

# Inhaltsverzeichnis

<b>Geleitwort .....</b>	<b>9</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>10</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>11</b>
<b>2 Biochemie und Immunologie .....</b>	<b>17</b>
2.1 Biochemie – die Chemie des Lebens .....	17
2.1.1 Die Parabel von Schlüssel und Schloss .....	19
2.1.2 Die Biochemie – eine Tochter der Naturstoffchemie .....	20
2.1.3 Ungewöhnliche Eigenschaften der lebenden Materie .....	21
2.1.4 Das Proteinparadigma .....	23
2.1.5 Selbstreplikation von Proteinen .....	24
2.1.6 Biochemie in der »prägenetischen« Vorzeit .....	25
2.2 Die Immunologie – Vom Molekül zur Zelle .....	27
2.2.1 Paul Ehrlichs Seitenkettentheorie .....	27
2.2.2 Chemie contra Zellbiologie .....	30
2.2.3 Die Rolle der Zellen in der Immunologie .....	30
2.2.4 Das »Selbst-nicht-Selbst«-Paradigma in heutiger Sicht .....	32
<b>3 Genetik .....</b>	<b>35</b>
3.1 Mendels Genetik .....	35
3.2 Delbrücks und Schrödingers Beschreibungen eines Gens .....	37
3.3 Die Ursprünge der funktionellen Genetik .....	38
3.4 Klonen, Vervielfältigen und Sequenzieren von Genen .....	39
3.5 Die Lösung des Diauxy-Problems: Die Repressor-Operator-Wechselwirkung »revisited« .....	40
3.6 Was ist ein Gen? .....	41
3.7 Der Weg von DNA/RNA zum genetischen Code .....	42
3.8 Der Triumph der Genetik .....	43
3.9 »Molekulare« contra »klassische« Biologie .....	44
<b>4 Vom Gen zum Gennetzwerk .....</b>	<b>45</b>
4.1 Genexpression und genetischer Informationstransfer in der lebenden Zelle .....	45
4.1.1 Genetik heute .....	45
4.1.1.1 Eine Rolle für nichtkodierende Gene: RNA-Interferenz .....	46
4.1.1.2 Homologe Rekombination .....	47
4.1.1.3 Die Rolle der Mobilität der Gene in der Transkription .....	47
4.1.1.4 Translation der genetischen Information .....	48

4.1.2 Nichtvererbbare Genmodifikationen: die Epigenetik .....	48
4.1.3 Informationstransfer ohne DNA: Paramutation .....	50
4.1.4 Die Stochastizität des genetischen »read out« .....	51
4.1.5 Wie funktionieren Gene in der lebenden Zelle? .....	53
4.1.5.1 Reprogrammierung von Stammzellen .....	54
4.1.5.2 Ausblick .....	55
4.2 Humangenetik .....	55
4.2.1 Genetische Unterschiede der Menschen .....	56
4.2.2 Ein Beispiel für die Rolle der SNPs in der Humangenetik .....	57
4.3 Gene und Morphogenese .....	58
4.3.1 Wachstum und Form .....	59
4.3.2 Das morphogenetische Feld und die »Organisatoren« .....	59
4.3.3 Die Rolle der Genduplikationen und der Genfrequenz für die Entstehung neuer Phänotypen .....	60
4.3.4 Die Homeobox .....	60
4.3.5 Dissipative Strukturen und Morphogenese .....	61
4.3.6 Morphogenese und Evolution .....	61
<b>5 Vom Gen zum Protein – Kann man das <i>Proteom</i> aus dem <i>Genom</i> ableiten?</b> .....	<b>63</b>
5.1 Proteinfaltung, die andere Hälfte des genetischen Codes .....	63
5.1.1 Anfinsens Experiment .....	64
5.1.2 Domänen und Monomere .....	65
5.1.3 Ist Proteinfaltung ein unlösbares Problem? .....	65
5.2 Macht die Variabilität der Proteine den Weg vom Gen zum Protein unberechenbar? .....	66
5.2.1 Beispiele flexibler Proteine .....	66
5.2.1.1 Antikörper .....	66
5.2.1.2 Rezeptoren .....	67
5.2.2 Ein Modell ligandeninduzierter Änderungen der Struktur von Proteinen .....	70
5.2.3 Die Folgen der Variabilität der Proteinstrukturen für die Systembiologie .....	71
<b>6 Darwins Evolution</b> .....	<b>73</b>
6.1 Die Evolution aus der Sicht der Genetik .....	73
6.1.1 Adaptation und Evolution .....	74
6.1.2 Einflüsse der Umwelt .....	75
6.1.3 Adaptation durch Gewöhnung und Indokrination contra Mendels Vererbung .....	75
6.1.4 Was ist Adaptation? Eine Begriffsbestimmung .....	75
6.1.5 Die Rolle des horizontalen Gentransfers in der Evolution .....	76
6.1.6 Natürliche Selektion .....	77
6.1.7 Selektion von Genvarianten .....	78
6.1.8 Die »Quasispezies« .....	79
6.1.9 Fitness .....	79

## Inhaltsverzeichnis

6.1.10 Emergenz: Das Erscheinen neuer Eigenschaften in der Evolution ..	80
6.1.11 Die Ökonomie der Evolution .....	80
6.1.12 Die synthetische Biologie nutzt die Ökonomie der Evolution .....	81
6.1.13 Die Stabilität des Genoms .....	82
6.2 Evolution aus der Sicht der Chemiker und Physiker sowie der Kreationisten .....	83
6.2.1 Chemiker, die Entstehung des Lebens und die Evolution .....	84
6.2.1.1 Der Beginn des Lebens .....	85
6.2.1.2 Änderungen der Chemie der Umwelt und ihre Folgen für die Evolution .....	85
6.2.1.3 Evolution, ein Prozess der Selbstorganisation? .....	87
6.2.2 Vom Gen zum Genom .....	90
6.2.3 Jünger der » <i>Intelligent design</i> «-Sekte miss verstehen die Evolution .....	91
<b>7 Techniken, die den Fortschritt in der experimentellen Biologie ermöglichen .....</b>	<b>93</b>
7.1 Physikalische Methoden .....	93
7.1.1 Geschichte der Strukturbiolegie .....	94
7.1.2 Die Rolle der Strukturbiolegie für die Entschlüsselung der Proteinregulation .....	95
7.1.2.1 Monods Modell der » <i>allosterischen</i> « Regulation .....	96
7.1.2.2 Alternative Modelle für eine ligandeninduzierte Änderung der Konformation von Proteinen .....	98
7.1.2.3 Die Rolle von Ideen und Modellen in der experimentellen Biologie .....	100
7.1.3 NMR-Spektroskopie und Proteindynamik .....	100
7.1.4 Optische Methoden zur Sichtbarmachung der Zellstrukturen <i>in situ</i> ..	103
7.2 Die Informationstechnologie und ihre Rolle in der Systembiologie und der Systemanalyse .....	105
7.2.1 Die Systembiologie .....	105
7.2.2 Die Kybernetik, ein Vorläufer der Systembiologie .....	106
7.2.3 Das Ziel der Systembiologie .....	108
7.2.3.1 Sucht die Systembiologie nach mechanistischen Erklärungen? .....	110
7.2.3.2 Ist die Systembiologie Technik oder Wissenschaft? .....	110
7.2.3.3 Die Aussichten der Systembiologie .....	111
7.2.4 Systembiologie ist ein Teil der Systemanalyse .....	112
<b>8 Der Mensch als biologisches Objekt .....</b>	<b>113</b>
8.1 Humanbiologie .....	113
8.1.1 Die Evolution des Menschen .....	113
8.1.2 Das menschliche Genom .....	113
8.1.3 Das menschliche Gehirn .....	115
8.1.4 Darwins Epistemologie und Altruismus .....	118

8.1.5 Der Einfluss der kulturellen Überlieferung auf die Entwicklung des Menschen .....	119
8.1.5.1 Wie hat der Mensch gelernt zu sprechen? .....	119
8.1.5.2 Bestimmen Gene das menschliche Verhalten? .....	120
8.1.5.3 Evolution und Religion .....	121
8.2 Mensch und Medizin .....	126
8.2.1 Die Stammzelldebatte .....	128
8.2.2 Wissenschaft und Politik .....	129
8.2.3 Ausblick .....	129
<b>9 Ein Biochemiker versucht, die Biologie zu verstehen .....</b>	<b>131</b>
9.1 Die Forschung in der Biologie .....	131
9.1.1 Wege zum Verständnis der Biologie .....	132
9.1.1.1 Reduktionismus .....	133
9.1.1.2 Grenzen der Reduzierbarkeit biologischer Prozesse .....	135
9.1.1.3 Teleologie und Teleonomie .....	136
9.1.1.4 Die historische Dimension der Biologie .....	136
9.1.2 Die Unterschiede zwischen lebender und toter Welt .....	136
9.1.3 Unterschiede in den Absichten und Methoden reduktionistischer und holistischer Biologen .....	139
9.2 Die Arbeitsweise der experimentellen Biologen .....	139
9.2.1 Modelle in der Biologie .....	139
9.2.2 Die Wahl des geeigneten Objekts .....	140
9.2.3 Die experimentelle Biologie der Gegenwart .....	141
<b>10 Begriffserläuterungen .....</b>	<b>143</b>
<b>11 Literatur .....</b>	<b>153</b>