

Heidelberger Taschenbücher Band 154  
Basistext Medizin



# **Biologie für Mediziner**

Begleittext zum Gegenstandskatalog

Mit 83 Abbildungen

Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg GmbH 1974

Dr. rer. nat. WERNER BUSELMAIER  
Institut für Anthropologie und Humangenetik  
6900 Heidelberg, Neuenheimer Feld 328

ISBN 978-3-540-06754-2    ISBN 978-3-662-06093-3 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-06093-3

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1974.

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1974

Herstellung: Brühlsche Universitätsdruckerei, 63 Gießen

## GELEITWORT

Die traditionellen Inhalte des Mediziner-Unterrichtes in Zoologie und Botanik gehen auf eine Zeit zurück, in welcher der Arzt noch selbst seine Heilkräuter mischte und im Städtchen der „Naturkundige“ war. Immer wieder hat man an verschiedenen Stellen versucht, einen Unterricht anzubieten, der den modernen Entwicklungen innerhalb der Biologie besser entsprach und gleichzeitig den Bedürfnissen einer naturwissenschaftlich orientierten ärztlichen Arbeit weiter entgegenkam. Je nach den persönlichen Interessen der zufällig mit dem Mediziner-Unterricht betrauten akademischen Lehrer entwickelte sich so eine Heterogenität des Lehrangebotes, die wohl in keinem anderen Fach der ärztlichen Ausbildung ihresgleichen fand.

Auf diese Situation traf die neue Approbationsordnung für Ärzte, und es kann nicht wunder nehmen, daß die Vorschriften, welche man in ihr für den Biologie-Unterricht findet, sehr allgemein formuliert und überaus umfassend gehalten sind; um die dort vorgeschriebenen Lernziele wirklich zu erreichen, dazu reicht ein volles Biologiestudium kaum aus. Andererseits wurde das vorklinische Studium gegenüber früher von 5 auf 4 Semester reduziert, und es kamen zwei neue Fächer (Medizinische Psychologie und Soziologie) hinzu. Dieser Gesamtstoff ist nur zu bewältigen, wenn man den Stoff in den „alten“ Fächern, unter anderem in der Biologie, reduziert.

In dieser Lage hatte die Kleine Kommission, die den Gegenstandskatalog für die ärztliche Vorprüfung herzustellen beauftragt war, zwei Möglichkeiten:

1. Sie konnte das Gesamtvolumen des traditionellen Lehrstoffes sozusagen maßstabgerecht reduzieren.
2. Sie konnte versuchen, Gewichte zu setzen und als wichtig angesehene Gebiete einigermaßen gründlich abhandeln, während weniger wichtige Gebiete nur am Rande oder gar nicht berücksichtigt würden.

Die Kommission hat sich für den zweiten Weg entschieden. Sie glaubte, als wichtig ansehen zu dürfen: eine gründliche

Kenntnis der Zelle, ihres Aufbaus und ihrer Funktionen; eine eingehende Vorstellung von den Grundlagen der molekularen Biologie, wie Aufbau des genetischen Materiales; genetischer Code; Transkription und Translation; Grundgesetzmäßigkeiten der Genetik. Gerade in der Genetik ist es heute möglich, viele Gesetzmäßigkeiten am Menschen selbst darzustellen. Dem in der Approbationsordnung verankerten Prinzip, wonach der Student „bereits während der vorklinischen Ausbildung an eine klinisch-propädeutische Untersuchung heranzuführen“ ist, konnte so am besten entsprochen werden.

Aus der Genetik läßt sich die Evolutionslehre ableiten. Sie ist ein so zentraler Teil der Biologie, und die Beschäftigung mit ihr gibt so viel Denkanstöße, daß man in der Biologieausbildung der Mediziner nicht auf sie verzichten kann. Eine Lehre auf der Ebene des genetischen Materiales und der Proteine erschien hier am sinnvollsten.

Zugegebenermaßen hat die Entscheidung, eine derartige Auswahl zu treffen, ihre großen Schwierigkeiten: Sie muß zu vielen Meinungsverschiedenheiten darüber führen, was „wichtig“ ist; sie macht stärkere Umstellungen des gewohnten Lehrangebotes an den meisten Stellen erforderlich; und nicht zuletzt, es gibt noch keine geeigneten Lehrbücher.

Viele Studenten — und auch mancher akademische Lehrer — sehen der ersten, bundeseinheitlichen und schriftlichen ärztlichen Vorprüfung in Biologie mit Bangen entgegen.

Hier müssen wir nun Herrn Dr. W. Buselmaier dankbar sein, daß er die Anregung aufgriff, als Hilfe für die Umstellung einen Basistext zu verfassen. Er hat diesen Text in Anlehnung an den Gegenstandskatalog innerhalb unglaublich kurzer Zeit hergestellt und, wie ich glaube, trotzdem große Gewandtheit und erstaunliche Akribie gezeigt. Ich möchte wünschen, daß dieser Basistext eine weite Verbreitung finden und vielen Medizinstudenten nicht nur durch ihr Examen helfen wird, sondern sie auch dazu anregt, Interesse an der modernen Biologie zu finden und sich — vor allem durch eigenes, tiefer gehendes Studium — notwendige Voraussetzungen für eine wirksame ärztliche Tätigkeit anzueignen.

## VORWORT

Der vorliegende Basistext richtet sich eng nach den im Gegenstandskatalog „Biologie für Mediziner“ angegebenen Lernzielen. Aus Gründen der Übersicht wurde auch weitgehend die dort getroffene Einteilung übernommen. Er ist zum Gebrauch neben der Vorlesung und zur Vorbereitung auf Prüfungen gedacht. Dabei war es das Hauptanliegen des Autors, das geforderte Wissen in einem Buch in komprimierter Form darzustellen. Ohne eine solche Zusammenfassung dürfte es für den Studierenden äußerst schwierig sein, sich das geforderte Wissen aus den verschiedensten Spezialwerken zusammenzusuchen. Bei der Abfassung des Textes wurde auch versucht, die gerade in Biologie durchaus heterogene schulische Vorbildung zu berücksichtigen.

Naturgemäß kann eine Zusammenfassung dieser Art die angesprochenen Gebiete nur beleuchten und nicht umfassend abhandeln. Vielleicht trägt sie aber dazu bei, ein weitergehendes Interesse für das eine oder andere Gebiet zu wecken. Der speziell Interessierte sei hier auf die Spezialliteratur verwiesen.

Herzlich danken möchte der Verfasser Herrn Professor Dr. F. Vogel für viele anregende Diskussionen und Vorschläge sowie für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Mein Dank gilt auch Herrn Professor Dr. U. H. Koecke für wertvolle Hinweise bei der Abfassung des Textes. Für die Sorgfalt bei der Ausführung der Zeichnungen danke ich Fräulein S. Methfessel und Fräulein E. Schalt. Nicht zuletzt möchte ich dem Verlag für die gute Zusammenarbeit danken.

Kritische Beurteilungen des dargebrachten Stoffes sowie der didaktischen Form werden vom Verfasser stets dankbar entgegengenommen.

Heidelberg, im Januar 1974

WERNER BUSELMAIER

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Allgemeine Cytologie und Ultrastruktur der Zelle . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1	Aufbau der Zelle . . . . .	2
1.1.1	Cytoplasma . . . . .	2
1.1.2	Aufbau der Membranen . . . . .	2
1.1.3	Zellorganellen und Membransysteme im Cytoplasma . . . . .	4
1.1.3.1	Endoplasmatisches Reticulum . . . . .	4
1.1.3.2	Golgi-Apparat . . . . .	6
1.1.3.3	Lysosomen . . . . .	6
1.1.3.4	Microbodies . . . . .	7
1.1.3.5	Mitochondrien . . . . .	7
1.1.3.6	Ribosomen . . . . .	8
1.1.3.7	Centriolen . . . . .	9
1.1.4	Zellkern (Nucleus, Karyon) . . . . .	9
1.1.4.1	Kernhülle . . . . .	9
1.1.4.2	Chromosomen . . . . .	10
1.1.4.3	Kernkörperchen (Nucleolus) . . . . .	10
1.1.5	Zellkontakt . . . . .	11
1.2	Zellwachstum und Zellteilung . . . . .	11
1.2.1	Proteinbiosynthese als Grundlage für Zellwachstum und Zellteilung . . . . .	11
1.2.1.1	Nucleinsäuren als Schlüsselsubstanz . . . . .	11
	a) Desoxyribonucleinsäure-Struktur . . . . .	17
	b) Replikation der DNA . . . . .	17
	c) Der genetische Code . . . . .	19
1.2.1.2	Ribonucleinsäuren . . . . .	23
	a) Messenger-RNA und Transkription . . . . .	23
	b) Transfer-RNA . . . . .	24
	c) Ribosomale RNA . . . . .	24
1.2.1.3	Translation . . . . .	26
1.2.1.4	Regulation . . . . .	30
	a) Intracelluläre Regulation . . . . .	31
	b) Intercelluläre Regulation-Hormonwirkung . . . . .	36
1.2.1.5	Zellwachstum . . . . .	38
1.2.2	Zellteilung (Mitose und Cytokinese) . . . . .	38

1.2.2.1	Interphase = Intermitose-Cyclus . . . . .	38
1.2.2.2	Mitose . . . . .	40
1.2.2.3	Cytokinese . . . . .	43
1.2.2.4	Chromosomen höherer Organismen am Bei- spiel des Menschen . . . . .	43
	a) Technik der Chromosomenuntersuchung .	43
	b) Der Karyotyp des Menschen . . . . .	44
	c) Aufbau der Chromosomen . . . . .	47
<b>2.</b>	<b>Vererbungslehre . . . . .</b>	<b>49</b>
2.1	Reifeteilung, Gametenbau und Befruchtung .	49
2.1.1	Reifeteilung = Meiose . . . . .	49
2.1.1.1	Ablauf der Meiose . . . . .	49
2.1.1.2	Funktion der Meiose . . . . .	53
2.1.1.3	Chromosomenfehlverteilungen beim Menschen . . . . .	53
2.1.2	Gametenbau . . . . .	59
2.1.2.1	Entwicklung und Bau des Spermiums . . .	59
2.1.2.2	Bau der Oocyte . . . . .	60
2.1.3	Besamung und Befruchtung . . . . .	63
2.2	Allgemeine Genetik . . . . .	64
2.2.1	Chromosomen als Kopplungsgruppen der Gene . . . . .	64
2.2.2	Geschlechtschromosomen und Geschlechtsbestimmung . . . . .	65
2.2.3	Strukturelle Chromosomenaberrationen . .	68
2.2.3.1	Definition und Einteilung . . . . .	68
2.2.3.2	Deletionen . . . . .	69
2.2.3.3	Translokationen . . . . .	69
2.2.3.4	Duplikationen . . . . .	74
2.2.3.5	Inversionen . . . . .	75
2.2.3.6	Häufigkeit struktureller Chromosomen- aberrationen beim Menschen . . . . .	75
2.2.4	Mendelsche Erbgänge . . . . .	76
2.2.4.1	Mendelsche Regeln . . . . .	76
2.2.4.2	Mendelsche Regeln beim Menschen . . . .	78
	a) Kodominanter Erbgang . . . . .	80
	b) Autosomal-dominanter Erbgang . . . .	80
	c) Autosomal-recessiver Erbgang . . . . .	84
	d) Geschlechtsgebundene Erbgänge . . . .	86
2.2.4.3	Gene in der Bevölkerung . . . . .	89



2.2.4.4	Multiple Allelie . . . . .	90
2.3	Erbliche Unterschiede ohne einfach mendelnden Erbgang. Erbe-Umwelt-Problem .	91
2.3.1	Multifaktorielle Vererbung . . . . .	91
2.3.2	Erbe-Umwelt-Problem, Zwillingsmethode . .	93
2.4	Mutationen . . . . .	94
2.4.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	94
2.4.2	Mutationen in Keimzellen . . . . .	95
2.4.3	Somatische Mutationen . . . . .	97
2.4.4	Mutationen-Folgen im molekularen Bereich .	97
2.4.5	Durch ionisierende Strahlen und chemische Mutagene ausgelöste Mutationen . . . . .	98
2.5	Genwirkung . . . . .	99
2.5.1	Beziehung zwischen Genotyp und Phänotyp. Einige Phänomene . . . . .	99
2.5.1.1	Letalfaktoren . . . . .	99
2.5.1.2	Penetranz und Expressivität . . . . .	102
2.5.1.3	Pleiotropie und Heterogenie . . . . .	102
2.5.2	Gene und Proteine beim Menschen . . . .	103
2.5.3	Gene und Enzyme beim Menschen . . . .	107
<b>3.</b>	<b>Evolution . . . . .</b>	<b>111</b>
3.1	Begriff der Evolution . . . . .	111
3.2	Evolution der Chromosomen . . . . .	115
3.3	Evolution biologischer Moleküle . . . . .	118
3.4	Evolution des Hämoglobins . . . . .	119
3.5	Isozyme als Folge von Duplikationen . . . .	121
<b>4.</b>	<b>Grundlagen der Mikrobiologie . . . . .</b>	<b>123</b>
4.1	Allgemeine Bakteriologie . . . . .	123
4.1.1	Vermehrung und Züchtung von Bakterien . .	125
4.1.2	Bakteriengenetik . . . . .	128
4.2	Allgemeine Virologie . . . . .	130
<b>5.</b>	<b>Morphologie und Physiologie ein- und mehr- zelliger Organismen . . . . .</b>	<b>136</b>
5.1	Zellbewegung . . . . .	136
5.2	Gewebeentstehung und Zelldifferenzierung .	138

5.2.1	Vom Einzeller zur Gewebezelle . . . . .	138
5.2.2	Die Entstehung von Ektoderm, Entoderm und Mesoderm beim Menschen . . . . .	142
5.2.3	Induktionsvorgänge bei der Organo- und Histogenese . . . . .	145
5.2.4	Regeneration und Enddifferenzierung . . .	146
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>147</b>