

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	9
Danksagung	10
1 Einleitung	11
2 Biochemie und Immunologie	17
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
3 Genetik	35
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
4 Vom Gen zum Gennetzwerk	45
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 Nichtvererbare 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
5 Vom Gen zum Protein – Kann man das Proteom aus dem Genom ableiten?	63
5.1 Proteinfaltung, die andere Hälfte des genetischen Codes	63
5.1.1 Anfinsen 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
6 Darwins Evolution	73
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 Indokration 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

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 »Intelligent design«-Sekte missverstehen die Evolution	91
7 Techniken, die den Fortschritt in der experimentellen Biologie ermöglichten	93
7.1 Physikalische Methoden	93
7.1.1 Geschichte der Strukturbioogie	94
7.1.2 Die Rolle der Strukturbioogie für die Entschlüsselung der Proteinregulation	95
7.1.2.1 Monods Modell der »allosterischen« 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
8 Der Mensch als biologisches Objekt	113
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 Stammzelledebatte	128
8.2.2 Wissenschaft und Politik	129
8.2.3 Ausblick	129
9 Ein Biochemiker versucht, die Biologie zu verstehen	131
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
10 Begriffserläuterungen	143
11 Literatur	153