

Vorwort zur 4. und 5. Auflage	5
Einleitung	12
1. Dynamik und Energetik lebender Systeme	14
1.1. Der dynamische Zustand	14
1.2. Thermodynamische Grundlagen	17
1.2.1. Der Energieerhaltungssatz	18
1.2.2. Der Entropiesatz	20
1.2.3. Die freie Enthalpie	23
1.3. Die Biokatalyse	25
1.4. Der Energieumsatz	31
1.4.1. Freisetzung der Energie unter aeroben Bedingungen	31
1.4.2. Speicherung und Verwertung der Energie	39
1.4.3. Anaerobiose (Anoxybiose)	41
1.4.4. Intensität des Energieumsatzes: Stoffwechselrate	45
1.5. Regulation des Stoff- und Energieumsatzes	50
1.5.1. Regulation der Enzymaktivität	50
1.5.2. Regulation der Enzymsynthese	55
1.6. Vorgänge an Membranen	55
1.6.1. Allgemeines, die Zellmembran	55
1.6.2. Freie Permeation oder Diffusion	58
1.6.3. Elektrochemischer Gradient, Diffusionspotentiale	62
1.6.4. Katalysierte Diffusion	64
1.6.5. Aktiver Transport	67
1.6.6. Phagozytose, Pinozytose und Zytopenmpsis	68
1.7. Kontrollfragen und Übungen	69
2. Integration und Kommunikation in lebenden Systemen.	71
2.1. Allgemeines	71
2.1.1. Übersicht über die Signalstoffe	72
2.1.2. Membranrezeptoren als Wirkungsorte der Signalstoffe	76
2.2. Hormonale Kommunikation	82
2.2.1. Die Hormone der Wirbeltiere	85
2.2.1.1. Glanduläre Nicht-Steroidhormone	85
2.2.1.2. Glanduläre Steroidhormone	92
2.2.1.3. Adenotrope Hormone, Adenohypophyse	97
2.2.1.4. Neurohormone, Hypothalamus-Hypophysensystem	100
2.2.1.5. Anhang: Schwer zu klassifizierende Signalstoffe	105
2.2.2. Die Hormone der Crustaceen (Krebse)	107
2.2.3. Die Hormone der Insekten.	110
2.2.4. Pheromone	116
2.3. Neuronale Kommunikation	120
2.3.1. Das Ruhepotential	122
2.3.2. Das Aktionspotential	126

2.3.2.1.	Allgemeiner Verlauf	126
2.3.2.2.	Ionale Grundlagen	129
2.3.2.3.	Der Na ⁺ -Kanal und der „Gating“-Strom	134
2.3.3.	Die Erregungsleitung	138
2.3.4.	Das Rezeptorpotential, Reiz-Erregungsbeziehungen	142
2.3.5.	Die Erregungsübertragung (Synapsenfunktion)	148
2.3.5.1.	Die chemischen Erregungsübertragung	149
2.3.5.2.	Die Transmitter und ihr Stoffwechsel	156
2.3.5.3.	Die elektrische Erregungsübertragung	161
2.3.6.	Neuronale Schaltprinzipien	162
2.3.7.	Integrative Funktionen des Nervensystems	170
2.3.7.1.	Das periphere vegetative Nervensystem der Wirbeltiere	172
2.3.7.2.	Das zentrale vegetative Nervensystem der Wirbeltiere	175
2.3.7.3.	Schlafen und Wachen	179
2.3.7.4.	Lernen und Gedächtnis (Informationsspeicherung)	184
2.3.8.	Informationstheoretische Aspekte der Neuronentätigkeit	190
2.4.	Biologische Regelung	193
2.4.1.	Aufbau des Regelkreises	194
2.4.2.	Zeitverhalten einzelner Regelkreisglieder	195
2.4.3.	Zeitverhalten von Regelkreisen	200
2.5.	Biorhythmen	205
2.5.1.	Allgemeines	205
2.5.2.	Genese und Synchronisation der Rhythmen	207
2.5.3.	Die „innere Uhr“	209
2.5.4.	Die biologische Nutzung der „inneren Uhr“	211
2.6.	Kontrollfragen und Übungen	212
3.	Stoffaufnahme und -verteilung	215
3.1.	Ernährung	215
3.1.1.	Essentielle Nahrungsbestandteile (excl. Vitamine)	216
3.1.2.	Die Vitamine	218
3.1.2.1.	Allgemeines	218
3.1.2.2.	Die fettlöslichen Vitamine	219
3.1.2.3.	Die wasserlöslichen Vitamine	222
3.1.3.	Die Verdauung	227
3.1.3.1.	Die Verdauungsenzyme	228
3.1.3.2.	Extraintestinale Verdauung	233
3.1.3.3.	Funktion der Speicheldrüsen	233
3.1.3.4.	Funktion des Oesophagus	236
3.1.3.5.	Funktion des Magens der Wirbeltiere	237
3.1.3.6.	Funktion des Darms und seiner Anhangsdrüsen bei Wirbeltieren	242
3.1.3.7.	Hauptverdauung bei den Wirbellosen	246
3.1.3.8.	Intrazelluläre Verdauung	249
3.1.4.	Die Resorption	251
3.2.	Atmung	255
3.2.1.	Die physikalischen Grundlagen der Atmung	255
3.2.2.	Die Hautatmung	257
3.2.3.	Die Kiemenatmung	259
3.2.3.1.	Evertebraten	259
3.2.3.2.	Fische	263
3.2.4.	Die Lungenatmung	265
3.2.4.1.	Evertebraten	265
3.2.4.2.	Vertebraten	269
3.2.4.3.	Steuerung und Regulation der Lungenatmung (Vögel und Säugetiere)	275
3.2.5.	Die Tracheenatmung	277
3.2.6.	Der respiratorische Quotient	281

3.3.	Verteilung der Stoffe im Körper	282
3.3.1.	Das Herz	283
3.3.1.1.	Bau und Arbeitsweise der Wirbellosenherzen	283
3.3.1.2.	Bau und Arbeitsweise der Wirbeltierherzen	286
3.3.1.3.	Automatie der Herzen	289
3.3.1.4.	Leistung der Herzen und ihre Steuerung.	294
3.3.2.	Der Kreislauf	300
3.3.2.1.	Der geschlossene Kreislauf.	300
3.3.2.2.	Der offene Kreislauf	309
3.3.3.	Der Transport der Atemgase	310
3.3.3.1.	Das Hämoglobin (Hb).	311
3.3.3.2.	Andere respiratorische Farbstoffe.	319
3.3.3.3.	Der CO ₂ -Transport	322
3.4.	Kontrollfragen und Übungen.	324
4.	Das innere Milieu und seine Regulation (Homöostase)	327
4.1.	Exkretion	327
4.1.1.	Die wichtigsten Exkretstoffe und deren Bildung	328
4.1.1.1.	Kohlendioxid und organische Säuren	328
4.1.1.2.	Ammoniak	328
4.1.1.3.	Harnstoff	330
4.1.1.4.	Harnsäure und Derivate.	331
4.1.1.5.	Andere wichtige Exkretstoffe	333
4.1.2.	Die renale Exkretion	335
4.1.2.1.	Allgemeines	335
4.1.2.2.	Protozoen	337
4.1.2.3.	Protonephridien	337
4.1.2.4.	Metanephridien	338
4.1.2.5.	Molluskenniere	341
4.1.2.6.	Arthropodenniere.	343
4.1.2.7.	Malpighi-Gefäße	345
4.1.2.8.	Wirbeltierniere: Harnbildung	348
4.1.2.9.	Wirbeltierniere: Leistung und deren Kontrolle	353
4.1.3.	Extrarenale Exkretion	357
4.1.4.	Exkretspeicherung	358
4.2.	Ionen- und Osmoregulation	358
4.2.1.	Marine Tiere	360
4.2.1.1.	Evertebraten	360
4.2.1.2.	Vertebraten	362
4.2.2.	Limnische Tiere	365
4.2.2.1.	Protozoen	365
4.2.2.2.	Metazoen	366
4.2.3.	Terrestrische Tiere	369
4.2.3.1.	Wasserverluste durch Verdunstung (Transpiration)	370
4.2.3.2.	Wasserverluste mit Kot und Harn	372
4.2.3.3.	Wasseraufnahme	374
4.3.	Regulation des pH-Wertes.	375
4.4.	Regelung des Kohlenhydratstoffwechsels und des Blutzucker- spiegels	378
4.4.1.	Wirbeltiere	378
4.4.2.	Arthropoden	381
4.5.	Thermoregulation	382
4.5.1.	Temperaturtoleranz und -adaptation	383
4.5.2.	Thermoregulatorische Mechanismen bei Poikilothermen	386
4.5.3.	Thermoregulation bei Homoiothermen	389
4.5.3.1.	Körpertemperatur (Regelgröße)	390
4.5.3.2.	Meßglieder der Thermoregulation	392
4.5.3.3.	Regulierung der Wärmeproduktion (chemische Regulation)	393

4.5.3.4.	Regulierung der Wärmeabgabe (physikalische Regulation) . . .	394
4.5.4.	Der Winterschlaf und verwandte Phänomene	397
4.6.	Abwehr von Körperfremdem	401
4.6.1.	Unspezifische Abwehrvorgänge (Resistenz)	402
4.6.2.	Spezifische Abwehrvorgänge (Immunität)	403
4.6.3.	Blutgruppen	410
4.6.4.	Blutungsstillung (Hämostase) und Wundverschluß	412
4.7.	Kontrollfragen und Übungen	416
5.	Informationsaufnahme und -verarbeitung	418
5.1.	Allgemeines	418
5.2.	Mechanische Sinne	421
5.2.1.	Tastsinn	421
5.2.2.	Vibrationssinn	425
5.2.3.	Gehörsinn	429
5.2.3.1.	Insekten	430
5.2.3.2.	Wirbeltiere	434
5.2.3.3.	Echo-Orientierung	445
5.2.4.	Statischer Sinn	450
5.2.4.1.	Wirbellose (excl. Insekten)	450
5.2.4.2.	Insekten	453
5.2.4.3.	Wirbeltiere	456
5.2.5.	Rotationssinn	458
5.3.	Temperatursinn	461
5.3.1.	Thermorezeptoren	461
5.3.2.	Thermotaktische Orientierung	463
5.4.	Optischer Sinn	464
5.4.1.	Primitive Formen des Sehens (Hell-Dunkel- und Richtungs- sehen)	465
5.4.2.	Dioptrik	467
5.4.2.1.	Linsenaugen	467
5.4.2.2.	Facettenaugen (Komplexaugen)	472
5.4.3.	Auflösungsvermögen (Sehschärfe)	476
5.4.4.	Sehpigmente und Empfindlichkeit	481
5.4.5.	Elektrophysiologie des Auges	487
5.4.6.	Farbsehen	495
5.4.6.1.	Vertebraten	495
5.4.6.2.	Evertebraten	498
5.4.7.	Polarisationssehen	501
5.4.8.	Räumliches und Bewegungssehen	502
5.4.9.	Die Signalverarbeitung im zentralen visuellen System der Wirbel- tiere	506
5.5.	Elektrischer Sinn	509
5.6.	Magnetischer Sinn	512
5.7.	Chemische Sinne	514
5.7.1.	Chemischer Sinn bei Wirbellosen (excl. Insekten)	515
5.7.2.	Geschmackssinn	517
5.7.2.1.	Insekten	517
5.7.2.2.	Wirbeltiere	518
5.7.3.	Geruchssinn	519
5.7.3.1.	Insekten	519
5.7.3.2.	Wirbeltiere	520
5.8.	Afferente Informationsleitung bei Wirbeltieren	522
5.8.1.	Afferente Leitungsbahnen	522
5.8.2.	Wahrnehmung und Bewußtsein	526
5.9.	Kontrollfragen und Übungen	529

6.	Physiologie der Effektoren	531
6.1.	Produktion mechanischer Energie	531
6.1.1.	Muskelbewegung	531
6.1.1.1.	Aufbau des Muskels.	531
6.1.1.2.	Mechanische Eigenschaften des Muskels	534
6.1.1.3.	Aktivierung des Muskels — „schnelle“ und „langsame“ Fasern	535
6.1.1.4.	Die Einzelzuckung	538
6.1.1.5.	Tetanus und Tonus	542
6.1.1.6.	Die chemischen Vorgänge bei der Muskeltätigkeit.	545
6.1.1.7.	Steuerung der Muskeltätigkeit über das Rückenmark	549
6.1.1.8.	Supraspinale motorische Systeme	552
6.1.2.	Geißel- und Cilienbewegung	555
6.1.3.	Amöboide Bewegung	559
6.2.	Produktion elektrischer Energie (elektrische Organe)	560
6.3.	Farbwechsel (Chromatophoren).	563
6.3.1.	Die Chromatophoren	564
6.3.2.	Steuerung des Farbwechsels	566
6.3.2.1.	Nervöse Steuerung	566
6.3.2.2.	Hormonale Steuerung	567
6.3.3.	Auslöser des Farbwechsels	568
6.4.	Produktion von Licht (Biolumineszenz)	569
6.5.	Gassekretion (Schwimmlase)	573
6.6.	Kontrollfragen und Übungen.	576
7.	Physiologie des Verhaltens und der Orientierung.	579
7.1.	Angeborenes Verhalten	579
7.1.1.	Äußere Auslöser „reaktiven“ Verhaltens.	580
7.1.2.	Innere Bedingungen und Faktoren, „spontanes“ Verhalten	582
7.1.3.	Verhalten als Synthese von Reaktion und Aktion.	586
7.2.	Erlerntes Verhalten	589
7.3.	Orientierungsverhalten	591
7.3.1.	Grundorientierungen	591
7.3.2.	Fernorientierung und Menotaxis	597
7.3.3.	Vogelzug und Navigation	602
7.4.	Begriffsbildung und Planhandlungen	607
7.5.	Kontrollfragen und Übungen.	611
Anhang		612
1.	Zeittafel zur Geschichte der Tierphysiologie	612
2.	Übersicht über das System der rezenten Tiere	615
3.	Maßeinheiten	617
4.	Eine Auswahl weiterführender Literatur.	620
5.	Bildquellenverzeichnis	624
Sachverzeichnis		631