

Grundriß der physiologischen Chemie

Begründet von

Prof. Dr. med. et phil. Martin Schenck †

ehem. Prof. für Physiologische Chemie in Leipzig

Bearbeitet von

Prof. Dr. sc. med. vet. et Dr. rer. nat. Erich Kolb

o. Prof. für Tierbiochemie an der Karl-Marx-Universität Leipzig

Achte, überarbeitete Auflage

Mit 279 Abbildungen und 242 Tabellen



Gustav Fischer Verlag Jena · 1990

1. Auflage 1953
 2. Auflage 1955
 3. Auflage 1959
 4. Auflage 1961
 5. Auflage 1964
 6. Auflage 1971
 7. Auflage 1982
- Übersetzung der 2. Auflage ins Slowakische, Bratislava 1956

E 2/18



2001/045

Grundriß der physiologischen Chemie / begr.
von Martin Schenck. Bearb. von Erich Kolb. –
8., überarb. Aufl. – Jena: Gustav Fischer
Verl., 1990. – 666 S., 279 Ill., 242 Tab.;

ISBN 3-334-00270-5

8. Auflage

Alle Rechte vorbehalten

© Gustav Fischer Verlag Jena, 1990

Lizenznummer 261700/27/90

LSV 2914

Zeichnungen Ernst Halwaß, Nossen, und Bruno Schreiber, Leipzig
Gestaltung, Schutzumschlag und Einband Lothar Jähnichen, Dornburg

Lektor Dr. Dr. Roland Itterheim

Hersteller Erika Winkler

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: IV/10/5 Druckhaus Freiheit Halle

Bestellnummer 5346603

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	15
2.	Die Biochemie der Zelle	19
2.1.	Allgemeines	19
2.2.	Die Bestandteile der tierischen Zellen	22
2.2.1.	Der Zellkern	24
2.2.2.	Die Mitochondrien	32
2.2.3.	Die Mikrosomenfraktion	36
2.2.3.1.	Die Ribosomen	37
2.2.3.2.	Das endoplasmatische Retikulum und der Golgiapparat	39
2.2.3.3.	Die Lysosomen	42
2.2.3.4.	Die Mikrokörperchen (Peroxisomen)	44
2.2.3.5.	Die Zentriolen, die Mikrotubuli und das Zytoskelett	45
2.2.3.6.	Mantelproteinhaltige Bläschen	46
2.2.4.	Das Zytoplasma	47
2.2.5.	Die Zellmembran	48
2.3.	Besonderheiten von pflanzlichen Zellen	52
2.3.1.	Die Chemosynthese	52
2.3.2.	Die Photosynthese	53
2.3.2.1.	Die Photosynthese bei Bakterien	53
2.3.2.2.	Die Photosynthese bei eukaryoten Pflanzen	54
2.3.3.	Die N ₂ -Bindung durch Knöllchenbakterien	60
2.3.4.	Die Bildung von Alkaloiden	61
3.	Die Vitamine	63
3.1.	Die essentiellen Nahrungsfaktoren	63
3.2.	Die Vitamine	63
3.2.1.	Allgemeines	63
3.2.2.	Hypovitaminose und Hypervitaminose	64
3.2.3.	Einteilung der Vitamine	66
3.3.	Die A-Vitamine (Retinole)	66
3.4.	Die D-Vitamine (Calciferole)	71
3.5.	Die E-Vitamine	75
3.6.	Die K-Vitamine	78
3.7.	Die Vitamin B ₁	80
3.8.	Das Vitamin B ₂	83
3.9.	Das Vitamin B ₆	85
3.10.	Das Nicotinsäureamid	87
3.11.	Die Pantothersäure	88
3.12.	Das Biotin	90
3.13.	Das Cholin und der Mesoinosit	91
3.14.	Die Folsäure	94
3.15.	Das Vitamin B ₁₂	96
3.16.	Das Vitamin C	98

4.	Die Enzyme	101
4.1.	Die Bedeutung der Enzyme, Reaktionstypen	101
4.2.	Der Aufbau der Enzyme	108
4.3.	Die Einteilung der Enzyme	113
4.4.	Die Wirkungsweise der Enzyme	116
4.5.	Die Eigenschaften der Enzyme	122
4.5.1.	Die Spezifität	122
4.5.2.	Der Einfluß der Temperatur	122
4.5.3.	Der Einfluß des pH-Wertes	123
4.5.4.	Der Einfluß von Oxydation	124
4.5.5.	Die Aktivierbarkeit	124
4.5.6.	Die Hemmbarkeit	126
4.6.	Die Regulation der Synthese und des Abbaues von Enzymen	129
4.7.	Die medizinische Bedeutung der Enzymologie	131
5.	Die Hormone	136
5.1.	Bedeutung, Eigenschaften und Einteilung	136
5.2.	Wirkungsmechanismus	140
5.3.	Die Hormone des Hypothalamus	143
5.4.	Die Hormone der Hypophyse	146
5.4.1.	Allgemeines	146
5.4.2.	Die Funktion des Hypophysenvorderlappens	146
5.4.3.	Die Funktion des Hypophysenmittellappens	150
5.4.4.	Die Funktion des Hypophysenhinterlappens	150
5.5.	Die Epiphyse	152
5.6.	Die Schilddrüse	153
5.6.1.	Das Thyroxin und das Triiodthyronin	153
5.6.2.	Das Calcitonin	156
5.7.	Die Nebenschilddrüsen	156
5.8.	Die Inselzellen der Bauchspeicheldrüse	158
5.8.1.	Allgemeines	158
5.8.2.	Das Glucagon	159
5.8.3.	Das Insulin	160
5.9.	Die Nebennieren	164
5.9.1.	Die Nebennierenrinde	164
5.9.2.	Das Nebennierenmark	168
5.10.	Die Keimdrüsenhormone	170
5.10.1.	Die Androgene	170
5.10.2.	Die Östrogene	171
5.10.3.	Die Gestagene	172
5.11.	Die Hormone der Plazenta	173
5.12.	Die Gewebshormone	174
5.12.1.	Die Neurohormone und ähnlich wirkende Verbindungen	174
5.12.2.	Die Gewebshormone des Magen-Darm-Kanals	177
5.12.3.	Die gefäßwirksamen Gewebshormone	178
6.	Die Biochemie der Verdauung und Resorption	180
6.1.	Allgemeines	180
6.2.	Der Speichel	184
6.3.	Der Magensaft	185
6.4.	Die Verdauung im Dünndarm	188
6.4.1.	Allgemeines	188
6.4.2.	Das Pankreassekret	191
6.4.3.	Das Darmsekret	193
6.4.4.	Die Galle	195
6.4.5.	Die Verdauung und Resorption im Dünndarm	200
6.5.	Die Verdauung im Dickdarm	207
6.6.	Die parenterale Ernährung	208

7.	Allgemeine Biochemie des Stoffwechsels	210
7.1.	Die Beeinflussung und Analyse des Stoffwechsels	210
7.2.	Die Gewinnung von ATP	217
7.2.1.	Die ATP-Synthese durch Photophosphorylierung	218
7.2.2.	Die ATP-Synthese durch oxydative Phosphorylierung	220
7.2.3.	Die ATP-Synthese durch Substratphosphorylierung	231
7.3.	Der Tricarbonsäurezyklus	232
7.4.	Störungen der Funktion der Mitochondrien	236
8.	Der Stoffwechsel der Kohlenhydrate	238
8.1.	Ernährungsbiochemisch wichtige Kohlenhydrate	238
8.2.	Die Bedeutung und der Umsatz der Glucose im Blutplasma	241
8.3.	Die Verwertung der Monosaccharide	246
8.3.1.	Die Verwertung der Glucose	246
8.3.2.	Die Verwertung der Fructose	249
8.3.3.	Die Verwertung der Galactose	250
8.4.	Der Abbau der Glucose über die Enzymkette der Glykolyse	251
8.5.	Der Abbau der Glucose über den Hexose-Pentosephosphat-Zyklus	254
8.6.	Der Stoffwechsel des Glycogens	256
8.7.	Die Glukoneogenese	258
8.8.	Die Synthese von Hexosamin-Verbindungen und von Glucuronat	260
8.9.	Die Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels	262
8.10.	Störungen des Stoffwechsels der Kohlenhydrate	263
8.10.1.	Der Diabetes mellitus	263
8.10.2.	Die hereditäre Fructoseintoleranz	263
8.10.3.	Die hereditäre Galaktosämie	263
8.10.4.	Die Glycogen-Speicherkrankheiten (Glykogenosen)	264
8.10.5.	Die Mannosidose	265
8.10.6.	Mangelnde Bildung von Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase	265
9.	Der Stoffwechsel der Fettstoffe	267
9.1.	Ernährungsbiochemisch wichtige Fettstoffe	267
9.2.	Der Transport und der Umsatz der Fettstoffe im Blutplasma	274
9.3.	Der Abbau der Fettsäuren	280
9.4.	Die Bildung der Ketokörper	283
9.5.	Die Veränderung und die Synthese von Fettsäuren	287
9.5.1.	Umwandlungsreaktionen an Fettsäuren	287
9.5.2.	Bedeutung und Stoffwechsel der essentiellen Fettsäuren	287
9.5.3.	Die Neusynthese von Fettsäuren	288
9.6.	Die Synthese der Phospholipide	290
9.7.	Die Synthese der Glycolipide	293
9.8.	Die Synthese des Cholesterols	293
9.9.	Die Biochemie des Fettgewebes	295
9.9.1.	Allgemeines	295
9.9.2.	Das braune Fettgewebe	297
9.9.3.	Das weiße Fettgewebe	298
9.10.	Störungen des Stoffwechsels der Fettstoffe	301
9.10.1.	Die Fettsucht	301
9.10.2.	Die Abmagerung (Kachexie)	302
9.10.3.	Die Arteriosklerose	302
9.10.4.	Durch Fettsäure-Peroxidverbindungen bedingte Störungen	303
9.10.5.	Die Verfettung der Leber	304
9.10.6.	Der Mangel an essentiellen Fettsäuren	304
9.10.7.	Die Hemmung des Abbaues bestimmter Fettstoffe	305
9.10.8.	Die Störungen im Lipoproteinstoffwechsel	306
10.	Der Stoffwechsel der Nukleinsäuren und der Nukleotide	307
10.1.	Vorkommen, Bedeutung und Aufbau der DNA	307
10.2.	Bedeutung und Aufbau der RNA	314

10.3.	Die Synthese und der Abbau der DNA	316
10.4.	Die Synthese und der Abbau der RNA	321
10.5.	Die Bedeutung, die Synthese und der Abbau der Nukleotide	328
10.5.1.	Die Bedeutung der Nukleoside und Nukleotide	328
10.5.2.	Die Verwertung der Basen und der Nukleoside	329
10.5.3.	Die Synthese und der Abbau der Pyrimidinnukleotide	329
10.5.4.	Die Synthese und der Abbau der Purinnukleotide	332
10.6.	Störungen des Nukleinsäurestoffwechsels	335
10.6.1.	Störungen in der Funktion und in der Synthese von DNA	335
10.6.2.	Störungen in der Synthese von RNA	336
10.6.3.	Störungen im Nukleotidstoffwechsel	336
11.	Der Stoffwechsel der Proteine und der Aminosäuren	338
11.1.	Bedeutung und Einteilung der Proteine	338
11.2.	Größe der Aufnahme und Umfang der Synthese und des Abbaus von Proteinen	342
11.3.	Die Eigenschaften der Proteine	346
11.4.	Die essentiellen Aminosäuren und die biologische Wertigkeit	350
11.5.	Die Hauptwege der Gewinnung und der Verwertung der Aminosäuren	352
11.6.	Die Synthese der Proteine	356
11.6.1.	Der genetische Schlüssel und die Ribosomen	356
11.6.2.	Die Teilreaktionen bei der Proteinsynthese	359
11.7.	Der Stoffwechsel der Aminosäuren	366
11.7.1.	Allgemeines	366
11.7.2.	Glukoplastische und ketoplastische Aminosäuren	368
11.7.3.	Die Transaminierung	368
11.7.4.	Die oxydative Desaminierung	369
11.7.5.	Die Decarboxylierung von Aminosäuren	369
11.7.6.	Die Synthese von Harnstoff	370
11.7.7.	Der Stoffwechsel des Glycins	372
11.7.8.	Der Stoffwechsel des Alanins, des Serins und des Cysteins	373
11.7.9.	Der Stoffwechsel des Threonins und des Methionins	375
11.7.10.	Der Stoffwechsel des Valins, Leucins und Isoleucins	377
11.7.11.	Der Stoffwechsel des Lysins	378
11.7.12.	Der Stoffwechsel des Phenylalanins und des Tyrosins	379
11.7.13.	Der Stoffwechsel des Tryptophans	379
11.7.14.	Der Stoffwechsel des Histidins	383
11.7.15.	Der Stoffwechsel des Ornithins, Prolins und Hydroxyprolins	383
12.	Die Biochemie des Blutes	385
12.1.	Die Bedeutung des Blutes	385
12.2.	Die Bestandteile des Blutplasmas	387
12.2.1.	Die Proteine des Blutplasmas	387
12.2.2.	Die Glucose, die freien Fettsäuren und der Rest-N	391
12.3.	Die Zellen des Blutes	392
12.3.1.	Die Erythrozyten	392
12.3.1.1.	Die Bestandteile und die Synthese der Erythrozyten	392
12.3.1.2.	Der Aufbau und die Synthese des Hämoglobins	395
12.3.1.3.	Die Funktion des Hämoglobins	398
12.3.1.4.	Der Stoffwechsel der Erythrozyten	401
12.3.1.5.	Die Blutgruppensubstanzen	401
12.3.2.	Die Leukozyten	403
12.3.3.	Die Thrombozyten	408
12.4.	Die Blutgerinnung	410
13.	Die Biochemie der Lungen	415
14.	Die Biochemie der Leber	420
14.1.	Allgemeines	420
14.2.	Die Bildung der Galle	423

14.3.	Die Reaktionen zur Entgiftung bzw. zur Verstärkung von Giftwirkung	425
14.4.	Die Bedeutung bei der Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels	428
14.5.	Die Bedeutung bei der Regulation des Stoffwechsels der Fettstoffe	429
14.6.	Die Bedeutung bei der Regulation des Stoffwechsels der Aminosäuren und der Proteine	431
14.7.	Die Speicherung von Vitaminen	432
14.8.	Die Bedeutung im Stoffwechsel der Spurenelemente	432
14.8.1.	Der Eisenstoffwechsel	432
14.8.2.	Der Kupferstoffwechsel	434
14.8.3.	Der Zinkstoffwechsel	435
14.8.4.	Der Manganstoffwechsel	436
14.8.5.	Der Stoffwechsel des Co, des Se, des Mo und des Cr	436
14.9.	Störungen der Leberfunktion	437
15.	Die Biochemie der Nieren	439
15.1.	Allgemeines	439
15.2.	Die Funktion der Glomerula	442
15.3.	Die Funktion der Nierentubuli	444
15.4.	Regulatorisch wirksame Stoffe aus den Nieren	450
15.4.1.	Das Renin	450
15.4.2.	Das Erythropoetin	451
15.5.	Der Harn	451
15.6.	Die Regulation des Stoffwechsels des Wassers und der Mineralstoffe	455
15.6.1.	Die Regulation des Wasserstoffwechsels	455
15.6.2.	Die Regulation des Stoffwechsels der Mineralstoffe	458
15.7.	Die Regulation des pH-Wertes der Körperflüssigkeiten	462
16.	Die Biochemie des Binde- und Stützgewebes	465
16.1.	Das Bindegewebe	465
16.1.1.	Zellformen	465
16.1.2.	Interzellulärsubstanzen	467
16.2.	Das Knorpelgewebe	474
16.3.	Das Knochengewebe	476
16.3.1.	Allgemeines	476
16.3.2.	Die Knochenzellen	477
16.3.3.	Die Beeinflussung des Knochenwachstums	481
16.4.	Das Zahngewebe	481
17.	Die Biochemie des Muskelgewebes	483
17.1.	Vorkommen und Eigenschaften	483
17.2.	Entwicklung	484
17.3.	Die Zusammensetzung des Skelettmuskels	485
17.4.	Der Aufbau der Myofibrillen	490
17.4.1.	Die Myosinfilamente	490
17.4.2.	Die Actinfilamente	491
17.4.3.	Die Vorgänge bei der Muskelkontraktion	493
17.5.	Der Stoffwechsel des Skelettmuskels	494
17.6.	Die Funktion der motorischen Endplatten	497
17.7.	Muskeltätigkeit und Gesamtstoffwechsel	499
17.8.	Die Biochemie des Herzmuskels	500
18.	Die Biochemie der Haut	504
18.1.	Aufbau und Funktion der Haut	504
18.2.	Die Bestandteile der Haare	508
18.3.	Die Schweißdrüsen	511
18.4.	Die Talgdrüsen	511

19.	Die Biochemie des Nervengewebes und der Sinnesorgane	512
19.1.	Aufbau und Bestandteile des Nervensystems	512
19.2.	Der Stoffwechsel des Nervensystems	516
19.2.1.	Der Stoffwechsel der Glucose	517
19.2.2.	Der Stoffwechsel der Aminosäuren	517
19.2.3.	Der Stoffwechsel der Fettstoffe	518
19.2.4.	Ernährung und Gehirnstoffwechsel	519
19.3.	Die Funktion der Nervenzellen	520
19.4.	Die Funktion der Neurotransmitter und der Neuromodulatoren sowie der Wirkungsmechanismus von Neurotoxinen	522
19.5.	Lernen und Gedächtnisbildung	524
19.6.	Die Biochemie der Sinnesorgane	525
20.	Die Biochemie der Fortpflanzungsorgane	592
20.1.	Männliche Fortpflanzungsorgane	532
20.1.1.	Entwicklung der Funktion	532
20.1.2.	Bildung und Eigenschaften der Spermien	535
20.1.3.	Bildung und Zusammensetzung des Samenplasmas	540
20.1.4.	Abgabe und Konservierung des Spermas	542
20.1.5.	Beeinflussung der Fortpflanzungsvorgänge	543
20.2.	Weibliche Fortpflanzungsorgane	544
20.2.1.	Entwicklung der Funktion	544
20.2.2.	Formen des Genitalzyklus	547
20.2.3.	Der Genitalzyklus bei Haussäugetieren	548
20.2.4.	Der Genitalzyklus bei Primaten	552
20.2.5.	Beeinflussung der Fortpflanzungsvorgänge	555
20.3.	Die Biochemie der Milchdrüse	556
20.3.1.	Die Entwicklung der Milchdrüse	556
20.3.2.	Die Laktation bei der Frau	559
20.3.2.1.	Allgemeines	559
20.3.2.2.	Die Synthese der Milchbestandteile	561
20.3.3.	Die Laktation bei Wiederkäuern	563
20.3.3.1.	Allgemeines	563
20.3.3.2.	Die Eigenschaften und die Synthese der Milchbestandteile	566
20.3.3.3.	Beziehungen zwischen Milchzusammensetzung und Wachstumsgeschwindigkeit	571
20.4.	Die Fortpflanzung beim Geflügel	572
20.4.1.	Allgemeines	572
20.4.2.	Die Funktion der männlichen Fortpflanzungsorgane	573
20.4.3.	Die Funktion der weiblichen Fortpflanzungsorgane	574
20.4.3.1.	Das Ovar	574
20.4.3.2.	Die Funktion des Eileiters	577
20.4.3.3.	Die Ablage des Eies	579
20.4.3.4.	Der Stoffwechsel des Embryos	580
21.	Die Biochemie des Wachstums und der Entwicklung	582
21.1.	Die Zellteilung	582
21.2.	Wachstum und Differenzierung, fetale Entwicklung	589
21.3.	Postnatale Entwicklung	596
22.	Die Biochemie der Evolution	601
22.1.	Die chemische Evolution	602
22.2.	Die organische Evolution	605
22.3.	Die biologische Evolution	607
23.	Die Biochemie der Bakterien, der Pilze und der Viren	610
23.1.	Die Bakterien	610
23.1.1.	Wandbestandteile	611
23.1.2.	DNA-Ausrüstung und Proteinsynthese	613
23.1.3.	Enzyme und Toxine	614

23.1.4.	Geißelbestandteile	615
23.2.	Die Pilze	615
23.3.	Die Viren	617
23.3.1.	Die Bakteriophagen	618
23.3.2.	Pflanzenpathogene Viren	620
23.3.3.	Tierpathogene Viren	620
23.4.	Biochemische Wirkungen der Antibiotika	627
24.	Die Biochemie des Immunsystems	629
24.1.	Aufgaben und Entwicklung	629
24.2.	Unspezifische Infektionsabwehr und Immunglobuline	634
24.3.	Kooperation im Immunsystem	640
24.4.	Hemmstoffe der Immunreaktion	642
24.5.	Immuntoleranz	643
24.6.	Beeinflussung und Defekte des Immunsystems	643
25.	Die Biochemie der Strahlenwirkungen	645
25.1.	Die natürliche Strahleneinwirkung	645
25.1.1.	Die Sonnenstrahlen	645
25.1.2.	Die kosmische und terrestrische Strahlung	647
25.2.	Eigenschaften energiereicher Strahlung	648
25.2.1.	Alphateilchen	649
25.2.2.	Betateilchen	649
25.2.3.	Gammastrahlung	650
25.2.4.	Neutronenteilchen	650
25.2.5.	Röntgenstrahlung	650
25.3.	Die biochemische Wirkung energiereicher Strahlung	651
25.3.1.	Die direkte Energieübertragung	652
25.3.2.	Indirekte Strahlenwirkung	652
25.4.	Die Wirkung energiereicher Strahlung auf Zellen	653
25.4.1.	Die abtötende Wirkung	654
25.4.2.	Die mutagene Wirkung	655
25.4.3.	Die karzinogene Wirkung	655
25.5.	Die Strahlenkrankheit und die Strahlenschutzstoffe	655
Sachregister		657