlüsse in der klassischen Physik .....	99
9. Die problematischen Voraussetzungen der klassischen Physik. Der Konventionalismus .....	109





## Einleitung

# Naturerkenntnis und Naturphilosophie Die naturwissenschaftliche Methode

In diesem Buch werden die physikalischen Erkenntnisformen und ihre inhaltliche Deutung behandelt. Es werden die Methoden untersucht, die die Physik zur Gewinnung ihrer Erkenntnisse anwendet, und gefragt, welche Voraussetzungen dabei gemacht werden. Die *wissenschaftliche Naturphilosophie*, wie wir diese Art, die Erkenntnisprobleme der Naturwissenschaften zu untersuchen, nennen wollen, hat also zum großen Teil die wissenschaftliche *Methodik* zum Gegenstand. Sie untersucht die wissenschaftlichen Verfahrensweisen, die in den exakten Naturwissenschaften vorkommenden Satz- und Begriffsformen und ihre inhaltliche (semantische) Deutung, die Art der benützten logisch-mathematischen Schlüsse, die Gewinnung, Überprüfung und Geltung der wissenschaftlichen Aussagen, oder — wie man auch allgemein zu sagen pflegt — die erkenntnislogischen Grundlagenfragen der Naturwissenschaften. Unsere Untersuchung gilt somit den Grundlagenfragen der Physik, die wegen ihrer Exaktheit mit Recht als Prototyp exakten empirischen Erkennens gelten kann. In einem späteren Band sollen die Grundlagenprobleme der biologischen Wissenschaften behandelt werden.

Während sich die Einzelwissenschaften mit konkreten inhaltlichen Problemen befassen und konkrete, empirisch prüfbare Sätze als Ergebnis gewinnen, hat es die wissenschaftliche Naturphilosophie vor allem mit der „logischen Grammatik“ dieser Sätze und der in ihnen vorkommenden Begriffe zu tun. Von einer Fortführung der Erkenntnisse über die Grenzen der Erfahrung hinaus kann in der naturphilosophischen Grundlagenforschung keine Rede sein; wohl aber kann eine solche Untersuchung zum besseren Verständnis der Begriffe und Aussagen der Naturwissenschaften führen, sei es durch Aufzeigen der logischen Strukturen, sei es durch Klarstellung der inhaltlichen Voraussetzungen. Gerade in der neueren Naturwissenschaft gibt es Beispiele dafür, daß solche erkenntnislogischen Einsichten auf die Einzelforschung zurückwirken können.

Man wird vielleicht einwenden, daß damit die Erkenntnis schlechthin keineswegs vollständig erfaßt sei. Neben der physikalischen Methode

erheben auch manche anderen Methoden den Anspruch, Erkenntnis liefern zu können. Man könnte etwa auf besondere Erkenntnisverfahren der „Geisteswissenschaften“ oder der Metaphysiken und Religionen oder der Mystik hinweisen<sup>1</sup>. Mit diesem Einwand brauchen wir uns nicht zu befassen, da wir hier keine allgemeine Erkenntnistheorie, sondern lediglich die erkenntnislogischen Grundlagen der exakten naturwissenschaftlichen Erkenntnis darstellen wollen. Über die Fragen, von denen in diesem Zusammenhang die Rede sein wird, ist eine sachliche Einigung möglich, gleichgültig, wie man über die Stellung der physikalischen Erkenntnis im Gesamtbereich der geistigen Tätigkeiten des Menschen denkt.

Wodurch wird nun die naturwissenschaftliche Erkenntnis gekennzeichnet? Wir wollen versuchen, ihre wesentlichen Merkmale aufzufinden. Es handelt sich in der Naturwissenschaft um ein *System von wahren Sätzen* über die Wirklichkeit, *deren Wahrheit* in jedem Einzelfall letztlich *durch Beobachtung von jedermann kontrolliert werden kann*. Beide Bestimmungsstücke sind wesentlich. Aus der bloßen Beobachtung allein läßt sich wissenschaftliche Erkenntnis ebenso wenig gewinnen wie aus den Gedankensystemen der Logik und Mathematik. Erlebnisdaten, Festsetzungen und Hypothesen sind gleichermaßen erforderlich, um ein System von Naturerkenntnissen zu konstituieren<sup>2</sup>. Das Erkenntnisssystem der Physik im besonderen zeichnet sich dadurch aus, daß der erkenntnislogische Charakter des *Systems* deutlich sichtbar wird. Der Zusammenhang der Sätze nähert sich der exakten logischen Form von Axiomensystemen. Aus allgemeinen Sätzen, d. s. die universellen Naturgesetze, lassen sich durch logisch-mathematische Deduktion speziellere Sätze ableiten. Das Ideal, nämlich die Zusammenfassung aller physikalischen Sätze in einem *einheitlichen* Axiomensystem, gehört heute zu den Problemen der theoretischen Physik und läßt deutlich den Zusammenhang zwischen Erkenntnislogik und Einzelforschung erkennen. Vielleicht das augenfälligste Kennzeichen der physikalischen Methode ist die Anwendung quantitativer Kennzeichnungen und damit die Verwendung von Zahlen und Zahlenverknüpfungen. Damit steht

---

<sup>1</sup> Vgl. aber z. B. B. Juhos, Das Wertgeschehen und seine Erfassung (Monographien zur philosophischen Forschung, Bd. IIXX), Meisenheim a. Glan, 1956. Ferner: H. Schleichert, Über Erscheinungen, Archiv f. Philosophie Bd. 10, S. 290/310 (1961).

<sup>2</sup> Siehe hierzu besonders V. Kraft, Erkenntnislehre, Wien 1960.

<sup>3</sup> Siehe das ausgezeichnete historisch-systematische Buch von E. J. Dijksterhuis, Die Mechanisierung des Weltbildes (Deutsche Übersetzung), Berlin—Göttingen—Heidelberg 1956.

die neuzeitliche Naturwissenschaft in scharfem Gegensatz zur antiken<sup>3</sup>. Die antike „Physik“ fragte, abgesehen von einigen Ausnahmen, nach dem „Wesen“ der Dinge und nach ihrem *Zweck*. Man wollte nicht so sehr wissen, *wie* sich die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers ändert, es genügte die qualitative Feststellung, daß sie größer wird, — während die eigentliche Frage war: aus welchen *inneren Wesenseigenschaften* der Körper ist es zu erklären, daß sie zur Erde fallen, wenn sie nicht festgehalten werden? Man wollte die Naturereignisse „*verstehen*“, so wie man die Freude oder den Zorn eines Mitmenschen unmittelbar versteht.

„Verstehen“ in diesem Sinne ist ein Terminus aus der Psychologie und hat hier die ziemlich klar umrissene Bedeutung „im eigenen Erleben nachvollziehen können“, eine Bedeutung, in der er auf das übrige Naturgeschehen in gar keiner Weise anwendbar ist, wenn man nicht „die beseelte Natur“, Götter, Dämonen oder sonstige Wesen als Ursachen der Ereignisse annimmt. Wenn wir dagegen in der Naturwissenschaft von „Verstehen“ sprechen, so kann darunter nur die Erkenntnis gleichbleibender Gesetzmäßigkeiten gemeint sein. Gute Beispiele für das naturwissenschaftliche Verstehen sind Rückführungen festgestellter Regelmäßigkeiten auf schon bekannte Gleichförmigkeiten.

In der Tat ist ja die Rückführung auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten schon seit den Tagen der ionischen Naturphilosophie das Ziel der Naturerklärung gewesen. Schon der berühmte Satz des *Thales* von Milet, nach dem „Alles Wasser“ ist<sup>4</sup>, weist deutlich in diese Richtung. In seiner unkritischen, jede Erfahrung übersteigenden Verallgemeinerung einiger weniger damals bekannter Tatsachen ist er freilich noch sehr weit von echter wissenschaftlicher Erkenntnis entfernt. Aber der Gedanke, daß dem Vielen, Verschiedenartigen in irgendeinem Sinne etwas Gemeinsames, Gleiches zugrunde liegt, und daß sich dieses Gemeinsame in der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen wiederfinden läßt, spricht schon ein Erkenntnisziel der naturwissenschaftlichen Forschung aus. Die Erklärung des realen Geschehens aus einem einzigen oder einigen wenigen Prinzipien, wie sie der Erkenntnisdrang und die kühne Phantasie eines *Thales*, *Anaximander*, *Demokrit*, *Anaxagoras* und anderer Vorsokratiker geträumt hat, ist in gewisser Weise auch das Ideal der modernen Naturwissenschaft.

Das Auffinden des Gleichbleibenden im Fluß der Erscheinungen allein aber genügt noch nicht. Die Gleichförmigkeiten müssen exakt beschrie-

---

<sup>4</sup> Fragment 11 A 12.