Inhaltsverzeichnis

Teil 1

Grundlagen

1	Physiologie als Wissenschaft	3
1.1	Geschichte der Physiologie und des Lebensproblems	3
1.1.1	Begriff der „Physiologie“ als Wissenschaft	3
1.1.2	Altertum und Mittelalter	3
1.1.3	Neuzeit bis 1700	5
1.1.4	Achtzehntes Jahrhundert	10
1.1.5	Neunzehntes Jahrhundert	12
1.1.6	Anfänge einer Vergleichenden Physiologie	15
1.2	Stellung der Physiologie im Kanon der Wissenschaften	19
1.2.1	Inhalt und Zielsetzung	19
1.2.2	Methodik	20
1.2.3	Fragen des Reduktionismus	22
	Weiterführende Literatur	24
2	Physikalische Ebene des Lebendigen	25
2.1	Allgemeines	25
2.2	Leben als Systemleistung	25
2.2.1	Organisation lebendiger Systeme	26
2.2.2	Offene Systeme, Fließgleichgewicht	26
2.2.3	Turnoverraten	28
2.3	Thermodynamische Aspekte	30
2.3.1	Begriffliches: Energie – Arbeit – Leistung	31
2.3.2	Energieerhaltungssatz: Energiebilanz	32
2.3.3	Energiequellen und Energietransfer	33
2.3.4	Entropiesatz	35
2.3.5	Entropie in offenen Systemen	36
2.3.6	Entropie und Leben	38
2.3.7	Arbeitsfähigkeit biochemischer Reaktionen: Freie Enthalpie	40
2.3.8	Energietransfer: Phosphorylierungspotential	41
2.3.9	Redoxsysteme, Redoxpotential	43
2.4	Stoff- und Energietransfer an Membranen	44
2.4.1	Aufbau der Zellmembran	44
2.4.2	Freie Permeation oder Diffusion	47
2.4.3	Osmose und Donnan-Verteilung	49
2.4.4	Katalysierte (facilitierte) Diffusion	50
2.4.5	Ionenkanäle	52
2.4.6	Aktiver Transport	59
2.4.7	Membranpotential	61
2.4.8	Endo- und Exocytose	69

2.4.9	Transepithelialer Transport	70
	Weiterführende Literatur	72
3	Chemische Ebene des Lebendigen	73
3.1	Stoffliche Aspekte	73
3.1.1	Allgemeines	74
3.1.2	Molekulare Wechselwirkungen	76
3.1.3	Wasser	78
3.1.4	Die Proteine als Funktionsträger	80
3.1.5	Die Nucleinsäuren als Informationsträger	86
3.1.6	Die Translation und der genetische Code	90
3.1.7	Regulation der Genexpression	92
3.2	Die Biokatalyse	92
3.2.1	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen – Aktivierungsenergie	94
3.2.2	Enzyme	96
3.2.3	Wirkungsmechanismus, Kinetik	97
3.2.4	Katalytische Aktivität und ihre Regulation	102
3.3	Metabolismus	102
3.3.1	Allgemeines	106
3.3.2	Energiegewinnung	107
3.3.3	Energietransfer, Adenosintriphosphat	110
3.3.4	Glykolyse	112
3.3.5	Citratzyklus	114
3.3.6	Fettsäurestoffwechsel	115
3.3.7	Oxydative Phosphorylierung, Atmungskette	118
3.3.8	Anaerobiose (Anoxybiose)	122
	Weiterführende Literatur	123
4	Organismische Ebene des Lebendigen	123
4.1	Individualität	123
4.1.1	Organismen	124
4.1.2	Zelle als „Elementarorganismus“	125
4.1.3	Evolutionäre Aspekte	127
4.1.4	Vielzelligkeit	128
4.2	Information, Steuerung und Regelung	129
4.2.1	Der Informationsbegriff	130
4.2.2	Biologische Regelung	140
4.3	Inter- und intrazellulärer Informationstransfer	140
4.3.1	Signalstoffe (Mediatoren)	140
4.3.2	Membranrezeptoren	144
4.3.3	Signalübertragung	146
4.3.4	Second-Messenger	149
4.4	Axonaler Informationstransfer	155
4.4.1	Das Aktionspotential	156
4.4.2	Ausbreitung elektrischer Signale	166
4.5	Synapsenfunktion: Chemische Erregungsübertragung	169
4.5.1	Allgemeines	169
4.5.2	Transmitterfreisetzung in Quanten	172

4.5.3	Postsynaptische Rezeptoren, Kanäle und Potentiale	174
4.5.4	Örtliche und zeitliche Summation (synaptische Integration)	178
4.5.5	Modulation der Effizienz synaptischer Transmission	180
4.5.6	Mediatoren und ihr Stoffwechsel (Neurochemie)	184
4.6	Elektrische Erregungsübertragung	196
	Weiterführende Literatur	201

Teil 2

Stoffaufnahme und -verteilung

5	Versorgung mit Energie- und Funktionsträgern (Ernährung)	205
5.1	Essentielle Nahrungsbestandteile	205
5.1.1	Mineralien und Spurenelemente	206
5.1.2	Nährstoffe	207
5.1.3	Die Vitamine	209
5.2	Verdauung	219
5.2.1	Allgemeines	219
5.2.2	Die Verdauungsenzyme	220
5.2.3	Speicheldrüsen	225
5.2.4	Oesophagus und seine Spezialisierungen	227
5.2.5	Einhöhliger Magen der Säugetiere	228
5.2.6	Kaumägen und andere Spezialisierungen	231
5.2.7	Wiederkäuer	234
5.2.8	Pankreas	236
5.2.9	Leber	237
5.2.10	Mitteldarmdrüsen der Wirbellosen	239
5.2.11	Dünndarm	240
5.2.12	Peritrophische Membranen bei Wirbellosen	241
5.2.13	Blinddarm (Caecum) und Dickdarm (Colon)	242
5.2.14	Extraintestinale Verdauung	243
5.2.15	Intrazelluläre Verdauung	244
5.3	Resorption	246
5.3.1	Wirbeltiere	246
5.3.2	Wirbellose	249
	Weiterführende Literaturhinweise	250
6	Versorgung mit Sauerstoff (Atmung)	251
6.1	Allgemeines	251
6.1.1	Partialdrücke und Konzentrationen	251
6.1.2	Diffusion der Atemgase	253
6.1.3	Übersicht über die verschiedenen Gasaustauschorgane	255
6.2	Externer Gasaustausch und seine Regulation	257
6.2.1	Hautatmung und Darmatmung	257
6.2.2	Kiemenatmung	259
6.2.3	Lungenatmung	265
6.2.4	Tracheenatmung	282

6.3	Konvektiver Transport der Atemgase	286
6.3.1	Sauerstoff	286
6.3.2	Kohlendioxid	299
6.4	Interner Gasaustausch und seine Regulation	302
6.5	Atmung unter besonderen Bedingungen	303
6.5.1	Anpassungen bei Tauchern	303
6.5.2	Leben unter Sauerstoffmangel (Hypoxie)	305
6.6	Anhang: Schwimmblase der Fische (Gassekretion)	308
6.6.1	Funktion der Schwimmblase	308
6.6.2	Sekretion der Gase	309
	Weiterführende Literatur	311
7	Zirkulation	313
7.1	Allgemeines	313
7.2	Das Herz der Wirbeltiere	314
7.2.1	Bau und Arbeitsweise: Herzzyklus	314
7.2.2	Automatie	318
7.2.3	Leistung und ihre Steuerung	322
7.3	Gefäßsystem der Wirbeltiere	326
7.3.1	Allgemeines	326
7.3.2	Hämodynamik	326
7.3.3	Arteriell System	328
7.3.4	Kapillarsystem	332
7.3.5	Venöses System	334
7.3.6	Kreislaufregulation	335
7.4	Blutkreislauf bei Wirbellosen	339
7.4.1	Mollusken	339
7.4.2	Anneliden	342
7.4.3	Höhere Krebse	344
7.4.4	Xiphosuren und Spinnentiere (Arachniden)	346
7.4.5	Insekten	347
7.4.6	Besonderheiten des offenen Kreislaufsystems	349
7.5	Lymphgefäßsystem und Lymphherzen	351
	Weiterführende Literatur	352
8	Energiehaushalt	353
8.1	Historisches	353
8.2	Energiebudget und seine Komponenten	355
8.3	Respiratorischer Quotient	356
8.4	Die Stoffwechselrate	358
8.4.1	Allgemeines	358
8.4.2	Kalorimetrie	358
8.4.3	Gesetz der Stoffwechselreduktion	359
8.4.4	Ruhe- und Leistungsumsatz	360
	Weiterführende Literatur	363
		367

Teil 3

Homöostase

9	Säure-Basen-Regulation	373
9.1	Allgemeines: Säure-Basen-Status, Puffersysteme, pH-Regulation	373
9.2	Extrazelluläre pH-Balance	376
9.2.1	Aufnahme und Abgabe von Säuren und Basen	376
9.2.2	Respiratorische und metabolische Effekte	377
9.3	Intrazelluläre pH-Balance	379
9.3.1	pH-Wert des Cytosols	379
9.3.2	pH-Werte in intrazellulären Organellen	381
	Weiterführende Literatur	381
10	Osmo- und Ionenregulation	383
10.1	Körperflüssigkeiten	383
10.1.1	Flüssigkeitskompartimente	383
10.1.2	Wasser und gelöste Stoffe	383
10.2	Osmotische und ionale Verhältnisse im Körper und im Lebensraum	387
10.2.1	Marine Tiere	387
10.2.2	Limnische Tiere	396
10.2.3	Terrestrische Tiere	399
10.3	Extreme Lebensbedingungen	405
10.3.1	Blutsaugende Tiere	405
10.3.2	Anhydrobiose	406
	Weiterführende Literatur	406
11	Exkretion	409
11.1	Synthese und Prozessierung von Exkretstoffen	409
11.1.1	Wasser, Kohlendioxid	409
11.1.2	Organische Säuren und deren Derivate	410
11.1.3	Ammoniak	410
11.1.4	Harnstoff	411
11.1.5	Harnsäure und Guanin	413
11.1.6	Andere Exkretstoffe	415
11.2	Renale Exkretion	416
11.2.1	Allgemeines	416
11.2.2	Exkretionsvesikel der Protozoen	418
11.2.3	Protonephridien	419
11.2.4	Exkretionssystem der Nematoden	420
11.2.5	Metanephridien	420
11.2.6	Molluskenniere	423
11.2.7	Arthropodennieren	425
11.2.8	Malpighi-Gefäße	428
11.2.9	Vertebraten-Niere	432
11.2.10	Leistung und neuronale sowie hormonelle Kontrolle der Niere	439
11.3	Extrarenale Exkretion	442

11.4	Exkretspeicherung	442
	Weiterführende Literatur	443
12	Temperatur: Adaptation und Regulation	445
12.1	Tiere in ihrer thermischen Umgebung	445
12.2	Adaptation bei Poikilothermen	446
12.2.1	Allgemeine Anpassungsmechanismen	446
12.2.2	Toleranz gegenüber hohen Temperaturen	449
12.2.3	Toleranz gegenüber niedrigen Temperaturen	450
12.3	Thermoregulatorische Mechanismen bei Poikilothermen	451
12.3.1	Ektotherme	451
12.3.2	Endotherme	452
12.4	Temperaturregulation bei Homoiothermen	454
12.4.1	Der Regelkreis und seine Komponenten	455
12.4.2	Wärmeproduktion	456
12.4.3	Wärmeabgabe	459
12.4.4	Akute thermische Belastungen	464
12.5	Adaptation bei Homoiothermen	470
12.5.1	Kälteadaptation	470
12.5.2	Winterschlaf und Torpor	470
12.5.3	Wärmeadaptation	472
	Weiterführende Literatur	474

Teil 4

Integration

13	Endokrines System	479
13.1	Allgemeines	479
13.1.1	Begriffliches	479
13.1.2	Evolution des endokrinen Systems	480
13.1.3	Biosynthese der Peptidhormone	483
13.1.4	Biosynthese der Steroidhormone	484
13.1.5	Regulation des Hormontiters	484
13.1.6	Membranständige Rezeptoren	488
13.1.7	Intrazelluläre Rezeptoren	489
13.2	Hormonsystem der Wirbeltiere	489
13.2.1	Epiphyse	489
13.2.2	Thyreoidea	491
13.2.3	Parathyreoidea und Ultimobranchialkörper	493
13.2.4	Langerhans-Inseln	495
13.2.5	Adrenalsystem (Nebennierenmark)	495
13.2.6	Interrenalsystem (Nebennierenrinde)	498
13.2.7	Urophyse und Stannius-Körperchen	499
13.2.8	Gonaden	500
13.2.9	Adenohypophyse	502
13.2.10	Hypothalamus-Hypophysen-System	506
		509

13.2.11	Gastrointestinale Hormone	512
13.2.12	Renale Hormone	513
13.2.13	Natriuretische Hormone	513
13.2.14	Angiotensine	514
13.2.15	Prostaglandine	516
13.3	Ausgewählte Regulationssysteme (Wirbeltiere)	517
13.3.1	Calciumhaushalt	517
13.3.2	Blutzucker	518
13.3.3	Östrus	520
13.4	Hormonsystem der Mollusken	523
13.5	Hormonsystem der Crustaceen	525
13.5.1	Stoffwechsel, Entwicklung und Häutung	526
13.5.2	Geschlechtsausbildung	527
13.6	Hormonsystem der Insekten	528
13.6.1	Stoffwechsel	528
13.6.2	Postembryonale Entwicklung	530
13.6.3	Verhalten	532
	Weiterführende Literatur	534
14	Neuronale Systeme	535
14.1	Allgemeines	536
14.1.1	Zellulärer Aufbau der Nervensysteme	536
14.1.2	Somatisches und vegetatives Nervensystem	538
14.1.3	Das Gehirn der Wirbeltiere (Übersicht)	539
14.1.4	Der Neocortex	543
14.2	Sensomotorische Integration (Wirbeltiere)	549
14.2.1	Reflexe	549
14.2.2	Afferente Leitungsbahnen	552
14.2.3	Efferente Leitungsbahnen: Willkürmotorik	557
14.2.4	Limbisches System	559
14.3	Autonome Integration (Wirbeltiere)	561
14.3.1	Peripherer Teil des vegetativen Nervensystems	561
14.3.2	Rückenmark und Medulla oblongata	564
14.3.3	Hypothalamus	566
14.4	Plastizität, Lernen und Gedächtnis	567
14.4.1	Lernvermögen und Lerndispositionen	568
14.4.2	Formen des Lernens und Gedächtnisses	569
14.4.3	Physiologie komplexer Lern- und Gedächtnisvorgänge	577
14.5	Biorhythmik	581
14.5.1	Die verschiedenen Biorhythmen	582
14.5.2	Biologischer Nutzen der Inneren Uhr	585
14.5.3	Circadiane Uhren	586
14.5.4	Schlafen – Wachen	594
14.6	Orientierung im Raum	597
14.6.1	Tropismen und Kinesen	597
14.6.2	Taxien und Lichtrückenverhalten	599
14.6.3	Fernorientierung	602
14.6.4	Vogelzug	610

14.7	Begriffsbildung und Planhandlungen	614
14.8	Sprache	618
14.9	Frage des Bewusstseins	619
	Weiterführende Literatur	622
15	Immunsysteme	625
15.1	Allgemeines	625
15.2	Angeborene Immunität	626
15.2.1	Phagozytose	626
15.2.2	Proteolytische Kaskaden	627
15.2.3	Antimikrobielle Proteine und Peptide	629
15.2.4	Natürliche Killerzellen	631
15.2.5	Rezeptoren der Phagozyten	632
15.3	Erworbene (adaptive) Immunität	632
15.3.1	Lymphocyten	634
15.3.2	Antigenrezeptoren der Lymphocyten, Rezeptorvielfalt	634
15.3.3	„Rearrangement“-Gene (RAG)	638
15.3.4	Antigenpräsentation durch MHC-Moleküle	639
15.3.5	Antigene und ihre Erkennung durch Lymphocyten	641
15.3.6	Klonale Selektion	641
15.3.7	Lymphatische Gewebe/Organe	642
15.3.8	Humorale Immunantwort	645
15.3.9	Zelluläre Immunantwort	652
	Weiterführende Literatur	654

Teil 5

Rezeption und Kommunikation

16	Allgemeine Sinnesphysiologie	659
16.1	Sinneszellen (Rezeptoren)	660
16.1.1	Spezifische Disposition, adäquater Reiz	662
16.1.2	Transduktion (Rezeptorpotential)	663
16.1.3	Transformation (Frequenzkodierung)	664
16.1.4	Kennlinien: Reiz-Erregungsbeziehungen	666
16.1.5	Zeitverhalten	667
16.1.6	Reizschwellen, Empfindlichkeit	668
16.1.7	Adaptation	670
16.2	Sinnesepithelien	671
16.2.1	Rezeptive Felder	671
16.2.2	Laterale Inhibition	673
	Weiterführende Literatur	674
17	Mechanische Sinne	675
17.1	Mechanorezeptoren	675
17.2	Mechanotransduktion (Haarzellen)	677

17.3	Rezeption von Berührung, Druck und Vibration	679
17.3.1	Allgemeines	679
17.3.2	Tastsinn (Wirbellose)	680
17.3.3	Tastsinn (Wirbeltiere)	682
17.3.4	Vibrationssinn	683
17.3.5	Zentralnervöse Verarbeitung (Säugetiere)	685
17.4	Rezeption von Luft- und Wasserströmungen	687
17.4.1	Rezeption von Luftbewegungen	687
17.4.2	Rezeption von Wasserbewegungen	690
17.4.3	Das Seitenliniensystem	690
17.5	Rezeption der Schwerkraft	695
17.5.1	Allgemeines	695
17.5.2	Wirbellose (ohne Insekten)	696
17.5.3	Insekten	699
17.5.4	Wirbeltiere	702
17.6	Rezeption von Linear- und Winkelbeschleunigung	704
17.6.1	Wirbeltiere	704
17.6.2	Wirbellose	706
	Weiterführende Literatur	706
18	Gehörsinn	709
18.1	Physikalische Grundlagen	709
18.2	Allgemeine Anforderungen an das Ohr	710
18.2.1	Schalldetektion	710
18.2.2	Druck-, Druckgradienten- und Schallschnellempfänger	711
18.2.3	Richtungshören	712
18.2.4	Signalanalyse in der Hörbahn	714
18.3	Spezielle Hörphysiologie	714
18.3.1	Hörhaare und Johnston'sches Organ der Insekten	715
18.3.2	Tympanalorgane der Insekten	716
18.3.3	Fische	717
18.3.4	Tetrapoda (excl. Säugetiere)	719
18.3.5	Säugetiere (excl. Fledermäuse und Wale)	722
18.3.6	Fledermäuse und Wale	729
18.4	Zentrale Verarbeitung der akustischen Information	730
18.4.1	Insekten	730
18.4.2	Wirbeltiere	733
	Weiterführende Literatur	735
19	Optischer Sinn	737
19.1	Allgemeines	738
19.1.1	Einfache Lichtsinnesorgane	740
19.1.2	Linsenaugen	742
19.1.3	Komplexaugen	745
19.2	Dioptrik	746
19.2.1	Linsenaugen	746
19.2.2	Komplexaugen	752

		756
19.3	Auflösungsvermögen (Sehschärfe)	756
19.3.1	Linsenaugen	760
19.3.2	Komplexaugen	762
19.4	Transduktion	762
19.4.1	Sehpigmente	764
19.4.2	Photo-Stereoisomerisation	765
19.4.3	Enzymkaskade	768
19.5	Empfindlichkeit und Adaptation	768
19.5.1	Empfindlichkeit	772
19.5.2	Dunkel- und Helladaptation	773
19.6	Farbsehen	774
19.6.1	Vertebraten	776
19.6.2	Evertebraten	781
19.7	Polarisationssehen	784
19.8	Räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen, Bewegungssehen	784
19.8.1	Räumliches Auflösungsvermögen, Tiefenwahrnehmung	784
19.8.2	Zeitliches Auflösungsvermögen	785
19.8.3	Bewegungssehen	790
19.8.4	Springspinnen	791
19.9	Die Signalverarbeitung im visuellen System der Wirbeltiere	791
19.9.1	Retina	793
19.9.2	Tectum opticum und Corpus geniculatum laterale	795
19.9.3	Cortex	799
19.9.4	Parallele Verarbeitung in getrennten Kanälen	801
	Weiterführende Literatur	803
20	Elektrischer und magnetischer Sinn	803
20.1	Elektrischer Sinn der Fische	803
20.1.1	Leistungen	805
20.1.2	Rezeptoren	808
20.1.3	Zentralnervöse Verarbeitung	809
20.2	Magnetischer Sinn	809
20.2.1	Allgemeines	811
20.2.2	Vögel	813
20.2.3	Andere Tierformen	813
	Weiterführende Literatur	815
21	Chemische Sinne	815
21.1	Chemischer Sinn bei Wirbellosen (excl. Insekten)	816
21.2	Geschmackssinn	817
21.2.1	Insekten	817
21.2.2	Wirbeltiere	818
21.2.3	Transduktionsprozess	820
21.3	Geruchssinn	821
21.3.1	Insekten	821
21.3.2	Wirbeltiere	822
21.3.3	Transduktionsprozess	824

21.4	Pheromone	825
21.4.1	Releasepheromone und Primerpheromone	825
21.4.2	Vomeronasalorgan der Wirbeltiere	829
	Weiterführende Literatur	831
22	Thermischer und Infrarotsinn	833
22.1	Thermorezeption	833
22.1.1	Wirbeltiere	835
22.1.2	Arthropoden	835
22.2	Thermotaktische Orientierung, Praeferendum	835
22.3	Infrarotrezeptoren	836
22.3.1	Schlangen	836
22.3.2	Prachtkäfer	838
	Weiterführende Literatur	840

Teil 6

Effektoren

23	Produktion mechanischer Energie: Motorik	843
23.1	Kontraktile Stiele sessiler Protozoen	843
23.2	Muskelbewegung	844
23.2.1	Aufbau der quergestreiften Muskulatur	845
23.2.2	Molekularer Mechanismus der Muskelkontraktion	848
23.2.3	Mechanische Eigenschaften des Muskels	850
23.2.4	Aktivierung des Muskels „schnelle“ und „langsame“ Fasern	851
23.2.5	Die elektro-mechanische Kopplung	854
23.2.6	Die Einzelzuckung	857
23.2.7	Die Energiebereitstellung für die Muskelkontraktion	860
23.2.8	Tetanus und Tonus	863
23.2.9	Steuerung der Muskeltätigkeit über das Rückenmark	864
23.2.10	Supraspinale motorische Systeme	867
23.2.11	Glatte Muskeln	869
23.2.12	Schließmuskeln der Muscheln	871
23.2.13	Flugmuskeln der Insekten	872
23.3	Amöboide Bewegung	874
23.4	Geißel- und Cilienbewegung	875
	Weiterführende Literatur	879
24	Produktion akustischer Signale	881
24.1	Allgemeines	881
24.1.1	Schallerzeugung, -kopplung und -ausbreitung	882
24.1.2	Schallfrequenzen und Spektren	882
24.1.3	Schallerzeugung und Frequenzmultiplikation	883
24.1.4	Schallimpedanzen, Schallübertragung und Resonanzen	886

24.2	Spezielles	888
24.2.1	Orthopteren (Stridulation)	888
24.2.2	Zikaden (Timbalorgane)	890
24.2.3	Fische	892
24.2.4	Tetrapoden (Larynx und Syrinx)	894
24.3	Bedeutung akustischer Signale	899
24.3.1	Akustische Kommunikation bei Insekten	899
24.3.2	Gesangslernen und -kontrolle bei Vögeln	900
24.3.3	Echoortung bei Fledermäusen und Zahnwalen	903
	Weiterführende Literatur	908
25	Produktion elektrischer Energie (elektrische Organe)	909
25.1	Vorkommen: Schwach und stark entladende elektrische Fische	909
25.2	Aufbau und Funktion der Organe	910
	Weiterführende Literatur	914
26	Produktion von Licht (Biolumineszenz)	915
26.1	Primäres und sekundäres Leuchten	915
26.2	Luziferine und Luziferasen	916
26.3	Biologische Relevanz	918
	Weiterführende Literatur	919
27	Farbwechsel	921
27.1	Die Chromatophoren	921
27.2	Steuerung des Farbwechsels	923
27.2.1	Nervöse Steuerung	924
27.2.2	Hormonale Steuerung	925
27.3	Auslöser des Farbwechsels	925
	Weiterführende Literatur	926
28	Produktion von Giften und Abwehrstoffen	927
28.1	Passiv giftige Tiere	927
28.2	Aktiv giftige Tiere	927
28.2.1	Maß der Toxizität: LD50-Wert	927
28.2.2	Meerestiere	929
28.2.3	Terrestrische Tiere	929
	Weiterführende Literatur	933

Anhang

Bildquellenverzeichnis	937
Sachwortverzeichnis	947