

# BIOCHEMIE DER ERNÄHRUNG

Von

PROF. DR. DR. K. LANG

Emer. Direktor des Physiologisch-chemischen Universitäts-Instituts Mainz  
Bad Krozingen

**4. neu bearbeitete Auflage**

Mit 103 Abbildungen und 310 Tabellen



DARMSTADT 1979

---

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG

# Inhaltsverzeichnis

Zweck und Ziele der Sammlung .....	VI
Vorwort zur ersten Auflage .....	VII
Vorwort zur zweiten Auflage .....	VIII
Vorwort zur dritten Auflage .....	IX
Vorwort zur vierten Auflage .....	X
Abkürzungen und Definitionen .....	XVII
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Kohlenhydrate und Derivate .....</b>	<b>11</b>
2.1. <i>Verdauung und Resorption der Kohlenhydrate</i> .....	12
2.2. <i>Glucose</i> .....	15
2.3. <i>Fructose</i> .....	18
2.4. <i>Mannose</i> .....	20
2.5. <i>Mannoheptulose</i> .....	21
2.6. <i>Galactose</i> .....	21
2.7. <i>D-Xylose</i> .....	24
2.8. <i>Sorbit</i> .....	26
2.9. <i>Xylit</i> .....	27
2.10. <i>Saccharose</i> .....	30
2.11. <i>Lactose</i> .....	32
2.12. <i>Lactulose</i> .....	34
2.13. <i>Glykogen</i> .....	34
2.14. <i>Stärke</i> .....	35
2.15. <i>Cellulose und andere unverwertbare Polysaccharide</i> .....	37
<b>3. Alkohole, niedere Carbonsäuren, Hydroxysäuren .....</b>	<b>41</b>
3.1. <i>Methanol</i> .....	41
3.2. <i>Äthanol</i> .....	41
3.3. <i>Glycerin und 1,3-Butandiol</i> .....	44
3.4. <i>Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure</i> .....	45
3.5. <i>Milchsäure</i> .....	46
3.6. <i>Citronensäure</i> .....	48
3.7. <i>Apfelsäure</i> .....	50
3.8. <i>Weinsäure</i> .....	52
<b>4. Fette, Fettsäuren, Phospholipide .....</b>	<b>53</b>
4.1. <i>Verdauung, Resorption und Ausnutzung</i> .....	53
4.2. <i>Transport</i> .....	61
4.3. <i>Speicherung</i> .....	66
4.4. <i>Ernährungsphysiologische Eigenschaften</i> .....	70
4.5. <i>Stoffwechsel der Fettsäuren</i> .....	77
4.6. <i>Die einzelnen Fettsäuren-Familien</i> .....	80
4.6.1. <i>Gesättigte Fettsäuren</i> .....	80

4.6.2. Monoensäuren .....	81
4.6.3. Mittelkettige Fettsäuren und MCT .....	83
4.6.4. Essentielle Fettsäuren .....	85
4.6.5. Polyensäuren der Ölsäurefamilie und Palmitölsäure-Familie ..	97
4.6.6. Polyensäuren der Linolensäurefamilie .....	98
4.6.7. Konjugierte Polyensäuren .....	100
4.6.8. trans-Fettsäuren .....	100
4.6.9. Fettsäuren mit einem verzweigten Kohlenstoffskelett .....	106
4.6.10. Hydroxysäuren .....	109
4.6.11. Cyclopropensäuren .....	111
4.7. Glyceryläther .....	112
4.8. Höhere Fettalkohole .....	113
4.9. Aromatische Fettsäuren .....	114
4.10. Phospholipide .....	114
<b>5. Cholesterin .....</b>	<b>123</b>
5.1. Die alimentäre Aufnahme von Cholesterin .....	123
5.2. Die Resorption von Cholesterin .....	124
5.3. Die Biosynthese von Cholesterin .....	128
5.4. Abbau und Ausscheidung von Cholesterin .....	131
5.5. Rolle der Leber im Cholesterinstoffwechsel .....	138
5.6. Das Plasmacholesterin .....	140
5.7. Gallensteine .....	152
<b>6. Aliphatische Kohlenwasserstoffe .....</b>	<b>153</b>
<b>7. Nukleinsäuren und ihre Bausteine .....</b>	<b>153</b>
7.1. Nukleinsäuren als Nahrungsbestandteile .....	153
7.2. Einfluß der Ernährung auf den Nukleinsäuregehalt der Zellen .....	156
7.3. Orotsäure .....	157
<b>8. Basen .....</b>	<b>158</b>
8.1. Glykokollbetain .....	158
8.2. Carnitin .....	159
8.3. Trigonellin .....	160
8.4. Trimethylaminoxid .....	161
8.5. Tyramin und Catecholamine .....	162
8.6. 5-Hydroxytryptamin .....	163
8.7. Histamin .....	164
<b>9. Eiweiß .....</b>	<b>166</b>
9.1. Verdauung und Resorption .....	166
9.2. Die Eiweißbilanz .....	175
9.3. Die biologische Wertigkeit der Proteine .....	178
9.3.1. Bestimmung durch Ersatz von Körpereiweiß .....	179
9.3.2. Bestimmung durch das Wachstum .....	180
9.3.3. Bestimmung durch Erfassung des N-Gleichgewichts .....	183

9.3.4. Bestimmung durch Analyse der Plasma-Aminosäuren .....	184
9.3.5. Berechnung der biologischen Wertigkeit aus Analysendaten ..	187
9.3.6. Bestimmung durch enzymatische Spaltung in vitro .....	187
9.3.7. Das FAO Provisional Reference Protein .....	189
9.4. Die Aminosäuren .....	189
9.4.1. Die essentiellen Aminosäuren .....	189
9.4.1.1. Allgemeines .....	189
9.4.1.2. Arginin .....	198
9.4.1.3. Histidin .....	199
9.4.1.4. Leucin und Isoleucin .....	202
9.4.1.5. Lysin .....	204
9.4.1.6. Methionin .....	208
9.4.1.7. Phenylalanin .....	214
9.4.1.8. Threonin .....	214
9.4.1.9. Tryptophan .....	216
9.4.1.10. Valin .....	219
9.4.2. Die nicht essentiellen Aminosäuren .....	220
9.4.2.1. Glutaminsäure .....	222
9.4.3. Die D-Aminosäuren .....	224
9.4.4. Aminosäure-Imbalancen, Aminosäure-Toxizitäten, Aminosäure-Antagonismen .....	226
9.4.4.1. Die Aminosäure-Imbalanz .....	227
9.4.4.2. Die Aminosäure-Toxizität .....	228
9.4.4.3. Aminosäure-Antagonismen .....	232
9.4.5. Die Ausscheidung von Aminosäuren im Harn .....	234
9.5. Die Ergänzung von Proteinen .....	236
9.6. Der Eiweißmangel .....	239
9.7. Die wünschenswerte Höhe der Eiweißzufuhr .....	243
9.8. Einzeller Proteine (SC-Proteine) .....	253
 10. Wasser und Mineralstoffe .....	 254
10.1 Allgemeines .....	254
10.2. Wasser .....	256
10.3. Ernährung und Säure-Basen-Gleichgewicht .....	264
10.4. Natrium .....	271
10.5. Kalium .....	278
10.6. Calcium .....	282
10.7. Mineralstoffwechsel des Knochens .....	293
10.8. Biochemie der Zähne .....	303
10.9. Magnesium .....	309
10.10. Chlorid .....	313
10.11. Phosphorsäure .....	316
10.12. Kondensierte Phosphate .....	324
10.13. Sulfat und Sulfid .....	328
 11. Die Spurenelemente .....	 330
11.1. Allgemeines .....	330
11.2. Spurenelemente mit physiologischen Funktionen .....	337

11.2.1. Eisen .....	337
11.2.2. Kupfer .....	343
11.2.3. Zink .....	347
11.2.4. Kobalt .....	351
11.2.5. Mangan .....	352
11.2.6. Molybdän .....	353
11.2.7. Nickel .....	355
11.2.8. Selen .....	355
11.2.9. Silicium .....	358
11.2.10. Zinn .....	360
11.2.11. Chrom .....	360
11.2.12. Vanadium .....	362
11.2.13. Fluor .....	362
11.2.14. Jod .....	366
11.3. <i>Spurenelemente ohne physiologische Bedeutung</i> .....	370
11.3.1. Lithium .....	370
11.3.2. Aluminium .....	370
11.3.3. Inaktives Strontium .....	372
11.3.4. Bor .....	376
11.4. <i>Toxische Spurenelemente</i> .....	377
11.4.1. Cadmium .....	377
11.4.2. Quecksilber .....	378
11.4.3. Blei .....	379
11.4.4. Nitrat und Nitrit .....	381
<b>12. Die natürliche Radioaktivität des Menschen</b> .....	<b>382</b>
12.1. <i>Kohlenstoff-14 und Tritium</i> .....	382
12.2. <i>Kalium-40</i> .....	384
12.3. <i>Radium-226</i> .....	384
12.4. <i>Blei-210</i> .....	385
12.5. <i>Uran</i> .....	386
<b>13. Die radioaktive Kontamination von Lebensmitteln durch die Kernwaffenversuche</b> .....	<b>386</b>
13.1. <i>Allgemeines</i> .....	386
13.2. <i>Strontium-90</i> .....	388
13.3. <i>Caesium-137</i> .....	395
13.4. <i>Jod-131</i> .....	396
<b>14. Vitamine</b> .....	<b>396</b>
14.1. <i>Allgemeines</i> .....	396
14.2. <i>Vitamin A</i> .....	403
14.2.1. <i>Chemie</i> .....	403
14.2.2. <i>Biochemische Wirkungen</i> .....	407
14.2.3. <i>Stoffwechsel</i> .....	411
14.2.4. <i>Vitamin A-Mangel und Vitamin A-Bedarf</i> .....	418
14.2.5. <i>Hypervitaminose A</i> .....	422

14.3. Vitamin D	423
14.3.1. Chemie	423
14.3.2. Biochemische Wirkungen	425
14.3.3. Stoffwechsel	430
14.3.4. Vitamin D-Mangel und Vitamin D-Bedarf	434
14.3.5. Hypervitaminose D	436
14.4. Tocopherole	437
14.4.1. Chemie	437
14.4.2. Biochemische Wirkungen	441
14.4.3. Stoffwechsel	449
14.4.4. Vitamin E-Mangel und Tocopherol-Bedarf	453
14.5. Vitamin K	455
14.5.1. Chemie	455
14.5.2. Biochemische Wirkungen	459
14.5.3. Stoffwechsel	461
14.5.4. Vitamin K-Mangel und Vitamin K-Bedarf	464
14.6. Ubichinone (Coenzym Q)	465
14.7. Thiamin	470
14.7.1. Chemie	470
14.7.2. Biochemische Wirkungen	474
14.7.3. Stoffwechsel	480
14.7.4. Thiaminbedarf und Thiaminmangel	484
14.8. Riboflavin	487
14.8.1. Chemie	487
14.8.2. Biochemische Wirkungen	489
14.8.3. Stoffwechsel	494
14.8.4. Mangelsymptome und Bedarf	496
14.9. Nicotinsäure	497
14.9.1. Chemie	497
14.9.2. Biochemische Wirkungen	498
14.9.3. Stoffwechsel	507
14.9.4. Mangelsymptome und Bedarf	509
14.10. Vitamin B <sub>6</sub> -Gruppe	511
14.10.1. Chemie	511
14.10.2. Biochemische Wirkungen	513
14.10.3. Stoffwechsel	521
14.10.4. Mangelsymptome und Bedarf	522
14.11. Pantothersäure	525
14.11.1. Chemie	525
14.11.2. Biochemische Wirkungen	526
14.11.3. Stoffwechsel	528
14.11.4. Mangelsymptome und Bedarf	530
14.12. Inosit	532
14.12.1. Chemie	532
14.12.2. Biochemische Wirkungen	534
14.12.3. Stoffwechsel	534
14.12.4. Mangelsymptome und Bedarf	535
14.13. Cholin	536
14.13.1. Chemie	536

14.13.2. Biochemische Wirkungen	532
14.13.3. Stoffwechsel	541
14.13.4. Mangelsymptome und Bedarf	544
14.14. <i>Biotin</i>	545
14.14.1. Chemie	545
14.14.2. Biochemische Wirkungen	547
14.14.3. Stoffwechsel	552
14.14.4. Mangelsymptome und Bedarf	553
14.15. <i>Folsäuregruppe</i>	554
14.15.1. Chemie	554
14.15.2. Biochemische Wirkungen	557
14.15.3. Stoffwechsel	564
14.15.4. Mangelsymptome und Bedarf	567
14.16. <i>Vitamin B<sub>12</sub></i>	569
14.16.1. Chemie	569
14.16.2. Biochemische Wirkungen	571
14.16.3. Stoffwechsel	574
14.16.4. Mangelsymptome und Bedarf	579
14.17. <i>Ascorbinsäure</i>	580
14.17.1. Chemie	580
14.17.2. Biochemische Wirkungen	584
14.17.3. Stoffwechsel	588
14.17.4. Mangelsymptome und Bedarf	594
14.18. <i>Antivitamine</i>	600
<b>15. Phenolische Pflanzeninhaltsstoffe</b>	601
15.1. <i>Einleitung</i>	601
15.2. <i>Tannine</i>	601
15.3. <i>Chlorogensäure und verwandte Substanzen</i>	605
15.4. <i>Flavonoide</i>	608
<b>16. Differente Substanzen in Lebensmitteln</b>	615
16.1. <i>Toxische Proteine</i>	615
16.1.1. Proteasen-Inhibitoren	616
16.1.2. Phytohämagglutinine	618
16.2. <i>Antibiotica</i>	619
16.3. <i>Der Lathyrismus</i>	620
16.4. <i>Goitrogene Substanzen</i>	621
16.5. <i>Mykotoxine</i>	623
16.6. <i>Cancerogene</i>	626
16.6.1. Polycyclische Kohlenwasserstoffe	626
16.6.2. Nitrosamine	632
16.7. <i>Solanin</i>	634
16.8. <i>Oxalsäure</i>	635
16.9. <i>Weitere differente Substanzen in Lebensmitteln</i>	636
16.10. <i>Rückstände von Pesticiden</i>	636
<b>17. Süßstoffe</b>	644
Literatur	647
Sachverzeichnis	706