

# Inhaltsverzeichnis

|            |   |     |            |  |     |
|------------|---|-----|------------|--|-----|
| <b>1</b>   | <b>Grundlagen</b> .....                         |     |            |  | 12  |
| <b>1.1</b> | <b>Chemie</b> .....                             | 12  | <b>1.2</b> | <b>Physikalische Chemie</b> .....                          | 26  |
|            | Periodensystem .....                            | 12  |            | Energetik .....  | 26  |
|            | Chemische Bindung .....                         | 14  |            | Thermodynamik .....  | 28  |
|            | Isomerie .....                                  | 16  |            | Katalyse .....   | 30  |
|            | Stoffklassen .....                              | 18  |            | Wasser als Lösungsmittel .....                             | 32  |
|            | Chemische Reaktionen .....                      | 20  |            | Hydrophobe Wechselwirkungen .....                          | 34  |
|            | Redox-Prozesse .....                            | 22  |            |  |     |
|            | Säuren und Basen .....                          | 24  |            |  |     |
| <b>2</b>   | <b>Biomoleküle</b> .....                        |     |            |  | 38  |
| <b>2.1</b> | <b>Kohlenhydrate</b> .....                      | 38  | <b>2.3</b> | <b>Aminosäuren</b> .....                                   | 58  |
|            | Chemie der Zucker .....                         | 38  |            | Eigenschaften .....  | 58  |
|            | Mono- und Disaccharide .....                    | 40  |            | Proteinogene Aminosäuren .....                             | 60  |
|            | Polysaccharide .....                            | 42  |            | Selenocystein und nichtprotei-<br>nogene Aminosäuren ..... | 62  |
|            | Glycoproteine und Glycosamino-<br>glycane ..... | 44  | <b>2.4</b> | <b>Peptide und Proteine</b> .....                          | 64  |
| <b>2.2</b> | <b>Lipide</b> .....                             | 46  |            | Übersicht .....  | 64  |
|            | Übersicht .....                                 | 46  |            | Proteinstrukturen .....                                    | 66  |
|            | Fettsäuren und Fette .....                      | 48  |            | Strukturproteine .....                                     | 68  |
|            | Glycerolipide .....                             | 50  |            | Lösliche Proteine .....                                    | 70  |
|            | Sphingolipide .....                             | 52  |            | Proteinmodifizierung .....                                 | 72  |
|            | Isoprenoide .....                               | 54  | <b>2.5</b> | <b>Nucleotide und Nucleinsäuren</b>                        | 74  |
|            | Steroide .....                                  | 56  |            | Basen und Nucleotide .....                                 | 74  |
|            |   |     |            | RNA .....  | 76  |
|            |   |     |            | DNA .....  | 78  |
| <b>3</b>   | <b>Stoffwechsel</b> .....                       |     |            |  | 82  |
| <b>3.1</b> | <b>Enzyme</b> .....                             | 82  | <b>3.2</b> | <b>Stoffwechselwege</b> .....                              | 106 |
|            | Grundlagen .....                                | 82  |            | Intermediärstoffwechsel I .....                            | 106 |
|            | Enzymkatalyse .....                             | 84  |            | Intermediärstoffwechsel II .....                           | 108 |
|            | Enzymkinetik I .....                            | 86  |            | Regulationsmechanismen I .....                             | 110 |
|            | Enzymkinetik II .....                           | 88  |            | Regulationsmechanismen II .....                            | 112 |
|            | Allosterische Regulation .....                  | 90  | <b>3.3</b> | <b>Energiestoffwechsel</b> .....                           | 114 |
|            | Hemmstoffe .....                                | 92  |            | ATP .....  | 114 |
|            | Enzymatische Analyse .....                      | 94  |            | Energetische Kopplung .....                                | 116 |
|            | Coenzyme I .....                                | 96  |            | Energiekonservierung an<br>Membranen .....                 | 118 |
|            | Coenzyme II .....                               | 98  |            | Übersicht .....  | 120 |
|            | Coenzyme III .....                              | 100 |            |  |     |
|            | Coenzyme IV .....                               | 102 |            |  |     |
|            | Pathobiochemie .....                            | 104 |            |  |     |

|  |            |  |            |
|--|------------|--|------------|
| Oxosäure-Dehydrogenasen . . . . .                          | 122        | Biosynthese komplexer Lipide . . . . .           | 164        |
| Citratzyklus . . . . .                                     | 124        | Biosynthese von Cholesterol . . . . .            | 166        |
| Citratzyklus: Stoffwechselfunk-<br>tionen . . . . .        | 126        | Pathobiochemie . . . . .                         | 168        |
| Mitochondrialer Transport . . . . .                        | 128        | <b>3.6 Proteinstoffwechsel . . . . .</b>         | <b>170</b> |
| Atmungskette . . . . .                                     | 130        | Übersicht . . . . .                              | 170        |
| ATP-Synthese . . . . .                                     | 132        | Proteolyse . . . . .                             | 172        |
| Regulation des Energiestoff-<br>wechsels . . . . .         | 134        | Wege des Stickstoffs . . . . .                   | 174        |
| Pathobiochemie . . . . .                                   | 136        | Transaminierung und Desami-<br>nierung . . . . . | 176        |
| <b>3.4 Kohlenhydratstoffwechsel . . . . .</b>              | <b>138</b> | Aminosäureabbau I. . . . .                       | 178        |
| Übersicht . . . . .  | 138        | Aminosäureabbau II . . . . .                     | 180        |
| Glycolyse . . . . .  | 140        | Harnstoffzyklus . . . . .                        | 182        |
| Hexosemonophosphat-Weg . . . . .                           | 142        | Biosynthese von Aminosäuren . . . . .            | 184        |
| Gluconeogenese . . . . .                                   | 144        | Pathobiochemie . . . . .                         | 186        |
| Glycogenstoffwechsel . . . . .                             | 146        | <b>3.7 Nucleotidstoffwechsel . . . . .</b>       | <b>188</b> |
| Regulation des Kohlenhydrat-<br>stoffwechsels I . . . . .  | 148        | Übersicht . . . . .                              | 188        |
| Regulation des Kohlenhydrat-<br>stoffwechsels II . . . . . | 150        | Nucleotidabbau . . . . .                         | 190        |
| Pathobiochemie . . . . .                                   | 152        | Purin- und Pyrimidinbiosyn-<br>these . . . . .   | 192        |
| <b>3.5 Lipidstoffwechsel . . . . .</b>                     | <b>154</b> | Nucleotidbiosynthese . . . . .                   | 194        |
| Übersicht . . . . .  | 154        | Pathobiochemie . . . . .                         | 196        |
| Fettsäureabbau: $\beta$ -Oxidation . . . . .               | 156        | <b>3.8 Porphyrinstoffwechsel . . . . .</b>       | <b>198</b> |
| Fettsäureabbau: Nebenwege . . . . .                        | 158        | Häm-Biosynthese . . . . .                        | 198        |
| Fettsäurebiosynthese . . . . .                             | 160        | Porphyrinabbau . . . . .                         | 200        |
| Fettsäurestoffwechsel: weitere<br>Reaktionen . . . . .     | 162        | <b>4 Zellorganellen . . . . .</b>                | <b>204</b> |
| <b>4 Zellorganellen . . . . .</b>                          | <b>204</b> | <b>4.1 Grundlagen . . . . .</b>                  | <b>204</b> |
| <b>4.1 Grundlagen . . . . .</b>                            | <b>204</b> | Aufbau der Zelle . . . . .                       | 204        |
| Aufbau der Zelle . . . . .                                 | 204        | Zellbestandteile und Cytoplasma . . . . .        | 206        |
| Zellbestandteile und Cytoplasma . . . . .                  | 206        | <b>4.2 Membranen . . . . .</b>                   | <b>208</b> |
| <b>4.2 Membranen . . . . .</b>                             | <b>208</b> | Struktur und Bestandteile . . . . .              | 208        |
| Struktur und Bestandteile . . . . .                        | 208        | Transportprozesse . . . . .                      | 210        |
| Transportprozesse . . . . .                                | 210        | Transportproteine . . . . .                      | 212        |
| Transportproteine . . . . .                                | 212        | Endo- und Exocytose . . . . .                    | 214        |
| Endo- und Exocytose . . . . .                              | 214        | <b>4.3 ER und Golgi-Apparat . . . . .</b>        | <b>216</b> |
| <b>4.3 ER und Golgi-Apparat . . . . .</b>                  | <b>216</b> | Aufbau und Funktionen . . . . .                  | 216        |
| Aufbau und Funktionen . . . . .                            | 216        | Proteinsortieren . . . . .                       | 218        |
| Proteinsortieren . . . . .                                 | 218        | Proteinsynthese am rER . . . . .                 | 220        |
| Proteinsynthese am rER . . . . .                           | 220        | Proteinreifung . . . . .                         | 222        |
| Proteinreifung . . . . .                                   | 222        | <b>4.4 Zellkern und Mitochondrien . . . . .</b>  | <b>224</b> |
| <b>4.4 Zellkern und Mitochondrien . . . . .</b>            | <b>224</b> | Zellkern . . . . .                               | 224        |
| Zellkern . . . . .   | 224        | Mitochondrien . . . . .                          | 226        |
| Mitochondrien . . . . .                                    | 226        | <b>4.5 Vesikel . . . . .</b>                     | <b>228</b> |
| <b>4.5 Vesikel . . . . .</b>                               | <b>228</b> | Lysosomen . . . . .                              | 228        |
| Lysosomen . . . . .  | 228        | Peroxisomen . . . . .                            | 230        |
| Peroxisomen . . . . .                                      | 230        | <b>4.6 Cytoskelett . . . . .</b>                 | <b>232</b> |
| <b>4.6 Cytoskelett . . . . .</b>                           | <b>232</b> | Komponenten . . . . .                            | 232        |
| Komponenten . . . . .                                      | 232        | Struktur und Funktionen . . . . .                | 234        |
| Struktur und Funktionen . . . . .                          | 234        | Motorproteine . . . . .                          | 236        |
| Motorproteine . . . . .                                    | 236        |  |            |

|            |  |     |            |                                       |
|------------|--|-----|------------|---------------------------------------|
| <b>5</b>   | <b>Molekulare Genetik</b> .....                                  | 240 |            |                                       |
| <b>5.1</b> | <b>Codierung und Expression der genetischen Information</b> .... | 240 |            |                                       |
|            | Übersicht .....  | 240 |            |                                       |
|            | Gene und Genome .....  | 242 |            |                                       |
|            | Chromatin .....  | 244 |            |                                       |
|            | Epigenetik .....   | 246 |            |                                       |
|            | Nucleinsäure-modifizierende Enzyme .....                         | 248 |            |                                       |
|            | Replikation .....  | 250 |            |                                       |
|            | Transkription .....  | 252 |            |                                       |
|            | Transkriptionskontrolle .....                                    | 254 |            |                                       |
|            | RNA-Reifung .....  | 256 |            |                                       |
|            |  |     |            | Genetischer Code .....                |
|            |  |     |            | Translation I .....                   |
|            |  |     |            | Translation II .....                  |
|            |  |     |            | Antibiotika .....                     |
|            |  |     |            | Mutation und Reparatur .....          |
|            |  |     | <b>5.2</b> | <b>Gentechnik</b> .....               |
|            |  |     |            | Klonieren von DNA .....               |
|            |  |     |            | Sequenzieren von DNA .....            |
|            |  |     |            | PCR .....                             |
|            |  |     |            | Gentechnik in der Medizin .....       |
| <b>6</b>   | <b>Gewebe und Organe</b> .....                                   | 278 |            |                                       |
| <b>6.1</b> | <b>Verdauungssystem</b> .....                                    | 278 | <b>6.4</b> | <b>Leber</b> .....                    |
|            | Übersicht .....  | 278 |            | Funktionen .....                      |
|            | Verdauungssekrete .....  | 280 |            | Kohlenhydratstoffwechsel .....        |
|            | Verdauungsprozesse .....   | 282 |            | Lipidstoffwechsel .....               |
|            | Resorption I .....   | 284 |            | Gallensäuren .....                    |
|            | Resorption II .....  | 286 |            | Biotransformation .....               |
|            | Pathobiochemie .....   | 288 |            | Cytochrom-P450-Systeme .....          |
|            |  |     |            | Ethanolstoffwechsel .....             |
|            |  |     |            | Pathobiochemie .....                  |
| <b>6.2</b> | <b>Blut</b> .....  | 290 |            |                                       |
|            | Zusammensetzung und Funktionen .....                             | 290 | <b>6.5</b> | <b>Fettgewebe</b> .....               |
|            | Plasmaproteine .....   | 292 |            | Funktionen .....                      |
|            | Lipoproteine I .....   | 294 |            | Pathobiochemie .....                  |
|            | Lipoproteine II .....  | 296 |            |                                       |
|            | Hämoglobin und Gastransport .....                                | 298 | <b>6.6</b> | <b>Niere</b> .....                    |
|            | Reaktive Sauerstoffspezies .....                                 | 300 |            | Funktionen .....                      |
|            | Erythrocytenstoffwechsel .....                                   | 302 |            | Elektrolytausscheidung .....          |
|            | Säure-Basen-Haushalt .....                                       | 304 |            | Stoffwechsel .....                    |
|            | Blutgerinnung .....  | 306 |            |                                       |
|            | Gerinnungshemmung, Fibrinolyse .....                             | 308 | <b>6.7</b> | <b>Muskel</b> .....                   |
|            | Blutgruppen .....  | 310 |            | Muskelkontraktion .....               |
|            | Pathobiochemie .....   | 312 |            | Kontrolle der Muskelkontraktion ..... |
| <b>6.3</b> | <b>Immunsystem</b> .....   | 314 |            | Muskelstoffwechsel .....              |
|            | Immunsystem .....  | 314 |            | Pathobiochemie .....                  |
|            | Unspezifische Immunantwort .....                                 | 316 | <b>6.8</b> | <b>Bindegewebe</b> .....              |
|            | Komplementsystem .....   | 318 |            | Knochen und Zähne .....               |
|            | Spezifische Immunantwort .....                                   | 320 |            | Collagene .....                       |
|            | T-Zell-Aktivierung .....   | 322 |            | Extrazelluläre Matrix I .....         |
|            | Antikörper .....   | 324 |            | Extrazelluläre Matrix II .....        |
|            | Pathobiochemie .....   | 326 |            | Pathobiochemie .....                  |

|             |  |            |             |  |            |
|-------------|--|------------|-------------|--|------------|
| <b>6.9</b>  | <b>Gehirn und Sinnesorgane . . . .</b>       | <b>372</b> | <b>6.10</b> | <b>Integration des Stoffwechsels. . . .</b>      | <b>386</b> |
|             | Signalübertragung im ZNS . . . .             | 372        |             | Integration des Stoffwechsels I . . . .          | 386        |
|             | Ruhepotenzial und Aktionspotenzial . . . . . | 374        |             | Integration des Stoffwechsels II . . . .         | 388        |
|             | Neurotransmitter . . . . .                   | 376        |             | Integration des Stoffwechsels III. . . .         | 390        |
|             | Rezeptoren für Neurotransmitter . . . . .    | 378        |             | Integration des Stoffwechsels IV . . . .         | 392        |
|             | Stoffwechsel des ZNS . . . . .               | 380        |             | Integration des Stoffwechsels V . . . .          | 394        |
|             | Sehen . . . . .                              | 382        |             |  |            |
|             | Pathobiochemie . . . . .                     | 384        |             |  |            |
| <b>7</b>    | <b>Ernährung . . . . .</b>                   | <b>398</b> |             |  |            |
| <b>7.1</b>  | <b>Nahrungsstoffe . . . . .</b>              | <b>398</b> |             | Calciumstoffwechsel . . . . .                    | 402        |
|             | Organische Stoffe . . . . .                  | 398        |             | Eisenstoffwechsel . . . . .                      | 404        |
|             | Mineralstoffe und Spurenelemente . . . . .   | 400        |             | Pathobiochemie . . . . .                         | 406        |
|             |  |            |             | Vitamine I . . . . .                             | 408        |
|             |  |            |             | Vitamine II . . . . .                            | 410        |
| <b>8</b>    | <b>Signalsysteme . . . . .</b>               | <b>414</b> |             |  |            |
| <b>8.1</b>  | <b>Signaltransduktion . . . . .</b>          | <b>414</b> | <b>8.3</b>  | <b>Lipophile Signalstoffe . . . . .</b>          | <b>434</b> |
|             | Übersicht . . . . .                          | 414        |             | Wirkungsmechanismus. . . . .                     | 434        |
|             | Membranrezeptoren . . . . .                  | 416        |             | Corticosteroide . . . . .                        | 436        |
|             | Ionenkanäle . . . . .                        | 418        |             | Sexualsteroid- und Menstruationszyklus . . . . . | 438        |
|             | GTP-bindende Proteine . . . . .              | 420        |             | Stoffwechsel der Steroidhormone . . . . .        | 440        |
|             | Second-Messenger I . . . . .                 | 422        |             | Schilddrüsenhormone. . . . .                     | 442        |
|             | Second-Messenger II . . . . .                | 424        | <b>8.4</b>  | <b>Hydrophile Signalstoffe . . . . .</b>         | <b>444</b> |
|             | Protein-Kinasen und -Phosphatasen . . . . .  | 426        |             | Insulin . . . . .                                | 444        |
|             | Signalkaskaden . . . . .                     | 428        |             | Diabetes mellitus . . . . .                      | 446        |
| <b>8.2</b>  | <b>Hormonsysteme . . . . .</b>               | <b>430</b> |             | Weitere Hormone . . . . .                        | 448        |
|             | Grundlagen . . . . .                         | 430        |             | Catecholamine . . . . .                          | 450        |
|             | Plasmaspiegel und Hormonhierarchie . . . . . | 432        |             | Gewebshormone, Mediatoren . . . . .              | 452        |
|             |  |            |             | Eicosanoide . . . . .                            | 454        |
|             |  |            |             | Cytokine . . . . .                               | 456        |
| <b>9</b>    | <b>Wachstum und Entwicklung . . . . .</b>    | <b>460</b> |             |  |            |
| <b>9.1</b>  | <b>Zellproliferation . . . . .</b>           | <b>460</b> |             | Onkogene . . . . .                               | 466        |
|             | Zellzyklus I . . . . .                       | 460        |             | Tumoren . . . . .                                | 468        |
|             | Zellzyklus II . . . . .                      | 462        |             | Cytostatika . . . . .                            | 470        |
|             | Apoptose . . . . .                           | 464        |             | Viren . . . . .                                  | 472        |
| <b>10</b>   | <b>Anhang . . . . .</b>                      | <b>476</b> |             |  |            |
| <b>10.1</b> | <b>Abkürzungen und Akronyme . . . . .</b>    | <b>476</b> |             | <b>Sachverzeichnis . . . . .</b>                 | <b>481</b> |
| <b>10.2</b> | <b>Größen und Einheiten . . . . .</b>        | <b>480</b> |             |  |            |