

LEHRBUCH DER PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

BEGRONDET VON S. EDLBACHER

15., NEUBEARBEITETE AUFLAGE VON

FRANZ LEUTHARDT

ORDENTLICHER PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZÜRICH

MIT 76 ABBILDUNGEN UND 1 BILDTAFEL



WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G.J. GOSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG. J.GUTTENTAG
VERLAGSBUCHHANDLUNG. GEORG REIMER. KARL J. TRUBNER
VEIT & COMP.

BERLIN 1963

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	1
I. Teil. Die Chemie der Hauptgruppen der Nahrungsstoffe und Eorperbestandteile	7
1. Kapitel. Die Kohlenhydrate.	7
1. Definition und Nomenklatur.	7
2. Monosaccharide.	9
A. Allgemeine Eigenschaften der Monosen.	9
B. Stereochemie der Zucker.	13
C. Ringstruktur der Zucker.	19
D. Die verschiedenen Gruppen der Monosaccharide.	24
3. Disaccharide, Oligosaccharide.	30
4. Polysaccharide: Starke, Glycogen, Cellulose, Inulin.	33
5. Pectin, Hemicellulose, Lignin, Pflanzengummi und -schleime.	36
6. Mucopolysaccharide.	37
2. Kapitel. Fette, Fettsauren und Lipoide.	41
1. Fette	41
A. Bausteine.	41
B. Struktur der Fette.	43
2. Wachse.	44
3. Phosphatide und Cerebroside.	45
A. Phosphatide.	45
B. Cerebroside.	50
3. Kapitel. Sterine, Gallensauren, Carotinoide.	52
1. Sterine und Steroide.	52
2. Gallensauren	59
3. Carotinoide (Lipochrome).	60
4. Kapitel. Die Proteine und ihre Bausteine.	65
1. Aminosauern	65
A. Allgemeine Charakteristik der Aminosauern.	65
B. Derivate der AminoBauren.	67
C. Die einzelnen Aminosauern.	68
D. Die Stereochemie der Aminosauern.	75
E. Nachweis- und Bestimmungsmethoden der Aminosauern.	77
2. Peptide.	81
3. EiweiBkörper	84
A. Einteilung der EiweiBkörper.	85
B. Reaktionen der Proteine.	88
C. Die Analyse der EiweiBkörper.	90
D. Die Struktur der Proteine.	92
E. Das Molekulargewicht der Proteine.	99
F. Die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Proteine.	101
a) Die Proteine als Elektrolyte.	101
b) Elektrophorese.	105
c) Die Loslichkeit der Proteine.	108
d) Die Wechselwirkung zwischen Salzen und Proteinen.	109

	Seite
5. Kapitel. Die Nucleinsäuren und ihre Bausteine . . . . .	.114
1. Allgemeines . . . . .	.114
2. Das Kohlenhydrat . . . . .	.114
3. Die stickstoffhaltigen Bausteine . . . . .	.115
4. Die Bindung der Bausteine in den Nucleinsäuren . . . . .	.117
5. Die Struktur der Nucleinsäuren . . . . .	.119
6. Anhang: Die Pteridine . . . . .	.124
II. Teil. Physikalisch-chemische Grundlagen . . . . .	.126
6. Kapitel. Einige physikalisch-chemische Grundgesetze . . . . .	.126
1. Die Gesetze der verdünnten Lösungen . . . . .	.126
A. Die ideale Lösung . . . . .	.126
B. Dampfdruckerniedrigung des Lösungsmittels . . . . .	.127
C. Gefrierpunktsdepression . . . . .	.127
D. Löslichkeit und Partialdruck leichtflüchtiger Substanzen (Gase) . . . . .	.128
E. Der Verteilungskoeffizient . . . . .	.129
F. Osmotischer Druck . . . . .	.129
2. Elektrolyte . . . . .	.131
7. Kapitel. Säuren und Basen . . . . .	.133
1. Massenwirkungsgesetz . . . . .	.133
2. Definition der Säuren und Basen . . . . .	.134
3. Die Dissoziation schwacher Säuren und Basen . . . . .	.136
4. Pufferlösungen . . . . .	.141
5. Aktivität der Ionen . . . . .	.143
6. Die Messung der Wasserstoffionenkonzentration . . . . .	.146
8. Kapitel. Oxydation und Reduktion . . . . .	.149
1. Der Begriff der Oxydation . . . . .	.149
2. Das Oxydations-Reduktionspotential . . . . .	.153
9. Kapitel. Kolloidchemische Grundbegriffe; Vorgänge an Grenzflächen . . . . .	.158
1. Sole und Gele . . . . .	.160
2. Adsorption . . . . .	.162
3. Anwendung der Adsorption als Trennverfahren; Chromatographie . . . . .	.166
A. Die Chromatographie . . . . .	.166
B. Verteilungschromatographie; Papierchromatographie . . . . .	.168
C. Ionenaustauscher . . . . .	.170
III. Teil. Der Stoffwechsel . . . . .	.172
10. Kapitel. Die Fermente . . . . .	.172
1. Allgemeine Charakteristik der Fermente . . . . .	.172
2. Reaktionskinetik . . . . .	.177
3. Chemische Natur der Fermente . . . . .	.179
A. Allgemeine Eigenschaften der Fermente . . . . .	.180
B. Reindarstellung der Fermente . . . . .	.182
4. Verbindung von Ferment und Substrat . . . . .	.184
5. Einteilung der Fermente . . . . .	.188
6. Hydrolasen . . . . .	.190
A. Desaminasen . . . . .	.190
B. Proteasen . . . . .	.192

Inhaltsübersicht

	XI Seite
C. Esterasen	201
D. Carbohydrasen	205
a) Glycosidasen, speziell Hexosidasen	205
b) Polyasen	208
7. Kurze Übersicht fiber die anderen Gruppen (II—VI)	211
A. Phosphorylasen (II)	211
B. Hydratasen (III)	211
C. Desmolasen (IV)	212
D. Gruppenübertragende Fermente (V)	213
E. Isomerasen (VI)	216
F. Fermente der Oxydo-Reduktion (VII)	216
11. Kapitel. Die Methoden zur Erforschung des Intermediarstoffwechsels	216
Anwendung der Isotope biologischer Elemente als „tracer“	221
12. Kapitel. Die biologische Oxydation	226
1. Die eisenhaltigen Atmungsfermente	227
A. Das „sauerstoffübertragende“ Ferment	227
B. Die Cytochrome	232
C. Katalase und Peroxydasen (Hydroperoxydasen)	233
2. Die wasserstoffübertragenden Fermente	236
A. Die Dehydrierung der organischen Stoffe	236
B. Die wasserstoffübertragenden Cofermente	239
3. Die Atmungskette	246
4. Spezielle Redoxsysteme	252
5. Oxydation durch molekularen Sauerstoff	256
6. Mechanismus der Dehydrierungen	257
13. Kapitel. Die Oxydation der Kohlenstoffketten; der Citronensaurecyklus	259
1. Die Oxydation des Pyruvats durch den Citronensaurecyklus	261
2. Die Fixierung des Kohlendioxyds	274
14. Kapitel. Der Kohlenhydratstoffwechsel	279
1. Die Verdauung und Aufnahme der Kohlenhydrate	279
2. Die wichtigsten biochemischen Umsetzungen der Kohlenhydrate	281
A. Alkoholische Garung und Glycolyse	283
B. Andere Garungsformen; weitere Reaktionen der C ₃ -Körper	294
C. Der Glycogenabbau und die Glycogensynthese	298
D. Der Stoffwechsel der Fructose und der Galactose	303
E. Bildung der Ribose; direkte Oxydation der Glucose	307
F. Synthese der glycosidischen Bindung; die Transglycosidasen	308
G. Der Pentosephosphatcyclus	311
3. Die Resynthese von Glycogen aus Milchsäure; die Gluconeogenese	314
4. Weitere Produkte des Kohlenhydratstoffwechsels	320
5. Verteilung und Verbrauch der Kohlenhydrate im Organismus; die Regulation des Blutzuckers	322
6. Der Diabetes mellitus	339
15. Kapitel. Der Fettstoffwechsel	346
1. Die Verdauung der Fette	346
2. Absorption und Verteilung	346

	Seite
3. Die Bildung und gegenseitige Umwandlung der Fettsauren	350
4. Der Abbau und die Synthese der Fettsauren; Bedeutung der aktivierten Essigsäure im Fettsaurestoffwechsel	351
5. Die Bildung der Acetonkörper (Ketogenese).	361
6. Unentbehrliche (essentielle) Fettsauren.	364
7. Die „lipotrop“ wirkenden Stoffe und die Rolle der Leber im Fettstoffwechsel	365
8. Abhängigkeit des Fettstoffwechsels von endokrinen Drüsen	367
9. Der Stoffwechsel des Cholesterins und der Gallensauren.	368
16. Kapitel. Der Eiweißstoffwechsel	373
1. Aufnahme der Eiweißkörper.	373
A. Die Verdauung der Eiweißkörper.	373
B. Resorption und Speicherung	374
2. Bildung und Abbau von Aminosäuren im Tierkörper.	376
3. Der Abbau des Kohlenstoffgerüsts	386
4. Der Stoffwechsel einzelner Aminosäuren.	392
A. Phenylalanin und Tyrosin	393
B. Tryptophan.	398
C. Histidin.	403
D. Cystin (und Cystein), Methionin	406
E. Arginin, Lysin.	414
F. Prolin	417
G. Glutamin- und Asparaginsäure; Glutamin und Asparagin.	418
H. Serin und Threonin.	420
I. Glycocoll	422
K. Valin, Leucin und Isoleucin.	423
5. Abbau der Aminosäuren durch Mikroorganismen.	424
6. Aminosäuren und Entgiftungs-(Detoxikations-)vorgänge.	429
7. Die Ammoniak- und Harnstoffbildung	432
8. Die unentbehrlichen Aminosäuren.	438
9. Eiweißbedarf und Eiweißminimum	441
10. Die „biologische Wertigkeit“ der Proteine.	443
11. Das Stickstoffgleichgewicht	444
12. Die Eiweißreserve des Organismus; Bedeutung der Proteine des Blutplasmas	445
13. Die Synthese der Peptide und Proteine.	448
A. Die Synthese der Peptidbindung	448
a) Umkehrung der hydrolytischen Spaltung	449
b) Aminosäureaustausch.	450
c) ATP-abhängige Peptidsynthesen.	451
B. Die Synthese des Proteinmolekuls.	454
14. Einfluß der endokrinen Drüsen auf den Proteinstoffwechsel	456 a
17. Kapitel. Der Nucleinsäure- und Purinstoffwechsel.	456 d
1. Abbau und Bildung der Nucleotide und Nucleinsäuren.	456 d
2. Synthese des Purin- und Pyrimidingerüsts.	468
3. Stoffwechsel der Cofermente.	474
4. Das weitere Schicksal der Purin- und Pyrimidinkörper.	475
18. Kapitel. Die Bedeutung der Phosphatbindung	479
1. Thermodynamische Vorbemerkungen.	479
2. Die Rolle des Phosphats bei der Koppelung der energieliefernden und der energie- verbrauchenden Reaktionen	484

	Seite
3. Glycolytische (anaerobe) Phosphorylierung	492
4. Oxydative Phosphorylierung	494
5. ATP- und Coenzym A-abhängige Vorgänge	502
A. Die Rolle des ATP und der organischen Phosphate bei biochemischen Synthesen	502
B. Coenzym A-abhängige Reaktionen: Acetylierung, Citronensaure- und Fettsauresynthese.	511
19. Kapitel. Die Assimilation des Kohlenstoffs und des Stickstoffs.	516
1. Die Kohlensäureassimilation (Photosynthese) in den grünen Pflanzen.	517
A. Das Chlorophyll.	517
B. Die chemischen Vorgänge der Photosynthese.	519
2. Die Assimilation des Stickstoffs.	529
IV. Teil. Zusammensetzung und Stoffwechsel einzelner Organe und Gewebe.	532
20. Kapitel. Die Verdauung und die Verdauungssekrete.	532
1. Der Speichel	533
2. Der Magensaft	534
3. Der Pankreassaft	537
4. Das Sekretin.	538
5. Die Galle	539
6. Der Darmsaft	541
7. Der allgemeine Verlauf der Verdauung	542
21. Kapitel. Der Wasser- und Salzhaushalt	545
1. Verteilung des Wassers und der Ionen	546
2. Die Bedeutung des Kochsalzes als Nahrungsfaktor.	553
3. Die Regulation des Saure- und Basengleichgewichts durch die Nieren.	554
4. Die endokrine Regulierung des Salz- und Wasserhaushaltes.	561
22. Kapitel. Das Blut	561
1. Zusammensetzung	561
2. Das Saure-Basen-Gleichgewicht des Bluts.	565
3. Die Plasmaproteine.	570
4. Die Blutgerinnung	577
5. Die Erythrocyten und der Blutfarbstoff.	585
A. Das Hamoglobin	586
a) Allgemeine Eigenschaften.	586
b) Die Porphyrine.	688
c) Das Globin.	592
d) Hamoglobinderivate; Bau des Hamoglobins.	592
B. Die Hamatopoese.	596
a) Die Synthese der Porphyrine.	596
b) Eisenbedarf und Eisenstoffwechsel	599
c) Die Bedeutung des Kupfers für die Hamoglobinbildung.	602
d) Andere Nahrungsfaktoren	602
C. Der Abbau des Blutfarbstoffes.	603
a) Der Gallenfarbstoff; seine Bildung aus dem Hamoglobin.	603
b) Die Bildung des „Urobilins“ aus dem Gallenfarbstoff.	606
6. Die Porphyrie.	611
23. Kapitel. Niere; Urin	613
1. Die Harnsekretion	613
2. Die „Clearance“.	615

	Seite
3. Der Stoffwechsel der Niere.	618
4. Niere und Blutdruck	618
5. Der Ham; seine wichtigsten Bestandteile.	620
A. Harnstoff.	620
B. Kreatinin und Kreatin.	621
C. Harnsaure.	622
D. Aminosäuren und Derivate.	622
E. Produkte der „Entgiftung“ (Detoxikation).	623
F. Kohlenhydrate.	629
G. Proteine.	632
H. Farbstoffe des Urins.	632
a) Blutfarbstoff.	632
b) Bilirubin, „Urobilin“, „Urobilinogen“.	633
c) Porphyrine.	634
d) Uroerythrin.	634
e) Urorosein.	634
f) Melanine.	635
g) Ehrlichsche Diazoreaktion.	635
I. Wirkstoffe.	635
K. Anorganische Stoffe, Säuren und Basen.	636
L. Harnsediment und Harnsteine.	637
6. Anhang: Das Sperma	639
24. Kapitel. Muskel- und Nervensystem	640
1. Muskel	640
A. Der Kohlenhydratstoffwechsel des Muskels.	641
B. Die Proteine des Muskels und die Muskelkontraktion.	645
C. Der Kreatinstoffwechsel.	657
2. Das Nervensystem	658
A. Nervenleitung	658
B. Stoffwechsel des Nervensystems.	662
C. Zusammensetzung des Gehirns und der Nerven.	662
25. Kapitel. Stütz- und Bindegewebe; Haut und Anhang.	663
1. Baustoffe.	663
2. Haut und Bindegewebe.	666
3. Knochen- und Calciumstoffwechsel.	668
A. Aufbau des Knochens.	668
B. Verkalkung des Knochens.	671
C. Die Bedeutung des Vitamins D und der Nebenschilddrüsen für die Verknöcherung	672
D. Der Knochen als Calcium- und Phosphatreserve.	674
26. Kapitel. Die Leber (ihre Rolle im Intermediärstoffwechsel).	676
V. Teil. Die chemische Regulation der physiologischen Funktionen.	680
27. Kapitel. Die chemische Regulation innerhalb des Zellverbandes.	680
1. Die pflanzlichen Wachstumsstoffe.	682
2. Die entwicklungsmechanische Induktion als Beispiel chemischer Steuerung	685
28. Kapitel. Innere Sekretion und Hormone.	686
1. Chemische und nervöse Steuerung	686

	Seite
2. Allgemeines fiber die Bedeutung der inneren Sekretion	688
3. Die Schilddrüse	690
A. Chemie des Schilddrüsenhormons	690
B. Biologische Wirkungen des Schilddrüsenhormons	694
C. Die Steuerung der Schilddrüse durch die Hypophyse	696
D. Hemmung der Schilddrüse durch „antithyreotide“ Stoffe: Thyreostatica	697
E. Störungen der Schilddrüsenfunktion	698
4. Die Nebenschilddrüsen	699
A. Wirkungen des Parathormons	699
B. Klinische Bedeutung	702
5. Die Nebennierenrinde	703
A. Ausfallserscheinungen	704
B. Die Rindenhormone	704
C. Die biologische Wirkung der Rindenhormone	706
D. Steuerung der Nebennierenrinde durch die Hypophyse	710
E. Addisonsche Krankheit	712
F. Bildung der Steroidhormone in der Nebennierenrinde	712
6. Das Nebennierenmark	715
7. Die Langerhansschen Inseln des Pankreas	717
8. Die Hypophyse	718
A. Übersicht	718
B. Das somatotrope Hormon (STH, Wachstumshormon)	721
C. Funktionen des Hypophysenhinterlappens (Neurohypophyse)	724
D. Funktionen des Mittellappens	727
9. Die endokrine Steuerung der Fortpflanzungsvorgänge	727
A. Die gonadotropen Hormone der Hypophyse und der Placenta	727
B. Die Hormone der Gonaden	731
C. Übersicht fiber die chemische Struktur der wichtigsten Sexualhormone und verwandter Steroide	738
D. Der Genitalzyklus	742
E. Gravidität	744
F. Endokrine Steuerung der sexuellen Differenzierung, der Entwicklung und des Wachstums	746
VI. Teil. Die Ernährung	750
29. Kapitel. Die Vitamine	750
1. Einleitung; tbersicht	750
2. Vitamin A (Aerophthol)	754
3. Die D-Vitamine	761
4. Vitamin E	768
5. Vitamin K, Phyllochinon	770
6. „Vitamin F“	772
7. Vitamin B _x (Thiamin, Aneurin)	772
8. Vitamin B ₂ (Lactoflavin, Riboflavin)	777
9. Vitamin B ₆ (Pyridoxin, Adermin)	780
10. Antipellagra-Vitamin	783
11. Biotin (Vitamin H)	786
12. meso-Inosit (i-Inosit)	789
13. Pantothen-saure	790

	Seite
14. Die Folsäuregruppe	793
15. p-Aminobenzoesäure und Sulfanilamid; Theorie der „Antivitamine“.	800
16. Vitamin B ₁₂ (Erythrotin, Cyanocobalamin).	802
17. Allgemeines über die Vitamine der B-Gruppe.	807
18. Vitamin C.	809
30. Kapitel. Die Spurelemente.	814
1. Allgemeines.	814
2. Einzelne Spurelemente.	816
A. Kupfer.	816
B. Kobalt	817
C. Zink.	818
D. Mangan.	818
3. Die Spurelemente als Nahrungsfaktoren.	819
31. Kapitel. Der Nahrungsbedarf.	821
1. Der Energiestoffwechsel.	821
A. Das Isodynamiegesetz.	821
B. Der respiratorische Quotient.	826
C. Berechnung des Energieumsatzes.	826
D. Der Grundumsatz (Basalstoffwechsel).	828
E. Die „spezifisch dynamische Wirkung“ der Nahrung.	829
2. Die Kostformen.	832
3. Die Nahrungsmittel.	837
A. Milch und Milchprodukte.	840
B. Fleisch	842
C. Nahrungsfette.	843
D. Cerealien.	844
E. Zucker und Süßigkeiten.	846
F. Kartoffeln.	846
G. Blattgemüse.	847
H. Leguminosen.	847
I. Früchte.	848
4. Die allgemeine Bedeutung der Ernährungslehre.	849
Bibliographische Hinweise.	852
Sachregister.	886