Teubner Studienbücher

Biologie

Clarke: **Humangenetik und Medizin**

144 Seiten. DM 18,80

Dzwillo: **Prinzipien der Evolution**

Phylogenetik und Systematik. 152 Seiten. DM 26,80

Françon: **Physik für Biologen, Chemiker und Geologen**

Band 1: 208 Seiten. DM 19,80

Band 2: 171 Seiten. DM 18,80

Lockwood: **Membranen tierischer Zellen**

123 Seiten. DM 17,80

Mohr: **Biologische Erkenntnis**

Ihre Entstehung und Bedeutung. 221 Seiten. DM 26,80

Röhler: **Biologische Kybernetik**

Regelungsvorgänge in Organismen. 180 Seiten. DM 22,80

Ruthmann/Hauser: **Praktikum der Cytologie**

172 Seiten. DM 22,80

Schönbeck: **Pflanzenkrankheiten**

Einführung in die Phytopathologie. 184 Seiten. DM 24,80

Skrzipek: **Praktikum der Verhaltenskunde**

220 Seiten. DM 25,80

Vangerow: **Grundriß der Paläontologie**

132 Seiten. DM 19,80

Wynn: **Struktur und Funktion von Enzymen**

102 Seiten. DM 15,80

Geographie

Bahrenberg/Giese: **Statistische Methoden und ihre Anwendung in der Geographie**

308 Seiten. DM 32,—

Born: **Geographie der ländlichen Siedlungen**

Band 1: Die Genese der Siedlungsformen in Mitteleuropa

228 Seiten. DM 28,—

Dongus: **Die geomorphologischen Grundstrukturen der Erde**

200 Seiten. DM 26,80

Heinritz: **Zentralität und zentrale Orte**

Eine Einführung

179 Seiten. DM 25,80

Herrmann: **Einführung in die Hydrologie**

151 Seiten. DM 24,80

Kuls: **Bevölkerungsgeographie**

Eine Einführung

240 Seiten. DM 28,80

Fortsetzung auf der 3. Umschlagseite

Teubner Studienbücher der Biologie

H. Mohr

Biologische Erkenntnis

Ihre Entstehung und Bedeutung

Teubner Studienbücher der Biologie

Herausgegeben von

Prof. Dr. H. Stieve, Jülich, und Dr. E. Hildebrand, Jülich

Die Studienbücher der Reihe Biologie sollen in Form einzelner Bausteine grundlegende und weiterführende Themen aus allen Gebieten der Biologie umfassen. Daneben werden auch die übrigen Naturwissenschaften in einem Maße berücksichtigt, wie sie für den Umgang mit den Denk- und Arbeitsmethoden der Biologie notwendig erscheinen. Die Bände der Reihe sind wegen ihrer studienbezogenen Konzeption besonders zum Gebrauch neben Vorlesungen oder auch anstelle von Vorlesungen sowie zur Fortbildung der Lehrer geeignet. Für den Studierenden der Mathematik, Physik oder Chemie, der an biologischen Problemen interessiert ist, bietet die Reihe die Möglichkeit, sich an exemplarisch ausgewählten Themengruppen in die Biologie einführen zu lassen.

Biologische Erkenntnis

Ihre Entstehung und Bedeutung

Von Dr. rer. nat. Hans Mohr
o. Professor an der Universität Freiburg i. Br.

Mit 39 Abbildungen und 4 Tabellen

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Prof. Dr. rer. nat. Hans Mohr

Geboren am 11.5.1930, Studium der Biologie, Physik und Philosophie, Promotion 1956 bei E. Bünning (Tübingen). Anschließend als Stipendiat (postdoctoral research fellow) in den USA bei H. A. Borthwick und S. B. Hendricks. 1959 Habilitation in Tübingen, seit 1960 o. Professor für Biologie an der Universität Freiburg i. Br. Arbeitsgebiete: Entwicklungsbiologie, Wissenschaftstheorie. Seit 1968 Projektleiter am Sonderforschungsbereich 46 (Molekulare Grundlagen der Entwicklung) der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Seit 1966 Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher (Leopoldina). Gastprofessuren in den USA.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Mohr, Hans:

Biologische Erkenntnis : ihre Entstehung u. Bedeutung / von Hans Mohr. —
Stuttgart : Teubner, 1981

(Teubner-Studienbücher der Biologie)

ISBN 978-3-519-03613-5

ISBN 978-3-322-92797-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-322-92797-2

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, besonders die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Bildentnahme, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege, der Speicherung und Auswertung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei Verwertung von Teilen des Werkes, dem Verlag vorbehalten.

Bei gewerblichen Zwecken dienender Vervielfältigung ist an den Verlag gemäß § 54 UrhG eine Vergütung zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© Springer Fachmedien Wiesbaden 1981

Ursprünglich erschienen bei B. G. Teubner, Stuttgart 1981

Satz: Coposatz, Seeheim 2

Umschlaggestaltung: W. Koch, Sindelfingen

Vorwort der Herausgeber

Für viele Naturwissenschaftler mag die Frage: Wie und auf welches Ziel hin betreiben wir Wissenschaft? unwichtig erscheinen. Methoden und Denkweisen werden während des Studiums und in der täglichen Praxis wie selbstverständlich aufgenommen. Erkenntnis um ihrer selbst willen oder im Hinblick auf eine Veränderung der Welt gilt als ausreichende Begründung für unser wissenschaftliches Tun. Eine Reflexion über die Wege zu wissenschaftlicher Erkenntnis und ihre Bedeutung wird jedoch unausweichlich, wo Wissenschaft in der Auseinandersetzung mit der Öffentlichkeit zu begründen ist.

Die zunehmende Bedeutung der modernen Biologie für die Lösung gegenwärtiger und zukünftiger Probleme der Menschheit sowie ihr Beitrag zu unserem Selbstverständnis machen es notwendig, erkenntnistheoretische Grundlagen der Biologie auch im Rahmen des Studiums zu behandeln. Wer den Beitrag der Biologie zu unserem heutigen Welt- und Menschenbild begründen will, darf den erkenntnistheoretischen Problemen der Biologie nicht ausweichen. Eine leichtverständliche Darstellung dieser Thematik war für den deutschsprachigen Leser bislang nicht greifbar. In dem vorliegenden Studienbuch werden Voraussetzungen, Entstehung und Reichweite biologischer Erkenntnis aus der Sicht eines in seinem Fach äußerst erfolgreichen und kompetenten Biologen geschildert. Das Buch ist in erster Linie konzipiert als Einführung für Studierende der Biologie, wendet sich aber zugleich an alle, die an wissenschaftstheoretischen Problemen der Naturwissenschaften interessiert sind. Nicht zuletzt wird es auch von Biologielehrern an Höheren Schulen begrüßt werden, denen neben der Wissensvermittlung die Darstellung der Struktur und Bedeutung ihres Faches im Unterricht am Herzen liegt.

Wissenschaftstheorie ist traditionell ein Teil der Philosophie. Aber es ist die Biologie – Verhaltensforschung, Neurophysiologie und Phylogenetik –, die uns mit der Evolutionären Erkenntnistheorie erstmals eine befriedigende Antwort gibt auf die zentrale Frage: Wie erkennen wir? Die Evolutionäre Erkenntnistheorie ist damit zugleich Ergebnis und Voraussetzung biologischer Forschung. Wird die Philosophie die Erkenntnisse der modernen Biologie in-

korporieren? Stehen wir damit an der Schwelle zu einem neuen Verständnis von Naturwissenschaft und Philosophie? Professor Hans Mohr ist einer der wenigen, die versuchen, einen Brückenschlag von Seiten der Biologie voranzutreiben. Wir sind ihm dankbar dafür, daß er mit diesem Buch Studenten und Fachkollegen die notwendigen Grundlagen an die Hand gibt, einem beginnenden Dialog kritisch zu folgen.

Jülich, im Sommer 1981

H. Stieve und E. Hildebrand

Vorwort des Verfassers

Dieses Buch geht auf Vorlesungen über “Structure and Significance of Science” zurück, die ich als Gastprofessor an der University of Massachusetts gehalten habe. Ursprünglich war daran gedacht, den englischen Text (publiziert bei Springer, Heidelberg – New York, 1977) ins Deutsche zu übertragen. Schließlich ist aus dieser Absicht aber ein neues Buch entstanden, das sich nach Umfang und Zielsetzung von dem englischen Text wesentlich unterscheidet.

Meine Bereitschaft, das neue Buch zu schreiben, geht letztlich auf die Erfahrung zurück, daß der heutige Biowissenschaftler sich um die philosophische und wissenschaftstheoretische Vertiefung seines Faches selbst bemühen muß. Die Wissenschaftstheoretiker sind in der Regel immer noch an der Physik als paradigmatischer Naturwissenschaft orientiert. Diese Einseitigkeit wäre zu vertreten, wenn die Biologie uns vor keine spezifischen wissenschaftstheoretischen Probleme stellte. Tatsächlich aber läßt sich weder die Biologie völlig auf Physik, noch lassen sich die wissenschaftstheoretischen Probleme der Biologie zur Gänze auf jene der Physik reduzieren.

Das hier vorgelegte Buch soll Biologen und biologisch oder philosophisch Interessierte an die wissenschaftstheoretischen Probleme unseres Faches heranzuführen. Beispiele und Fallstudien aus Biologie *und* Physik sollen die aller Naturforschung gemeinsamen Prinzipien ebenso zum Vorschein bringen wie die – vermutlich unaufhebbaren – Unterschiede zwischen den physikalischen und biologischen Disziplinen.

Die Herausgeber der Teubner Studienbücher – Biologie, die Herren Prof. Stieve und Dr. Hildebrand, haben mir mit Rat-schlägen und kluger Kritik viel geholfen. Ich möchte ihnen und den Repräsentanten des Verlags auch an dieser Stelle für die vertrauensvolle Zusammenarbeit danken.

Besonderen Dank schulde ich meinem Freiburger Kollegen und Freund Prof. Rainer Hertel. Er hat mich nicht nur über die Jahre hinweg durch viele Gespräche über Wissenschaft und Wissenschaftstheorie bereichert; seine Kritik und seine Zustimmung

sind auch in die Konzepte und in die Formulierungen des vorliegenden Textes eingeflossen.

Letztlich freilich beruht das Buch auf meinen eigenen – auch subjektiven – Erfahrungen in der biologischen Forschung. Diese unmittelbaren Erfahrungen, in der Bilanz ungemein positive Erfahrungen, haben meine Auffassung von Wissenschaft weit mehr geprägt als das Studium wissenschaftstheoretischer Literatur.

Das Buch ist also nicht frei von Subjektivität; es sollte eher als ein 'Bekenntnis' aufgefaßt werden, als ein offenes und ehrliches Bekenntnis zur Wissenschaft, wie sie mir als 'insider' erscheint.

Das Buch ist meiner Frau gewidmet. In vielen Gesprächen, auch Streitgesprächen, hat sie meine Vorstellungen über Wissenschaft mitgeformt. Vor allem aber verdanke ich ihr jenen kultivierten häuslichen Rahmen, der meine intensive wissenschaftliche Arbeit erst ermöglicht hat.

Freiburg, im Frühjahr 1981

H. Mohr

Hinweise für den Leser

Die im Anschluß an die einzelnen Kapitel zitierte ‘weiterführende’ Literatur bezieht gelegentlich auch solche Autoren ein, deren Ansichten ich nicht zu teilen vermag. Es kommt also vor, daß auf den Literaturseiten unvereinbare Auffassungen nebeneinander empfohlen werden. Hingegen hielt ich es für richtig, diesen einführenden Text nicht mit der Darstellung von Kontroversen zu belasten. In Konfliktfällen habe ich derjenigen Auffassung den Vorrang gegeben, die ich selber teile.

Bei wörtlichen Zitaten wurden doppelte Anführungszeichen (“---”) verwendet. Wörter oder Ausdrücke, die *termini technici* sind und deren jeweilige Bedeutung vom Leser sorgfältig beachtet werden muß, stehen zwischen einfachen Anführungszeichen (‘----’).

Im Einvernehmen mit den Herausgebern und dem Verlag wurden in den als Einführung gedachten Text nur relativ selten Referenzen eingefügt. Damit soll gewiß nicht zum Ausdruck gebracht werden, in dem vorliegenden Buch seien bevorzugt originelle Gedanken niedergelegt. Wir hielten es aber für wenig zweckmäßig, einen Text, der in erster Linie Studenten und Wissenschaftler für die Sichtweise der Wissenschaftstheorie gewinnen möchte, mit Zitaten und Referenzen zu beladen, abgesehen von Hinweisen auf solche Autoren, auf deren Gedanken und Formulierungen *unmittelbar* zurückgegriffen wurde, z. B. Markl, Reichardt, Riedl, Vollmer.

In meinem englisch geschriebenen, umfangreicheren Buch (*Structure and Significance of Science*, Springer, Heidelberg–New York, 1977) habe ich thematisch weiter ausgeholt und die mir relevant erscheinende Literatur in den laufenden Text mit einbezogen.

Wer mit der jetzt vorgelegten, als *Einführung* gedachten Darstellung unzufrieden ist, sollte vielleicht den englischen Text heranziehen.

Inhalt

1 Voraussetzungen biologischer Erkenntnis

1.1 Biologie als autonome Wissenschaft: Selbstverständnis und Legitimation.	15
1.1.1 Interdependenz zwischen Biologie und sozialem Wandel?.	19
1.1.2 Erkenntnis und Wertung	19
1.2 Evolutionäre Erkenntnistheorie.	23
1.2.1 Erkenntnis und Erkenntnistheorie.	23
1.2.2 Die zentrale Frage der Erkenntnistheorie	24
1.2.3 Empiristen und Rationalisten	26
1.2.4 Die Evolution kognitiver Strukturen	27
1.2.5 Die Tragweite unseres Vorauswissens	29
1.2.6 Unsere Anpassung an die Welt der mittleren Dimensionen	31
1.2.7 Zweiwertige Logik.	32
1.2.8 Die komplementäre Funktion von Vorwissen und individueller Erfahrung	33
1.2.9 Gefährliches Vorwissen	33
1.2.10 Das Empirismus-Rationalismus-Problem der Philosophie (ein Rückblick).	34
1.2.11 Die Fragen des Immanuel Kant	34
1.2.12 Erwerb der Sprache	35
1.2.13 Universales Vorauswissen und kulturelle Vielfalt	36
1.2.14 Die Erklärung der Zweckmäßigkeit der belebten Natur.	37
1.2.15 Kant, Konrad Lorenz – und Goethe	39
1.2.16 Vorwissen und Problemlösung.	40
1.3 Das wissenschaftliche Ethos	42
1.3.1 Scientific communities	43
1.3.2 Das wissenschaftliche Ethos als heterogener Komplex	45

	Inhalt	11
1.3.3	Das wissenschaftliche Ethos als Partialethos . . .	47
1.3.4	Läßt sich das wissenschaftliche Ethos rechtfertigen?	49
1.4	Die Motivation für wissenschaftliches Arbeiten	50
2 Entstehung biologischer Erkenntnis		
2.1	Wissenschaftliche Aussagen	53
2.1.1	Zur Erinnerung	53
2.1.2	Natürliche Sprachen	53
2.1.3	Mathematik und Logik	54
2.1.4	Begriffe	54
2.1.5	Einige Bemerkungen zur logischen Propädeutik	55
2.1.6	Die Sprache des Labors und die Sprache der Theorien	57
2.1.7	Konstrukte und Korrespondenzregeln	58
2.1.8	Klassifikation in der Biologie.	59
2.1.9	Aussagen und Sachverhalte	61
2.1.10	Aussagen und Interesse	62
2.1.11	Reduktionismus – ein Problem der Begriffe . . .	63
2.2	Der Prozeß der Forschung	66
2.2.1	Zur Erinnerung	66
2.2.2	Logik der Forschung?	66
2.2.3	Der Forschungsprozeß, eine einfache Beschreibung	67
2.2.4	Der Forschungsprozeß, eine detaillierte Beschreibung	70
2.2.5	Wie vollzieht sich die Forschung in Wirklichkeit?	78
2.3	Konsens und Subjektivität im Forschungsprozeß	80
2.3.1	Das Konsensusprinzip (eine Erinnerung)	80
2.3.2	Die Rolle der Persönlichkeit im Forschungsprozeß	82
2.3.3	Rahmenbedingungen für kreative Forschung . . .	85
2.3.4	Die Grenzen der Subjektivität	86
2.3.5	Der persönliche Mut in der Wissenschaft	89

2.4 Das Experiment in der Biologie	92
2.5 Der Systembegriff in der Biologie	94
2.5.1 Eine Fallstudie: Das Phytochromsystem der Pflanzen	95
2.5.2 Eine weitere Fallstudie: Der Wald	99
2.5.3 Kybernetik	100
2.5.4 Systemanalyse in der Verhaltensforschung	101
2.5.5 Systemkomplexität und Bewußtsein	103
2.6 Über die Zuverlässigkeit wissenschaftlicher Aussagen	104
2.6.1 Formulierung von Sätzen	104
2.6.2 Variabilität	106
2.6.3 Darstellung von Daten	110
2.6.4 Das Problem der Extrapolation	111
2.6.5 Bewertung von Hypothesen und Theorien	112
2.6.6 Theorie und Spekulation	114
2.6.7 Fehler	115
2.7 Faktorenanalyse in der Biologie	117
2.7.1 Allgemeines zur Kausalität	117
2.7.2 Das Kausalitätsprinzip in der Biologie	118
2.7.3 Einfaktorenanalyse	119
2.7.4 Mehrfaktorenanalyse	122
2.7.5 Fallstudie: Krebsentstehung beim Menschen	127
2.7.6 Multimodale Integration	127
2.8 Gesetze in der Biologie	129
2.8.1 Fakten und Gesetze	129
2.8.2 Gesetzesaussagen der vergleichenden Morphologie	129
2.8.3 Allsätze in der Physiologie	130
2.8.4 Empirische Gesetze	132
2.8.4.1 Beispiele für Prozeßgesetze	132
2.8.4.2 Beispiele für Koexistenzgesetze	133
2.9 Erklärung in Physik und Biologie	136
2.9.1 Das Hempel-Oppenheim-Modell	136
2.9.2 Die Erklärung des freien Falls	137

2.9.3	Die Erklärung der Plasmolyse	139
2.9.4	Kausale Erklärung seltener Ereignisse	141
2.9.5	Kausale Erklärung und Prognose in der Theorie der Evolution	142
2.9.6	Funktionale Erklärung	142
2.9.7	Teleologische Erklärung	144
2.9.8	Biologische und technische Systeme	145
2.9.9	Erklärung in der vergleichenden Morphologie . .	145
2.10	Ist das Ganze mehr als die Summe der Teile?	148
2.10.1	Am Anfang steht ein Experiment	148
2.10.2	Selbstorganisation	149
2.10.3	Gesteuerte Organisation	153
2.10.4	Dictyostelium discoideum	154
2.10.5	Gleichgewichtsassoziationen bei Sozietäten. . .	156
2.10.6	Höhere, vielzellige Organismen	157
2.10.7	Technische Produkte	159
2.10.8	Konsequenzen	159
2.11	Modelle in der Biologie	161
2.11.1	Anschauliche Modelle	161
2.11.2	Materielle Analogiemodelle	162
2.11.3	Computer-Simulierung	164
2.11.4	Mathematische Modelle	165

3 Reichweite biologischer Erkenntnis

3.1	Vom Bildungswert der Biologie	168
3.2	Erkenntnis und Problemlösung	169
3.2.1	Kompetenz	170
3.2.2	Problemlösung.	172
3.2.3	Experten ohne Kompetenz	174
3.2.4	Das Risiko des Generalisten	174
3.2.5	Grundlagenforschung und Problemlösung . . .	175
3.2.6	Über die Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse auf die Grundlagenforschung.	179
3.2.7	Projektforschung und nationale Interessen . .	180

3.3	Wissenschaft und Doktrin	180
3.3.1	Wissenschaft und kirchliche Doktrin: Der Fall Galilei	181
3.3.2	Wissenschaft und polit-ökonomische Doktrin: Der Fall Vavilov	182
3.3.3	Der Lyssenkoismus	187
3.3.4	Dialektischer Materialismus und Wissenschaft heute	191
3.4	Die Frage nach dem Sinn im Prozeß der Naturforschung	192
3.4.1	Gehören Sinnfragen in die Wissenschaft?	192
3.4.2	Das Sinnkriterium bei wissenschaftlichen Aussagen	193
3.4.3	Ist ein Ding (oder ein Teilprozeß) sinnvoll? . . .	193
3.4.4	Ist Naturforschung sinnvoll?	195
3.4.5	Sind die umfassenden Naturprozesse sinnvoll? .	199
3.4.6	Warum können wir die Sinnfrage nicht von uns weisen?	200
3.5	Über die Verantwortung des Biologen	202
3.5.1	Die Grundlagen	202
3.5.2	Die Verantwortung des Wissenschaftlers	203
3.5.3	Verweigerung von Erkenntnis?	206
3.5.4	Anti-Werte	207
3.5.5	Verantwortung und Praxis	209
3.5.6	Welche Themen sind vorrangig wichtig?	210
3.5.7	Welches 'Prinzip Hoffnung'?	212
	Namen- und Sachverzeichnis	214