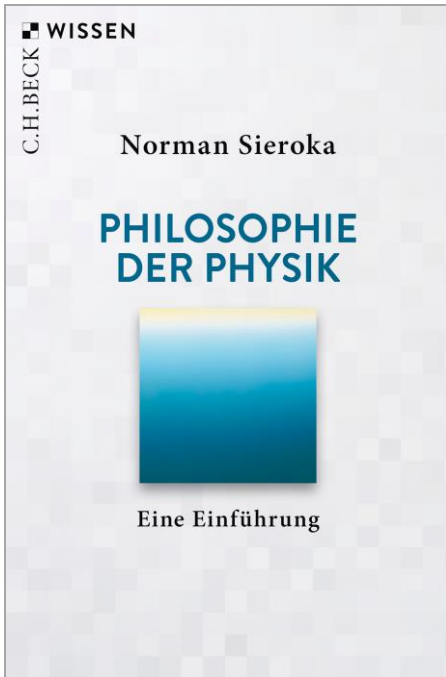


Unverkäufliche Leseprobe



Norman Sieroka
Philosophie der Physik
Eine Einführung

2022. 127 S., mit 4 Abbildungen
ISBN 978-3-406-77277-1

Weitere Informationen finden Sie hier:
<https://www.chbeck.de/34519114>

© Verlag C.H.Beck oHG, München
Diese Leseprobe ist urheberrechtlich geschützt.
Sie können gerne darauf verlinken.

C.H.BECK  WISSEN

Dieser Band bietet eine systematische und allgemeinverständliche Einführung in philosophische Fragestellungen der Physik und ihre historische Entwicklung. Er beginnt mit der Darstellung wichtiger Stationen der Physikgeschichte in der Antike, der Frühen Neuzeit und den vergangenen zwei Jahrhunderten und zeigt an ihnen zentrale erkenntnistheoretische Merkmale der Physik auf. Diskutiert werden typische Erklärungsstrategien, die Rolle von Experimenten und Vorhersagen, das Vorgehen bei der Begriffs- und Theoriebildung und die Bedeutung der Mathematik.

Norman Sieroka wurde in Physik und in Philosophie promoviert. Seit 2019 ist er Professor für Theoretische Philosophie an der Universität Bremen. Bei C.H.Beck ist von ihm lieferbar: *Philosophie der Zeit. Grundlagen und Perspektiven* (2018).

Norman Sieroka

**PHILOSOPHIE
DER PHYSIK**

Eine Einführung

C.H.Beck

Philosophische Einführungen
in der Reihe C.H.Beck Wissen

Bislang erschienen:

Otfried Höffe: Ethik

Rahel Jaeggi/Robin Celikates: Sozialphilosophie

Klaus Kornwachs: Philosophie der Technik

Albert Newen: Philosophie des Geistes

Dietmar von der Pfordten: Rechtsphilosophie

Christof Rapp: Metaphysik

Pirmin Stekeler-Weithofer: Sprachphilosophie

Holm Tetens: Wissenschaftstheorie

2., überarbeitete Auflage. 2023

Originalausgabe

© Verlag C.H.Beck oHG, München 2014

www.chbeck.de

Reihengestaltung Umschlag: Uwe Göbel (Original 1995, mit Logo),

Marion Blomeyer (Überarbeitung 2018)

Satz: Fotosatz Amann, Memmingen

Druck und Bindung: Druckerei C.H.Beck, Nördlingen

Printed in Germany

ISBN 978 3 406 77277 1



klimaneutral produziert
www.chbeck.de/nachhaltig

Inhalt

Vorwort	7
Einleitung	9
Forschungsgegenstand der Physik	9
Themen und Motive dieses Buches	10
Teil I: Wichtige Stationen in der Geschichte der Physik	13
1. Antike: Anfänge physikalischen Erklärens	13
«Vom Mythos zum Logos»	13
<i>phýsis</i> als begriffliche Wurzel der Physik	14
Elementarismus: Thales, Anaximenes, Empedokles, Demokrit	16
Mathematisierung: Pythagoras, Platon	22
Kräfte und Zwecke: Empedokles, Aristoteles	26
Empirie, Erkennen, Eingreifen: Aristoteles und Archimedes	28
2. Frühe Neuzeit: Mathematisierung der Physik	34
Symmetrien: Kepler	34
Sprache der Kinematik: Galilei, Newton	37
Geometrisierung versus Kräfte: Descartes und Leibniz	40
Vergleich der aristotelischen mit der frühneuzeitlichen Physik	44
3. 19./20. Jahrhundert: Verlust der Anschaulichkeit	46
Elektrodynamik: (Dis-)Analogien zur Mechanik	48
Vereinheitlichte Feldtheorie: Physik als Geometrie . . .	51

Quantenphysik: Diskontinuitäten im atomaren Bereich	55
Neue Herausforderungen und aktuelle Vereinheitlichungsversuche	63
Teil II: Erkenntnistheoretische Motive und ihr Wandel	66
1. Begriffs- und Theoriebildung	67
Begriffe: vom Ausdruck zur symbolischen Konstruktion	67
Auswahlkriterien für Theorien: Objektivität statt Wahrheit	75
Theoriezusammenhänge: formale Übergänge und Analogien	79
2. Kausalität und Mathematisierung	84
Wandel des Kausalitätsbegriffs	85
Kausalität als Möglichkeit der Mathematisierung	88
3. Erklärungsstrategien und ihre Übergänge	92
Mereologisch: Suche nach den Grundbestandteilen	92
Explanatorisch: Suche nach den «Verursachern»	94
Holistisch: Suche nach einer einheitlichen Darstellung	96
Übergänge: Darstellungsweisen und Symmetrieprinzipien	98
4. Anschluss an die Empirie	104
Bedeutung von Vorhersagen	106
Rolle von Experimenten	109
Schluss	114
Einheitlichkeit der Physik	114
Vergleich mit anderen Naturwissenschaften	116
Literaturverzeichnis	120
Anmerkungen	123
Personenregister	127

Vorwort

Eine kurze Einführung in einen Wissenschaftsbereich zu geben, bedeutet immer auch, sich für bestimmte Schwerpunkte zu entscheiden und – wenn das Ziel eine geschlossene Darstellung sein soll – seinen eigenen «roten Faden» zu finden.

In diesem Sinne versucht der vorliegende Band eine möglichst einheitliche Einführung in philosophische Fragestellungen der Physik zu bieten. Dabei liegt der Fokus auf erkenntnistheoretischen Fragestellungen und auf deren historischer Entwicklung. Der Blick in die entsprechenden Episoden der Geschichte ist wichtig, um die Dynamik der Erklärungsstrategien und der Begriffs- und Theoriebildung, wie sie für die Physik typisch ist, adäquat zu verstehen. Und für diese Entwicklung sind unter anderem diverse antike Autoren relevant, auch wenn die selbstredend keine «Physiker» in unserem heutigen Sinne sind.

Jede Schwerpunktsetzung geht mit Auslassungen einher. Das Folgende ist also nicht als Versuch gemeint, eine allgemeine Geschichte der Physik zu schreiben. Dementsprechend gibt es eine Reihe von wichtigen Epochen, Theorien, Themenfeldern und Personen, die gar nicht oder nur am Rande behandelt werden. Dem einen mag das Mittelalter oder die über viertausend Jahre alte chinesische Astronomie sträflich vernachlässigt vorkommen, dem anderen fehlt bei der Darstellung der Quantenmechanik eine Diskussion der Bellschen Ungleichungen, dem dritten mag die Thermodynamik zu stiefmütterlich behandelt werden oder Einstein zu wenig erwähnt, der vierte hätte sich mehr über die Rolle der Beobachtung und die Entwicklung physikalischer Instrumente gewünscht usw.

Der Grund für diese Auslassungen und Verknappungen ist nicht, dass ich sie für generell irrelevant erachte. Der Grund ist schlicht, dass sie für die philosophische Fragestellung, die ich hier behandeln möchte, nicht so zentral und relevant sind wie

bestimmte andere Personen, Epochen, Theorien und Themenfelder. Ebenso würde es den Rahmen des hier Darzustellenden sprengen, wollte man auf die (ohne Zweifel wichtigen) Veränderungen gesellschaftlicher Rahmenbedingungen und wissenschaftlicher Institutionalisierungen eingehen, in und unter denen seit der Antike Naturforschung und Physik betrieben wurde.

Solche Auslassungen und Verknappungen bergen die Gefahr, dass das, was dann dargestellt wird, wie eine lineare und triviale Erfolgsgeschichte der Physik wirken könnte. Dem hoffe ich entgegenwirken zu können, u. a. durch die Verwendung von Begriffen wie «Motiv» und «Variation», die allgemeine Abwandlungen, aber nicht notwendigerweise fortlaufende Verbesserungen benennen. Bezeichnend sind in diesem Zusammenhang diejenigen nachfolgenden historischen Beispiele, bei denen neue physikalische Konzepte zunächst eingeführt, dann verworfen und später in ganz anderen Kontexten wieder aufgegriffen werden.

Eine weitere Schwierigkeit, gerade wenn man über eine der am stärksten formalisierten Wissenschaften schreibt, ist die Technikalität der Darstellung – oder, grob gesagt, die Frage: Wie viele Formeln dürfen im Text vorkommen? Im Haupttext kommen sehr wenige formale Ausdrücke vor, und diejenigen, die vorkommen, dienen allein der Illustration und übersteigen nie übliches Schulniveau. Da das Hauptaugenmerk dieser Einführung auf allgemeinen erkenntnistheoretischen Merkmalen und deren historischer Entwicklung liegt, erschien mir eine solch untechnische Darstellungsweise sinnvoll. – Für mathematisch und physikalisch stärker vorgebildete Leser habe ich zu einigen Stellen am Ende Anmerkungen ergänzt, um die formalen Bezüge jeweils etwas zu präzisieren. Für das allgemeine Verständnis des Haupttextes sind diese aber nicht relevant.

Hendrik Adorf, Timon Böhm, Hans Günter Dosch, Pascal Germann, Michael Hampe, Urs Hofer, Samuel Lang, Niels Linemann, Eckehard Mielke, Robert Prentner, Martin Schüle und Manfred Stöckler haben frühere Fassungen dieser Einführung gelesen und viele wertvolle Hinweise und Anregungen gegeben. Ich danke ihnen sehr herzlich.

Einleitung

Wie «funktioniert» eigentlich Physik bzw. physikalische Erkenntnis, und wie hat sie sich historisch entwickelt? Was zählt als gute Erklärung in der Physik? Wie hängen verschiedene Erklärungen (Modelle, Theorien) zusammen, wie hat sich das über die Jahrhunderte geändert, und was ist – mehr oder weniger – unverändert geblieben? Das sind die zentralen Fragen, denen dieser Band gewidmet ist und zu denen er einen kurzen Ein- und Überblick geben soll.

Auch wenn diese Fragen selbst philosophische sind, muss sich ihre Beantwortung doch eng am tatsächlichen «Tagesgeschäft» und an der Geschichte der Physik orientieren. Das unterscheidet die vorliegende Einführung von diversen anderen, in denen oft entweder eher innerphilosophische Fragestellungen im Vordergrund stehen (Begriff des Naturgesetzes, Status der Raumzeit u. Ä.) oder auch die populäre Darstellung moderner physikalischer Theorien, insbesondere der Relativitätstheorie und Quantenmechanik.

Forschungsgegenstand der Physik

Wie sich im Folgenden zeigen wird, ist die Physik erkenntnistheoretisch in ihrer geschichtlichen Entwicklung stärker durch allgemeine Methoden und Erklärungsstrategien geprägt als durch konkrete Inhalte. Um das zeigen zu können und eben besser zu verstehen, wie Physik in diesem Sinne «funktioniert», ist es sinnvoll, mit einer Arbeitshypothese über den Untersuchungsgegenstand der Physik zu beginnen – auch wenn es schwerfällt, eine allgemeine und für alle verbindliche Antwort auf die Frage, womit sich «die Physiker» beschäftigen, zu geben. Denn die Breite physikalischer Subdisziplinen reicht von der Elementarteilchen-, über Tieftemperatur- und Festkörper- bis hin zur Me-

dizinphysik; von der Quantengravitation über die Quantenoptik bis zur Theorie komplexer Systeme usw.

Für die Zwecke dieses Buches wird die Physik aufgefasst als *diejenige Wissenschaft, die den grundlegenden Aufbau (die Struktur und Zusammensetzung) und das Verhalten (die Wechselwirkung) von Materie untersucht*. Dabei ist der Materiebegriff selbst allerdings bis zu einem gewissen Grade offen bzw. unterstand und untersteht einem historischen Wandel.

Der Annahme, die Physik untersuche möglichst allgemein die Bestandteile materieller Objekte und die zwischen ihnen wirkenden Kräfte, wird wohl ein Großteil der heutigen Physiker folgen können – auch wenn diese Annahme sicherlich eher auf die Teilchenphysik passt als etwa auf die Medizin- oder Biophysik.

An dieser Annahme orientiert sich ab nun die Beantwortung der eingangs gestellten Fragen. Insbesondere eröffnet sie einen weiten Horizont über die historische Entwicklung der Physik. Denn, salopp formuliert, hatte es weder Aristoteles noch Newton mit spezifischen Fragen der Tieftemperaturphysik oder Quantenoptik zu tun, wohl aber mit aus ihrer Sicht jeweils grundlegenden Fragen des Aufbaus, der Struktur und des Verhaltens von Materie.

Zugegeben: Ginge es allein um das historische Alter von Theorien, so müsste man sicherlich mit Fragestellungen zu den Himmelsbewegungen beginnen. Allerdings – das wird hoffentlich im Verlauf der nachfolgenden Kapitel deutlich werden – würde sich von dort aus nur schwerlich eine Perspektive entwickeln lassen, die die gesamte erkenntnistheoretische Breite der modernen Physik in ähnlicher Weise abdeckt.

Mehr Informationen zu [diesem](#) und vielen weiteren Büchern aus dem Verlag C.H.Beck finden Sie unter: www.chbeck.de