

Inhalt

Verzeichnis der Mitarbeiter	XXIX
-----------------------------	------

I. Übergreifende Aspekte und Evolution

1	Epochen der Biologie	
	Grundprobleme der Biologie und ihre Geschichte	3
	<i>Dietrich Starck</i>	
1.1	Vorbemerkungen	3
1.2	Hauptepochen der historischen Entwicklung	3
1.2.1	Vorwissenschaftliche Epoche – frühe Denkformen	3
1.2.2	Klassische Antike	6
1.2.3	Spätantike – Hellenismus	8
1.2.4	Byzanz	9
1.2.5	Orient und Islam – die Araber	11
1.2.6	Mittelalter	12
1.2.7	Frühe Neuzeit	12
1.2.8	Barock, 17. und frühes 18. Jahrhundert	14
1.2.9	Embryologie	16
1.2.10	Systematik	16
1.2.11	Morphologie	17
1.2.12	Physiologie	18
1.2.13	Die Zellenlehre und die Anfänge der Genetik	19
1.2.14	Die Evolution – Charles Darwin und seine Zeit	21
1.3	Ausblicke	24
2	Die praktische Bedeutung von Theorien in der Wissenschaft	27
	<i>Wolfgang Friedrich Gutmann</i>	
2.1	Einleitung	27
2.2	Problemlage, Theorie und Überprüfung	28
2.3	Differenzen zum Induktionismus	29
2.4	Kritik und Überprüfung als Grundlage von Bewährung und Schwächung von Theorien	29
2.5	Konsequenzen für das Verhalten gegenüber wissenschaftlichen Theorien	30

2.6	Logisch falsche Theorien	31
2.7	Fakten und Realität	32
2.8	Wissenschaft als dynamischer Prozeß	32
2.9	Die Grenzen des hypothetiko-deduktiven Ansatzes	33
2.10	Die biologischen Disziplinen	34
2.11	Modell-Theorien als Grundlage des wissenschaftlichen Arbeitens in der Biologie	35
2.12	Fazit	37
3	Beiträge der Biologie zum Selbstverständnis des Menschen	39
	<i>Hans-Jürg Kuhn</i>	
3.1	Einleitung	39
3.2	Linnés System der Natur	40
3.3	Leben als Systemeigenschaft	41
3.4	Der Mensch als Ergebnis seiner Stammesgeschichte	42
3.4.1	Beispiel: Atemweg und Speiseweg	42
3.4.2	Beispiel: Fuß- und Handentwicklung	43
3.4.3	Beispiel: Entwicklung des menschlichen Gehirns	46
3.5	Zum Verhalten des Menschen	47
3.6	Angeborenes und erworbenes Verhalten – Kaspar-Hauser-Versuche	48
3.6.1	Kaspar-Hauser-Versuche bei Vögeln	48
3.6.2	Kaspar-Hauser-Versuche bei Primaten	49
3.7	Die Begriffssprache des Menschen – Versuche mit nichtmenschlichen Primaten	52
3.8	Zur Notwendigkeit der Entwicklung eines „Selbstverständnisses zweiter Ordnung“	54
4	Die Evolution	55
4.1	Allgemeine Grundlagen der Evolution	
	Evolutionsfaktoren und Evolutionsmechanismen	55
	<i>Dietrich Starck</i>	
4.1.1	Einleitung, Definition	55
4.1.2	Beweise für die Evolution	56
4.1.2.1	Natürliches System	56
4.1.2.2	Homologie	57
4.1.2.3	Embryonalentwicklung	59
4.1.2.4	Paläontologie	61
4.1.2.5	Biogeographie	64
4.1.3	Faktoren und Mechanismen der Evolution	66
4.1.3.1	Historische Vorbemerkungen	66
4.1.3.2	Der Art-(Spezies-)Begriff	66
4.1.3.3	Variabilität	68
4.1.3.4	Selektion	72
4.1.3.5	Elimination; Isolationsmechanismen	74
4.1.3.6	Entstehung höherer systematischer Kategorien	76

4.2	Phylogenie (Beispiele aus der Stammesgeschichte der Wirbeltiere) . . .	79
	<i>Dietrich Starck</i>	
4.2.1	Die Entstehung der Säugetiere	79
4.2.2	Stammesgeschichte des Menschen	86
4.2.2.1	Die systematische Einordnung des Menschen	86
4.2.2.2	Australopithecinae	90
4.2.2.3	Übergangsphase – Homo habilis	92
4.2.2.4	Homo erectus (Archanthropinen, Frühmenschen)	92
4.2.2.5	Homo sapiens (Paläoanthropinen: Altmenschen und Neanthropinen: Jetztmenschen)	93
4.3	Die Evolution: Sonderprobleme	
	Die stammesgeschichtliche Ausgestaltung des Blutgefäßsystems bei den Wirbeltieren	97
	<i>Dietrich Starck</i>	
4.3.1	Leitungsbahnen und Antrieb des Blutgefäßsystems der Wirbeltiere	97
4.3.2	Das Herz der Fische als Ausgangsstufe der evolutiven Entwicklung	98
4.3.3	Konsequenzen des Übergangs vom Wasser- zum Landleben	99
4.3.4	Weiterentwicklung des Herzens in der aufsteigenden Wirbeltierreihe	100
4.3.5	Umbildungen im Bereich der Kiemenbogenarterien	102
4.3.6	Fetaler Kreislauf	104
5	Evolution auf molekularer Ebene	107
	<i>Werner Groß</i>	
5.1	Grundbegriffe und Definition	107
5.1.1	Mutation	107
5.1.2	Minimale Mutationsdifferenz	107
5.1.3	Deletionen und Insertionen	108
5.1.4	Geschwindigkeit der Evolution	108
5.1.5	Gen-Duplikationen	108
5.2	Die Hämoglobine (Hb)	109
5.2.1	Die Hämoglobine des Menschen	109
5.2.2	Evolution der Ketten	110
5.2.3	Das fetale Hämoglobin	112
5.2.4	Unterschiede zwischen HbA und HbF	112
5.3	Polymorphie – Isozyme	113
 II. Die Zelle		
6	Grundlagen der Zytologie	117
	<i>Walter Schmidt</i>	
6.1	Einleitung und Begriffsbestimmung	117
6.2	Morphologie der Zelle – Das Zellschema	118
6.2.1	Zytoplasma	118
6.2.2	Zytomembran	119

X Inhalt

6.2.3	Endoplasmatisches Retikulum	121
6.2.4	Golgiapparat	121
6.2.5	Mitochondrien	122
6.2.6	Zentriol	123
6.2.7	Zellkern	123
6.2.8	Zellkompartimente	124
6.2.9	Paraplasmatische Einschlüsse	125
6.2.10	Lysosomen	126
6.3	Allgemeine Biologie der Zelle – Zellphysiologie	127
6.3.1	Erregbarkeit	127
6.3.2	Bewegungsausprägungen der Zelle	127
6.3.3	Stoff- und Energiewechsel	128
6.3.4	Lebensdauer	129
6.3.5	Vermehrung und Wachstum	129
6.3.6	Zelltod	132
6.4	Die differenzierte Zelle im Gewebsverband	132
6.4.1	Zellkontakte	132
6.4.1.1	Zonula occludens	133
6.4.1.2	Zonula adhaerens	134
6.4.1.3	Macula adhaerens	134
6.4.1.4	Synapse	134
6.4.2	Gewebearten	135
6.4.2.1	Epithelgewebe	135
6.4.2.2	Bindegewebe	136
6.4.2.3	Muskelgewebe	137
6.4.2.4	Nervengewebe	138
7	Embryologie	139
	<i>Walter Schmidt</i>	
7.1	Methodik der embryologischen Forschung und Begriffsbestimmung	139
7.2	Keimzellbildung, Gametogenese	141
7.2.1	Die Samenzelle	142
7.2.2	Die Eizelle	143
7.3	Befruchtung	145
7.4	Furchung	146
7.5	Bildung der Keimblätter, Gastrulation	149
7.6	Bildung der Embryonalorgane (Primitivorgane)	152
7.7	Organogenese	152
7.8	Entwicklungsphysiologie	155
7.9	Grundlagen der Gewebsentstehung (Histogenese) und Zelldifferenzierung	159
7.10	Wachstum und funktionale Veränderungen von Zellen und Geweben	161
8	Grundlagen der Mikroskopie	163
	<i>Joachim Richter</i>	
8.1	Einleitung	163

8.2	Größenordnungen in der Anatomie und Zellbiologie	163
8.3	Untersuchungen mit freiem Auge	163
8.4	Lupenvergrößerung und einfaches Mikroskop	165
8.5	Zusammengesetztes Mikroskop	165
8.5.1	Bauprinzipien	165
8.5.2	Linsenfehler und Möglichkeiten der Abhilfe	166
8.5.3	Leistungen und Grenzen der Lichtmikroskopie	167
8.5.4	Ultraviolettmikroskopie	170
8.5.5	Dunkelfeldmikroskopie	170
8.5.6	Polarisationsmikroskopie	170
8.6	Elektronenmikroskopie	170
8.6.1	Physikalische Grundlagen, Historisches	170
8.6.2	Funktionsprinzipien des Elektronenmikroskops	171
8.6.3	Der Strahlengang im Elektronenmikroskop	173
8.6.4	Auflösungsvermögen des Elektronenmikroskops	174
8.6.5	Präparationsmethoden	174
8.6.6	Rasterelektronenmikroskopie	175
8.6.7	Grenzen der Leistungsfähigkeit der Elektronenmikroskopie	177

III. Stoffwechsel und Stofftransport

9	Stoffwechsel und Verdauung	181
	<i>Peter Harth und Harald Förster</i>	
9.1	Einleitung	181
9.1.1	Definition und grundlegende Begriffe	181
9.1.2	Einteilung der Organismen nach ihren Kohlenstoff- bzw. Energiequellen	182
9.1.3	Die Kreisläufe von Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff	183
9.1.4	Zusammenfassende Übersicht über den Stoffwechsel	185
9.2	Kohlenhydratstoffwechsel	187
9.2.1	Eigenschaften der Kohlenhydrate	187
9.2.2	Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate	189
9.2.3	Stoffwechselwege der Glucose	189
9.2.3.1	Membrantransport der Glucose	191
9.2.3.2	Glucosereduktion	191
9.2.3.3	Glucosephosphorylierung	191
9.2.3.4	Glykolyse	192
9.2.3.5	Gluconeogenese	194
9.2.3.6	Cori-Zyklus	194
9.2.4	Glykogenstoffwechsel	195
9.3	Lipidstoffwechsel	196
9.3.1	Eigenschaften der Lipide	197
9.3.2	Fettverdauung und Resorption	199
9.3.3	Fettstoffwechsel (Triglyceridstoffwechsel)	201
9.3.3.1	Ausgangsverbindungen für den Stoffwechsel der Fettsäuren: Acetyl-CoA und Acyl-CoA	202

9.3.3.2	Fettsäureoxidation (Fettsäureabbau)	203
9.3.3.3	Fettsäuresynthese	204
9.4	Eiweißstoffwechsel	205
9.4.1	Eiweißverdauung und Resorption	206
9.4.2	Aminosäurestoffwechsel	207
9.4.2.1	Transaminierung von Aminosäuren	209
9.4.2.2	Die oxidative Desaminierung von Aminosäuren	210
9.4.2.3	Decarboxylierung von Aminosäuren	211
9.4.3	Die terminale Ausscheidung des Aminostickstoffs	211
9.5	Verdauung und Resorption	213
9.5.1	Aufgaben der Verdauung	213
9.5.2	Das Verdauungssystem der Wirbeltiere	215
9.5.3	Funktionen des Magen-Darm-Traktes beim Menschen	219
9.5.3.1	Aufbau des Magen-Darm-Traktes	219
9.5.3.2	Gastrointestinale Hormone – das gastro-entero-pankreatische endokrine System	221
9.5.3.3	Die vier Phasen der Verdauung	224
9.5.4	Mechanismen der Verdauung und Resorption	225
10	Stofftransport und Ausscheidung	231
10.1	Physiologie der Atmung, des Kreislaufs und der Nierenfunktion	231
	<i>Wilhelm Schroeder</i>	
10.1.1	Die Konstanz des inneren Milieus	231
10.1.2	Diffusionsprozesse im Dienste des Stoffaustausches	233
10.1.3	Physiologie der Atmung	235
10.1.4	Physiologie des Kreislaufs	243
10.1.4.1	Sauerstoffaufnahme und Sauerstofftransport	243
10.1.4.2	Die terminale Strombahn	243
10.1.4.3	Stoffaustausch in den Kapillaren	244
10.1.4.4	Funktionsschema des Säugetierkreislaufs	249
10.1.4.5	Hämoglobin – Sauerstoffbindungskurve	250
10.1.5	Physiologie der Niere	254
10.1.5.1	Vergleichend-biologische Gesichtspunkte – Aufgaben der Niere	254
10.1.5.2	Modell zur Erklärung der Säugerniere	256
10.1.5.3	Evolution und Bau der Niere	257
10.2	Membranen und Transport	263
	<i>Klaus Ring</i>	
10.2.1	Einleitung	263
10.2.2	Zusammensetzung biologischer Membranen	263
10.2.2.1	Lipide der Membranen	264
10.2.2.1.1	Fettsäuren	264
10.2.2.1.2	Aufbau der komplexen Lipide	265
10.2.2.2	Sterine	267
10.2.2.3	Membranproteine	268

10.2.3	Physikalisches Verhalten von Membranlipiden	269
10.2.4	Membranstruktur	270
10.2.5	Membranpermeabilität und Transport	271
10.2.6	Transport hydrophiler Substanzen	272
10.2.6.1	Freie Diffusion	272
10.2.6.2	Erleichterte Diffusion	274
10.2.6.3	Aktiver Transport	274

IV. Lokomotion und Biomechanik

11	Zellmotilität und Lokomotion der Tiere	279
	<i>Wolfgang Maier</i>	
11.1	Einführung	279
11.2	Quergestreifte Skelettmuskulatur	281
11.2.1	Struktur der quergestreiften Skelettmuskulatur	281
11.2.2	Proteine der Muskelfasern	284
11.2.3	Die molekularbiologischen Elementarprozesse der Muskelkontraktion	287
11.2.4	Steuerung der Muskelkontraktion	287
11.3	Die Entstehung der Zellmotilität und der Lokomotion	290
11.3.1	Die amöboide Bewegung	291
11.3.2	Die Bewegung mit Flimmerhaaren (Undulipodien)	293
11.4	Zellmotilität und Lokomotion bei vielzelligen Tieren	301
12	Biomechanik – Prinzipien und Beispiele aus der funktionellen Morphologie des menschlichen Bewegungsapparates	311
	<i>Rolf Schneider</i>	
12.1	Einleitung	311
12.2	Beispiele aus der Biomechanik des knöchernen Skelettes	312
12.2.1	Physikalisch-technische Grundlagen	312
12.2.2	Die Beziehung zwischen Knochenanbau und -abbau am Beispiel des Hüftgelenks	316
12.2.3	Das Prinzip des relativen Materialminimums	318
12.2.4	Trajektorielle Systeme im Knochen	321
12.2.5	Die funktionelle Anpassung des Knochens an mechanische Reize	325
12.2.6	Biomechanische Aspekte der Konstruktion der unteren Extremität	329

V. Information im Organismus

13	Zur Struktur und Funktion des Nervensystems	335
13.1	Bauprinzipien des Nervensystems	335
	<i>Dietrich Starck</i>	
13.1.1	Das Nervensystem im Dienst der Informationsübermittlung	335
13.1.2	Bauelemente des Nervensystems	335
13.1.2.1	Bau des Neurons	336
13.1.2.2	Bau der Nervenfasern	339

13.1.2.3	Synapsen	341
13.1.2.4	Das Neurogliaewebe	342
13.1.2.5	Der periphere Nerv	342
13.1.2.6	Einige Besonderheiten des Nervengewebes der Wirbellosen	343
13.1.2.7	Degeneration und Regeneration von Nervengewebe	343
13.1.3	Diffuses und zentralisiertes Nervensystem	344
13.1.3.1	Das diffuse Nervensystem der Nesseltiere	344
13.1.3.2	Das Nervensystem der Spiralier	345
13.1.3.3	Das Nervensystem der Chordatiere und ihrer Verwandten	345
13.1.3.4	Zentralisation und Zerebralisation	346
13.1.4	Die Grundgliederung des Zentralnervensystems der Wirbeltiere und verschiedene Entfaltungsmöglichkeiten bei Nichtsäugern	348
13.1.4.1	Grundbausteine	348
13.1.4.2	Das Zentralnervensystem der Schwanzlurche als Modell eines einfachen Wirbeltiergehirns	351
13.1.4.3	Die Entwicklung des Palliums bei verschiedenen Stammesreihen der Wirbeltiere	352
13.1.5	Das Gehirn der Säugetiere	354
13.1.5.1	Prinzipien des Ausbaus der Gehirne der Säugetiere	354
13.1.5.2	Weiterer Ausbau des Neopalliums; Furchen und Windungen	358
13.1.5.3	Hirngröße und Rangordnung	360
13.2	Das Nervensystem: Grundprozesse der Erregung	363
	<i>Hermann Antoni</i>	
13.2.1	Einleitung	363
13.2.2	Größenordnung und Messung des Ruhepotentials	363
13.2.3	Entstehung des Ruhepotentials	368
13.2.3.1	Wie entstehen Diffusionspotentiale?	368
13.2.3.2	Die Membrantheorie von Bernstein	369
13.2.4	Ionentheorie des Aktionspotentials	372
13.2.4.1	Entstehung von Aktionspotentialen	372
13.2.4.2	Die Technik der Spannungsklemme (voltage clamp)	375
13.2.4.3	Eigenschaften des schnellen Na ⁺ -Kanals	376
13.2.5	Auslösung und Fortleitung einer Nervenerregung	377
14	Sinnesorgane	381
14.1	Sinnesorgane: Rezeptoreigenschaften	381
	<i>Hermann Antoni</i>	
14.1.1	Vorbemerkung	381
14.1.2	Prinzipien und Begriffe der Sinnesphysiologie	381
14.1.3	Morphologie der Rezeptoren	383
14.1.4	Rezeptorpotential	388
14.1.5	Adaptation – tonische und phasische Rezeptoren	389
14.1.6	Beispiele spezieller Rezeptoreigenschaften	392
14.1.7	Pacinische Körperchen	394

14.2	Sinnesorgane: Informationsverarbeitung im visuellen System	399
	<i>Hermann Antoni</i>	
14.2.1	Aufbau des visuellen Systems	399
14.2.2	Retinale Antworten auf Belichtung	401
14.2.3	Rezeptive Felder retinaler Ganglienzellen	403
14.2.4	Informationsverarbeitung im Corpus geniculatum laterale	405
14.2.5	Informationsverarbeitung im optischen Cortex	406
14.2.6	Schlußbetrachtung	408
14.3	Sinnesorgane: Das Gehör	409
	<i>Hanskurt Müller</i>	
14.3.1	Physikalische Grundbegriffe – Schallwellen	409
14.3.2	Schallrezeption und Schalltransformation	411
14.3.3	Bau und Funktion des Mittelohres bei Säugetieren	413
14.3.4	Bau und Funktion des Innenohres bei Säugetieren	416
14.3.5	Richtungshören und Empfindlichkeit des Hörorgans	418
15	Biologische Regelung	423
	<i>Hanskurt Müller</i>	
15.1	Vorbemerkung	423
15.2	Technische Regelsysteme	423
15.3	Biologische Regelsysteme	425
15.4	Der Gleichgewichtssinn als Beispiel für ein Regelsystem	427
15.5	Der Muskeleigenreflex	429
15.6	Weitere Beispiele für biologische Regelsysteme	431
15.6.1	Augenbewegungen, Pupillenweite	431
15.6.2	Atmung, Kreislauf, Körpertemperatur	432
15.6.3	Hormonale Regelkreise	432
16	Hormonale Integration bei Mensch und Tier	433
16.1	Hormone als Informationsträger	433
	<i>Kurt Fiedler</i>	
16.1.1	Der Hormonbegriff	433
16.1.2	Wie Hormone wirken	434
16.1.2.1	Hormone als Enzyme, Enzymaktivatoren und permeabilitätsändernde Stoffe; Genaktivierung	434
16.1.2.2	Hormone als Glieder von komplexen Regelsystemen	435
16.1.2.3	Hormonrezeptoren	435
16.1.3	Endokrine Rhythmen	436
16.1.4	Gastrointestinale Hormone	437
16.1.5	Pankreashormone	438
16.1.5.1	Ontogenese und Evolution des endokrinen Pankreas	438
16.1.5.2	Funktion und Darstellung der Pankreashormone	439
16.1.5.3	Insulin – Struktur und Wirkung	439
16.1.5.4	Die Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus)	440

16.1.5.5	Pankreatische Polypeptide; Somatostatin	440
16.1.6	Die Schilddrüse und ihre Hormone	441
16.1.6.1	Vergleichende Endokrinologie der Schilddrüse	441
16.1.6.2	Funktion und Wirkung der Schilddrüsenhormone	443
16.1.6.3	Metamorphose der Amphibien	443
16.1.6.4	Bedeutung der Schilddrüse beim Menschen	445
16.1.7	Die Nebenniere	445
16.1.7.1	Nebennierenrindenhormone	446
16.1.7.2	Das Streß-Konzept	448
16.1.7.3	Das Nebennierenmark	449
16.1.8	Epiphyse	450
16.1.8.1	Anatomische und evolutionsbiologische Grundlagen	450
16.1.8.2	Die Epiphyse als lichtsensitives Organ	451
16.1.8.3	Der Farbwechsel bei Fischen als Epiphysen-gesteuerter Prozeß	452
16.1.9	Pheromone	453
16.2	Neurosekretion	457
	<i>Kurt Fiedler</i>	
16.2.1	Das Zwischenhirn-Hypophysen-System	457
16.2.1.1	Anatomische Grundlagen	457
16.2.1.2	Intraaxonaler Transport von Neurosekret	458
16.2.1.3	Leistungen neurosekretorischer Zellen – Oxytocin und Vasopressin	460
16.2.1.4	Vergleichend-endokrinologische Betrachtungen	461
16.2.1.5	Zur Dynamik der Oxytocinsekretion	461
16.2.2	Das kaudale neurosekretorische System der Fische	462
16.2.3	Neurosekretion bei Wirbellosen	463
16.2.4	Die Hypophyse der Wirbeltiere	465
16.2.4.1	Anatomische und physiologische Grundlagen	465
16.2.4.2	Zur vergleichenden Endokrinologie von Prolaktin	468
16.2.4.2.1	Prolaktin – ein omnipotentes Hormon	469
16.2.4.2.2	Die Bedeutung des Prolaktins für Fische	470
16.2.4.2.3	Die Bedeutung des Prolaktins für die hormonale Steuerung der Laktation	471
16.2.4.3	Weitere Adenohypophysenhormone	473
16.2.4.3.1	Melanotropin, Kortikotropin	473
16.2.4.3.2	Thyreotropin	473
16.2.4.3.3	Gonadotropine (Follitropin = FSH, Lutropin = LH)	474
16.2.4.4	Die sexuelle Prägung des Gehirns	474
16.2.4.5	Wie wirken Hormone auf das Gehirn?	475
16.2.4.6	Hypothalamushormone	475
16.2.4.7	Endorphine	477
16.2.5	Phylogenetische Aspekte der Wirbeltierhormone	478
16.3	Der Sexualzyklus des Menschen	481
	<i>Hans-Dieter Taubert und Herbert Kuhl</i>	
16.3.1	Einführung, historische Vorbemerkungen	481

16.3.2	Zur Physiologie und Biochemie der menschlichen Sexualhormone	482
16.3.2.1	Steroidhormone	482
16.3.2.2	Biosynthese der Steroidhormone	484
16.3.2.3	Wirkungsmechanismus von Steroidhormonen	486
16.3.2.4	Neurohormone	487
16.3.2.5	Gonadotropine	488
16.3.2.6	Wirkungsmechanismus der Gonadotropine	489
16.3.3	Die Genitalfunktionen der Frau	490
16.3.3.1	Der hormonale Regelkreis der Frau	490
16.3.3.2	Der Ovarialzyklus der Frau	492
16.3.3.3	Steuerung der weiblichen Genitalfunktion	497
16.3.3.4	Die Wirkungen der Ovarialhormone	498
16.3.4	Die Genitalfunktionen des Mannes	502
16.3.4.1	Steuerung der Hodenfunktion	503
16.3.4.2	Spermiogenese	504
16.3.4.3	Ejakulation	507
16.3.5	Das Befruchtungsgeschehen	507
16.3.5.1	Spermienaszension	507
16.3.5.2	Kapazitation und Fertilisierung	508
16.3.5.3	Eitransport	510
16.3.5.4	Implantation	511
16.3.6	Sexuelle Differenzierung und Reifung	512
16.3.6.1	Embryonale und fetale Prozesse	512
16.3.6.2	Pubertät	516
16.3.6.3	Adoleszenz und Alter	516

VI. Mikrobiologie, Virologie, Molekularbiologie und Genetik

17	Mikrobiologie und Virologie	521
17.1	Grundlagen der Mikrobiologie	521
	<i>Bernd Wiedemann</i>	
17.1.1	Die Stellung der Mikroorganismen in der Natur	521
17.1.2	Bau und Struktur der Bakterienzelle	522
17.1.2.1	Äußere Form und Größe der Bakterien	522
17.1.2.2	Strukturelemente der Bakterienzelle	523
17.1.3	Wachstum und Abtötung von Bakterien	527
17.1.3.1	Das Nährstoffangebot für Bakterien	527
17.1.3.2	Anzüchtung und Vermehrung von Bakterien – Nährmedien	528
17.1.3.3	Die Wachstumskurve	529
17.1.3.4	Abtötung von Bakterien	531
17.1.4	Grundzüge der Bakteriengenetik	531
17.1.4.1	Die Transformation	531
17.1.4.2	Die Transduktion	532
17.1.4.3	Die Konjugation	532
17.1.4.4	Plasmide	532

17.1.4.5	Veränderungen der Eigenschaften durch Mutation	533
17.1.4.6	Die Resistenz von Bakterien gegenüber Chemotherapeutika	534
17.1.4.7	Veränderung von Eigenschaften im Verlauf der Evolution	534
17.1.5	Der Aufbau von Viren	535
17.1.6	Wechselwirkung zwischen Virus und Wirtszelle	536
17.1.7	Züchtung von Viren	537
17.2	Biochemie der Viren	539
	<i>Klaus Ring</i>	
17.2.1	Einleitung	539
17.2.2	Geschichtlicher Überblick	541
17.2.3	Zusammensetzung von Viren	542
17.2.4	Der morphologische Aufbau von Viren	542
17.2.4.1	Stäbchenförmige Virionen	543
17.2.4.2	Polyedrische Virionen	546
17.2.4.3	Komplex gebaute Viren	547
17.2.4.3.1	Pockenviren	547
17.2.4.3.2	Bakteriophagen der Gruppe T2, T4 und T6	548
17.2.4.4	Viren mit membranartiger Hülle	549
17.2.4.4.1	Herpesviren	549
17.2.4.4.2	Rhabdoviren	550
17.2.4.4.3	Myxoviren	551
17.2.5	Infektion und Virusvermehrung	554
17.2.6	Temperente Viren	557
18	Aminosäuren – Nukleotide – Proteine	559
	<i>Klaus Ring</i>	
18.1	Biologische Bedeutung der Proteine, Nukleotide und Aminosäuren	559
18.2	Überblick über die verschiedenen Proteinarten	561
18.3	Die Bausteine der Proteine und ihre Verknüpfung	562
18.3.1	Struktur der Aminosäuren	562
18.3.2	Primärstruktur der Proteine	565
18.3.2.1	Die Peptidbindung	565
18.3.2.2	Biosynthese der Proteine	566
18.3.3	Raumstrukturen	567
18.3.3.1	Sekundärstruktur	568
18.3.3.2	Tertiärstruktur	571
18.3.3.3	Quartärstruktur	572
18.3.3.4	Funktion allosterischer Proteine	574
18.4	Isolierung von Proteinen	575
19	Genetik	579
19.1	Die molekularen Grundlagen der Genetik – der genetische Code	579
	<i>Werner Groß</i>	
19.1.1	Entwicklung des Forschungsgebietes	579
19.1.2	Die chemische Struktur der Desoxyribonukleinsäure (DNS)	580

19.1.2.1	Grober Steckbrief des Moleküls	580
19.1.2.2	Die Bausteine des Moleküls und ihre Verknüpfung	582
19.1.2.3	Die Sekundärstruktur der DNS - die Doppelhelix	583
19.1.3	Die Ribonukleinsäuren (RNS)	584
19.1.4	Funktion der DNS	587
19.1.4.1	Reduplikation	587
19.1.4.2	Transkription	587
19.1.5	Die biologische Schrift	589
19.1.5.1	Experimentelle Beispiele zur Entschlüsselung	589
19.1.5.2	Eigenschaften des genetischen Codes	591
19.1.6	Redundanz	592
19.1.7	Translation	592
19.1.8	Enzyme	594
19.1.9	Informationsmenge	594
19.1.10	Mutationen	595
19.1.11	Verfügbarkeit der Information	596
19.1.12	Regulation der Genaktivität	597
19.2	Allgemeine Genetik	599
	<i>Martin Brendel</i>	
19.2.1	Einleitung	599
19.2.2	Ausprägung der Merkmale	600
19.2.3	Konstanz der Erbfaktoren	604
19.2.4	Formen der Fortpflanzung	607
19.2.4.1	Asexuelle (vegetative) Fortpflanzung	607
19.2.4.2	Sexuelle Fortpflanzung	607
19.2.5	Rekombination genetischer Information	609
19.2.5.1	Die Meiose	609
19.2.5.2	Mitotische Rekombination	612
19.2.5.3	Nicht-reziproke Rekombination	612
19.2.6	Die Regeln der Vererbung	615
19.2.6.1	Einfaktorkreuzung	615
19.2.6.2	Zweifaktorkreuzung	617
19.2.6.3	Geschlechtsgebundene Vererbung	618
19.2.6.4	Kopplung von Genen	620
19.2.7	Extrachromosomale Vererbung	622
19.2.8	Genetische Gesichtspunkte bei Tier- und Pflanzenzüchtung	623
19.2.8.1	Multifaktorielle Vererbung	624
19.2.8.2	Heterosis	625
19.3	Humangenetik	
	(formale Genetik, Populationsgenetik, Erbe-Umwelt-Problem, Mutationslehre, Genwirkung)	627
	<i>Karl-Heinz Degenhardt</i>	
19.3.1	Einführung	627
19.3.2	Mendelsche Erbgänge beim Menschen	627

19.3.2.1	Mendelsche Regeln beim Menschen	627
19.3.2.2	Beziehungen zwischen Genotyp und Phänotyp	628
19.3.2.3	Kodominanter Erbgang beim Menschen	629
19.3.2.4	Autosomal dominanter Erbgang beim Menschen	630
19.3.2.5	Autosomal rezessiver Erbgang beim Menschen	633
19.3.2.6	Geschlechtsgebundene Vererbung beim Menschen	634
19.3.3	Gene in Bevölkerungen	636
19.3.4	Multiple Allelie beim Menschen	637
19.3.5	Erbliche Unterschiede ohne einfach mendelnden Erbgang (Erbe-Umwelt-Problem)	638
19.3.6	Erbe und Umwelt – Zwillingsmethode	639
19.3.7	Multifaktorielle Vererbung	641
19.3.8	Mutationen	642
19.3.8.1	Allgemeine Grundlagen	642
19.3.8.2	Mutationen in menschlichen Keimzellen	642
19.3.8.3	Somatische Mutationen	643
19.3.8.4	Mutationen und Folgen im molekularen Bereich	644
19.3.8.5	Durch ionisierende Strahlen verursachte somatische Chromosomen- und Genmutationen	645
19.3.8.6	Durch chemische Mutagene ausgelöste Mutationen	646
19.3.9	Genwirkungen	647
19.3.9.1	Penetranz und Expressivität	649
19.3.9.2	Pleiotropie (Polyphänie)	649
19.3.10	Zum Risiko von Verwandtenehen	651
19.4	Zytogenetik im Dienste der Humanmedizin	653
	<i>Martin Brendel</i>	
19.4.1	Einleitung	653
19.4.2	Chromosomen im Zellzyklus	653
19.4.3	Der Karyotyp des Menschen	654
19.4.4	Nachweis von Heterosomen im Interphasenkern	657
19.4.5	Chromosomenaberrationen beim Menschen	657
19.4.5.1	Numerische Chromosomenaberrationen	658
19.4.5.2	Strukturelle Chromosomenaberrationen	660
19.4.5.2.1	Deletionen	660
19.4.5.2.2	Translokationen	660
19.4.5.2.3	Weitere strukturelle Chromosomenaberrationen	661
19.4.6	Pränatale Diagnostik genetischer Defekte	661
19.5	Genchirurgie – Genetic engineering	663
	<i>Martin Brendel</i>	
19.5.1	Einleitung	663
19.5.2	Geeignete Klonierungsvehikel	664
19.5.3	Isolierung von gewünschten Genen	666
19.5.4	Restriktions-Nukleasen	667
19.5.5	Rekombination der DNS in vitro	670

19.5.6	Klonierung der Chimären in Wirtszellen	670
19.5.7	Ausblicke	671
20	Grundlagen der Immunbiologie	673
	<i>Adolf Wacker</i>	
20.1	Einführung	673
20.2	Antigene	673
20.3	Antikörper	675
20.4	Antikörperbildende Organe	680
20.5	Entstehung der Immunantwort	681
20.6	Infektion	684
20.7	Überempfindlichkeit	684
20.7.1	Typ I – Anaphylaktischer Typ (Allergie)	685
20.7.2	Typ II – Zytotoxischer Typ	685
20.7.3	Typ III – Komplexe Überempfindlichkeit (Arthus-Reaktion)	685
20.7.4	Typ IV – Zelluläre Überempfindlichkeit (Tuberkulintyp)	686
20.8	Transplantation	686
20.9	Aspekte einer Immuntherapie von Tumoren	687
20.9.1	Impfstoffe gegen maligne Tumoren	687
20.9.2	Blockierende Antikörper	687
20.9.3	Nichtspezifische Immuntherapie	688
20.10	Autoimmunität	688
20.11	Immunsuppression	689

VII. Ökologie: Lebewesen und Umwelt

21	Einführung in die Ökologie	693
	<i>Udo Halbach</i>	
21.1	Definition	693
21.2	Stellung der Ökologie im Rahmen der übrigen Naturwissenschaften	694
21.3	Autökologie	695
21.3.1	Temperatur als ökologischer Faktor	695
21.3.2	Ökologische Nische	700
21.3.3	Konkurrenz-Ausschluß-Prinzip	703
21.3.4	Evolution und Ökologie	707
21.3.5	Strategien der Anpassung	710
21.3.5.1	Polymorphismus	710
21.3.5.2	Zyklomorphose	711
21.4	Demökologie (Populationsökologie)	714
21.4.1	Überlebenskurve	715
21.4.2	Bevölkerungsexplosion	723
21.5	Synökologie	734
21.5.1	Populationsdichte	734
21.5.2	Zwischenartliche Beziehungen	736
21.5.3	Nahrungsketten	744

21.5.4	Effizienz	751
21.5.5	Stoffakkumulation	754
21.5.6	Stoffkreisläufe	755
21.5.7	Die Selbstreinigung von Gewässern	758
21.5.7.1	Die bakterielle Abwasserbelastung	758
21.5.7.2	Fäulnisfähige organische Substanzen	758
21.5.7.3	Die Phosphatbelastung	759
21.5.8	Sukzessionen	759
22	Parasitologie (insbesondere Parasiten des Menschen)	765
	<i>Wilhelm Hoborst</i>	
22.1	Einordnung der Parasitologie in das Spektrum der biologischen Wissenschaften	765
22.1.1	Die Beziehungen des Parasitismus zu anderen Lebensformen	765
22.1.2	Quartierantenverhältnisse	766
22.1.3	Partnerschaften unter dem Aspekt von Nutzen und Schaden	767
22.1.3.1	Kommensalismus	768
22.1.3.2	Symbiose	768
22.1.3.3	Episitismus (Predatismus)	769
22.1.4	Formen des Parasitismus, Definition	769
22.1.5	Für den Menschen bedeutsame Parasiten – Medizinische Parasitologie	771
22.2	Grundlagen der Medizinischen Parasitologie	772
22.2.1	Der Begriff Parasit	772
22.2.2	Entstehung des Parasitismus	773
22.2.3	Das Wirt-Parasit-Verhältnis	773
22.2.4	Schädigung des Wirtes durch den Parasiten	773
22.2.4.1	Mechanische Schädigungen	774
22.2.4.2	Toxische Schädigungen	774
22.2.4.3	Blut- und Nahrungsentzug	774
22.2.4.4	Übertragung von Krankheitserregern	774
22.2.5	Die Abwehrmechanismen des Wirtes	775
22.2.5.1	Resistenz	775
22.2.5.2	Immunität	775
22.2.6	Parasiten-Bekämpfung	776
22.3	Entwicklungswege tierischer Parasiten	776
22.3.1	Entwicklungswege der Parasiten	777
22.3.2	Überträger und Zwischenwirte	778
22.4	Die tierischen Parasiten des Menschen	780
	Protozoen (Einzeller)	780
	Trematoden (Saugwürmer)	785
	Cestoden (Bandwürmer)	791
	Nematoden (Fadenwürmer)	795
	Arthropoden (Gliederfüßler)	802

23	Biologische Schädlingsbekämpfung	809
	<i>Jost M. Franz</i>	
23.1	Begriffsbestimmung und Grundlagen	809
23.2	Verfahren der biologischen Schädlingsbekämpfung	810
23.2.1	Einbürgerung neuer Nutzorganismen	810
23.2.1.1	Biologische Bekämpfung von eingeschleppten Unkräutern	811
23.2.1.2	Die Einbürgerung von Krankheitserregern	811
23.2.1.3	Verwendung der Feinde verwandter Arten	813
23.2.2	Masseneinsatz von Nutzorganismen	814
23.2.2.1	Mikrobiologische Bekämpfung	814
23.2.2.2	Herdbildung von Entomophagen	816
23.2.2.3	Genetische Verfahren	817
23.2.3	Förderung vorhandener Nutzorganismen	819
23.2.3.1	Verfrachtungsverfahren	819
23.2.3.2	Änderungen der Lebensbedingungen	819
23.3	Integrierte Schädlingsbekämpfung	820
23.4	Grenzen und Möglichkeiten der biologischen Verfahren	823
24	Zur Ökologie der Oberrheinebene	825
	<i>Wilhelm Schäfer</i>	
24.1	Der Oberrhein – ökologisch und ökotechnisch	825
24.2	Die Oberrheinebene – Landschaft und Landschaftsgeschichte	826
24.2.1	Erdgeschichtliches	826
24.2.2	Der Strom: Wasserführung und Stromformen	828
24.2.3	Strom im eigenen Sediment, Auenbildung	830
24.3	Die Stromaue unter natürlichen Bedingungen	831
24.3.1	Grundwasser und Grundwasserwege	831
24.3.2	Sedimentation und Erosion	833
24.3.3	Die Biotope der Aue	835
24.4	Die Eingriffe des Menschen	837
24.4.1	Die Tullasche Oberrheinkorrektion	838
24.4.2	Die Oberrheinregulierung Honsells	838
24.4.3	Der Rheinseitenkanal	840
24.4.4	Die „Schlingen“	841
24.4.5	Der Flächenverlust der Auen	841
24.4.6	Die Aufwärmung des Stroms	842
24.4.7	Tiefenerosion und Staustufen	843
24.5	Ökotechnik am Oberrhein	844
24.6	Die getroffenen Maßnahmen	847
24.7	Fazit	848
25	Umwelt und Strahlung	849
	<i>Andreas D. Kappos</i>	
25.1	Vorbemerkung	849

25.2	Wechselwirkung von Strahlung und Materie	849
25.3	Dosis	850
25.4	Biologische Strahlenwirkung	850
25.5	Strahlenschäden	852
25.6	Strahlenschutz	854
25.7	Interne Bestrahlung	854
25.8	Natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung	854

VIII. Krankheit als biologisches Problem

26	Krankheit als biologisches Problem	859
-----------	-----------------------------------------------------	------------

26.1	Entzündung, Schock und Krebs als Beispiele für gestörte biologische Funktionsabläufe	859
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Klaus Hübner

26.1.1	Vorbemerkung	859
26.1.2	Die Entzündung	859
26.1.2.1	Symptome und Definition der Entzündung	859
26.1.2.2	Die Entzündung nach ihrem zeitlichen Ablauf	860
26.1.2.3	Ursachen der Entzündung	861
26.1.2.4	Ablauf der Entzündung	861
26.1.2.5	Formen der akuten Entzündung	862
26.1.2.6	Die eitrige Entzündung	863
26.1.2.7	Die granulierende Entzündung	864
26.1.3	Der Schock	864
26.1.3.1	Definition des Schocks	864
26.1.3.2	Ursachen des Schocks	865
26.1.3.3	Formale Pathogenese des Schocks	865
26.1.3.4	Folgen des Schocks an den Schockorganen	868
26.1.4	Die Krebskrankheit	869
26.1.4.1	Definition der Krebskrankheit	869
26.1.4.2	Die häufigsten Lokalisationen bösartiger Geschwülste	870
26.1.4.3	Die Ursachen der Krebsentstehung (Karzinogenese)	870
26.1.4.4	Die Zwei-Stufen-Theorie der Krebsentstehung	870
26.1.4.5	Virusbedingte Karzinogenese	872
26.1.4.6	Krebsvorstufen (Präkanzerosen)	872

26.2	Krankheit als ein nach biologischen Gesetzmäßigkeiten ablaufender Prozeß	875
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Otto Hövels

26.2.1	Vorbemerkung	875
26.2.2	Warum können gleiche Krankheiten unterschiedlich verlaufen?	875
26.2.2.1	Angeborene Enzymdefekte als Ursache von Stoffwechselkrankheiten	876

26.2.2.1.1	Die Anhäufung von A oder seiner Umwandlungsprodukte führt zu toxischen Reaktionen	876
26.2.2.1.2	Die zu niedrige Konzentration oder der Ausfall von B führt zu Mangelercheinungen	877
26.2.2.1.3	Die zu niedrige Konzentration von B bewirkt Regulationen, die ihrerseits zu Krankheitserscheinungen führen	878
26.2.2.2	Die Infektion mit Rubeolenvirus als Ursache unterschiedlicher Verlaufsformen einer Infektionskrankheit	880
26.2.2.2.1	Die postnatale Infektion	880
26.2.2.2.2	Die intrauterine Infektion	881
26.2.2.3	Das Asthma bronchiale	882
26.2.3	Gleiche ätiologische Faktoren als Ursache verschiedener Krankheitsbilder	883
26.2.3.1	Anatomische Besonderheiten des betroffenen Organismus als Ursache unterschiedlicher Krankheitsbilder bei gleicher Ätiologie	883
26.2.3.1.1	Die subglottische stenosierende Laryngitis (Croup-Syndrom)	883
26.2.3.1.2	Die obstruktive (asthmatoide) Bronchitis der älteren Säuglinge und Kleinkinder	883
26.2.3.2	Ein unterschiedliches Ausmaß der Reaktion als Ursache verschiedener Krankheitsbilder bei gleicher Ätiologie	884
26.2.3.3	Ein unterschiedliches Ausmaß des Schadens als Ursache verschiedener Krankheitsbilder bei gleicher Ätiologie	885
26.2.3.4	Die Reaktion unterschiedlicher Erfolgsorgane auf den gleichen Schaden als Ursache unterschiedlicher Krankheitsbilder	885
26.2.4	Verschiedene ätiologische Faktoren als Ursache gleicher oder ähnlicher Krankheitsbilder	885
26.2.4.1	Die Ursachen grippaler Infekte	885
26.2.4.2	Die Ursachen des Asthma bronchiale	886
26.2.4.3	Die Ursachen der obstruktiven (asthmatoiden) Bronchitis	887
26.2.5	Wie können seelische Schäden körperliche Krankheiten bedingen?	887
26.2.5.1	Der Zusammenhang zwischen psychischen Reaktionen und Asthma bronchiale	887
26.2.5.2	Bedingte Aktionen	888
26.2.5.3	Erfahrungsbedingte Verhaltenshemmungen	888
26.2.5.4	Antriebsverstärkung	888
26.2.6	Schlußfolgerungen und Zusammenfassung	889

IX. Leistungen pflanzlicher Organismen

27	Bau und Funktion von Pflanzen	893
-----------	--------------------------------------	------------

August Ried

27.1	Besonderheiten pflanzlicher Organisation als Voraussetzung oder als Konsequenz der photoautotrophen und der terrestrischen Lebensweise	893
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

27.1.1	Gegenüberstellung der Organisation von Pflanzen, Pilzen und Tieren . . .	893
27.1.2	Evolutive Adaptation an die terrestrische Lebensweise	896
27.1.3	Besonderheiten des Baus der Pflanzenzelle	897
27.1.3.1	Gesamtorganisation	897
27.1.3.2	Zellwand	898
27.1.3.3	Vakuole	901
27.2	Bau und Funktion des Vegetationskörpers von Samenpflanzen	901
27.2.1	Gesamtorganisation, Bau und Funktion der Sproßachse	901
27.2.1.1	Vergleich der Gesamtorganisation von Samenpflanzen und Algen	901
27.2.1.2	Mechanisches Bauprinzip	905
27.2.1.3	Festigungsgewebe	906
27.2.1.4	Leitgewebe und Stoffleitung	907
27.2.1.5	Sekundäres Dickenwachstum	911
27.2.1.6	Abschlußgewebe	912
27.2.2	Das Blatt	914
27.2.3	Bau und Funktion der Wurzel	919
27.2.4	Funktionswandel der drei Grundorgane (Sproßachse, Blatt, Wurzel) . . .	923
27.3	Anpassung der Fortpflanzungsorgane an das Landleben	924
28	Licht und Pflanze (Photosynthese)	931
	<i>Günter Döhler</i>	
28.1	Die Entwicklung der höheren Pflanze	931
28.2	Die photoautotrophe Pflanze	933
28.3	Der Photosyntheseapparat	936
28.3.1	Struktur des Chloroplasten	936
28.3.2	Photosynthese-Pigmente	938
28.4	Lichtreaktionen der Photosynthese	942
28.4.1	Wasserspaltung	942
28.4.2	Elektronentransport	942
28.4.3	Photophosphorylierung	945
28.5	Dunkelreaktion der Photosynthese	946
28.5.1	Reduktiver Pentosephosphatzyklus	946
28.5.2	Lichtatmung	948
28.5.3	C ₄ -Weg der Photosynthese	951
28.5.4	Der diurnale Säurerhythmus der Sukkulente	952
28.5.5	Photosynthetische Leistungsfähigkeit	954
29	Pflanzenzüchtung	955
	<i>Theodor Butterfaß</i>	
29.1	Züchtungsziele	955
29.2	Züchtungsmethoden	957
29.3	Beispiel Zuckerrübe	957
29.3.1	Leistungskriterien	957
29.3.2	Ertragssteigerung	959

29.3.3	Pollensterilität	959
29.3.4	Einzelfruchtigkeit	960
29.3.5	Polyploidisierung	960
29.3.6	Welche Folgen hat die Polyploidie?	962
29.3.7	Nachteile der Polyploidie	963
29.3.8	Wie nutzt man die Polyploidie bei Zuckerrüben aus?	964
29.4	Fazit	965

X. Verhalten und seine Grundlagen

30	Verhalten und seine Grundlagen	969
-----------	---------------------------------------	-----

30.1	Grundlagen und Aufbau tierischen Verhaltens	969
-------------	----------------------------------------------------	-----

Kurt Fiedler

30.1.1	Einleitung	969
30.1.2	Grundbegriffe der Verhaltensforschung	972
30.1.2.1	Instinkthandlungen	972
30.1.2.2	Appetenzverhalten und Endhandlung	974
30.1.2.3	Intentionsbewegungen	975
30.1.2.4	Übersprungbewegungen	977
30.1.2.5	Ritualisierung	978
30.1.3	Motivationsanalyse	978
30.1.4	Die relative Stimmungshierarchie	982
30.1.5	Das Spielen der Tiere	984
30.1.6	Reaktionen auf Schlüsselreize	985
30.1.6.1	Attrappenversuche bei Tieren	985
30.1.6.2	Pflanzen als Signalfälscher	990
30.1.7	Verhaltensgenetik	992
30.1.8	Prägung	993
30.1.8.1	Allgemeine Aspekte	993
30.1.8.2	Prägung auf den Geschlechtspartner	994
30.1.9	Phylognese des Verhaltens	997
30.1.10	Gehirn und Verhalten	1001
30.1.10.1	Methoden und Funktionsstrukturen	1001
30.1.10.2	Die niveauadäquate Terminologie	1003
30.1.10.3	Die zentrale Kontrolle des Grillengesangs	1005
30.1.10.4	Hormone und Verhalten	1007
30.1.10.5	Die hormonale Steuerung des Verhaltens von Vögeln	1009
30.1.10.6	Schlußbemerkungen	1010

30.2	Lernen	1013
-------------	---------------	------

M. Walter Schäfer

30.2.1	Einführung	1013
30.2.2	Habituation (Gewöhnung)	1013
30.2.3	Sensibilisierung (Pseudoassoziation)	1014

30.2.4	Die assoziative Verknüpfung	1014
30.2.4.1	Der bedingte (konditionierte) Reflex oder die „Klassische Konditionierung“	1014
30.2.4.2	Die operante oder instrumentelle Konditionierung	1015
30.2.4.3	Labyrinth	1017
30.2.5	Lerndisposition und Lernfähigkeit	1018
30.2.6	Generalisieren	1021
30.2.7	„warming-up“ – Lernbereitschaft und Motivation	1022
30.2.8	Arten des Lernens	1023
30.2.9	Lernen und Vergessen – das Engramm	1024
30.2.10	Definitionen	1026
30.3	Orientierung am Beispiel des Vogels	1027
	<i>Friedrich W. Merkel</i>	
30.3.1	Gerichtete Reaktionen – Taxien	1027
30.3.2	Kinesen	1029
30.3.3	Heimfinden – Nah- und Fernorientierung	1029
30.3.4	Kompaßorientierungen	1031
30.3.4.1	Magnetfeldorientierung	1031
30.3.4.2	Sternenorientierung	1033
30.3.4.3	Sonnenkompaß	1033
30.3.5	Geodätische Orientierung	1037
30.3.6	Bikoordinatennavigation	1040
	Anhang I: Weiterführende Literatur	1043
	Anhang II: Korrelationsregister zum GK 1 (Biologie)	1053
	Namenregister	1055
	Sachregister	1061