

# Inhaltsverzeichnis

- |   |  |
|---|--|
| <p><b>1</b>      <b>Der lange Weg der Zellenlehre zur modernen Zellbiologie ... 1</b></p> <p><b>2</b>      <b>Größenordnungen in der Zellbiologie ... 13</b></p> <p><b>3</b>      <b>Zelluläre Strukturen – Sichtbarmachung mithilfe mikroskopischer Techniken ... 19</b></p> <p>3.1      Das Lichtmikroskop ... 19</p> <p>3.1.1    Unterschiedliche Mikroskope für verschiedene Fragestellungen ... 22</p> <p>3.2      Das Transmissions-Elektronenmikroskop ... 26</p> <p>3.2.1    Erzeugung freier Elektronen als „Lichtquelle“ ... 26</p> <p>3.2.2    Elektromagnetische Linsen zur Abbildung ... 28</p> <p>3.2.3    Verbesserung der Auflösung durch Verkleinerung der Wellenlänge ... 28</p> <p>3.2.4    Kontrastbildung ... 29</p> <p>3.3      Das Raster-Elektronenmikroskop ... 32</p> | <p><b>4</b>      <b>Grundbaupläne – ein Überblick über zelluläre Organisationsformen ... 37</b></p> <p>4.1      Kennzeichen einer lebenden Zelle ... 37</p> <p>4.1.1    Zellen entstehen immer aus Zellen ... 37</p> <p>4.1.2    Jede Zelle hat einen kompletten Satz an Erbanlagen ... 38</p> <p>4.1.3    Das zentrale Dogma der Molekularbiologie ... 38</p> <p>4.1.4    Identische Replikation des Genoms ... 38</p> <p>4.1.5    Zellen sind differenzierungsfähig ... 39</p> <p>4.1.6    Abgrenzung durch eine Zellmembran ... 41</p> <p>4.1.7    Zellen sind komplexer organisiert als ihre Umgebung ... 41</p> <p>4.1.8    Zellen sind „offene Systeme“ im Fließgleichgewicht ... 42</p> <p>4.1.9    Energiespeicherung als ATP (Adenosintriphosphat) ... 44</p> <p>4.1.10   Konsequenzen: Stoffwechsel, Wachstum, Reaktionsfähigkeit (Reizbarkeit), Bewegungsfähigkeit ... 46</p> <p>4.2      Die zwei Kategorien von Zellen ... 47</p> <p>4.2.1    Die Prokaryotenzelle im Vergleich zur Eukaryotenzelle ... 47</p> <p>4.2.2    Die Bakterienzelle ... 49</p> <p>4.2.3    Die Eukaryotenzelle ... 54</p> |
|---|--|

**5 Der „Stoff“, aus dem die Zellen sind – molekulare Bausteine ... 65**

- 5.1 Pauschale Zusammensetzung von Zellen ... 65
- 5.2 Phospholipide ... 66
- 5.3 Aminosäuren und Proteine ... 73
- 5.4 Zucker ... 81
- 5.5 Pyrimidin- und Purin-Basen der Nukleinsäuren ... 84

**6 Biomembranen und das „innere Milieu“ der Zelle ... 89**

- 6.1 Biomembranen als selektive Barrieren ... 89
  - 6.1.1 Semipermeabilität der Zellmembran ... 89
  - 6.1.2 Grundsätzliche Beobachtungen zum Aufbau der Zellmembran ... 93
  - 6.1.3 Das „innere Milieu“ der Zelle ... 94
- 6.2 Transportphänomene an Biomembranen ... 96
- 6.3 Struktur von Biomembranen ... 102
  - 6.3.1 Die Proteine von Biomembranen ... 104
- 6.4 Die Glykokalyx und Übersicht über die Membrankomponenten ... 111
  - 6.4.1 Übersicht über die Funktion der Zelloberfläche ... 115
- 6.5 Intrazelluläre Signaltransduktion ... 119

**7 Der Zellkern – „Kommandozentrale“ der Zelle ... 127**

- 7.1 Funktionelle Aspekte ... 127
- 7.2 Bau des Zellkerns ... 135
- 7.3 Die Struktur des Chromatins ... 138
- 7.4 Der Chromosomensatz der Zelle ... 145
- 7.5 Nukleolus und Biogenese der Ribosomen ... 146
- 7.6 Kernporen ... 149

**8 Proteinsynthese – Umsetzung von Botschaften aus dem Zellkern ... 157**

- 8.1 Zusammensetzung und Bau von Ribosomen ... 157
- 8.2 Das Prinzip der Synthese von Proteinen und ihrer Verteilung in der Zelle ... 159
- 8.3 Ablauf der Synthese von Proteinen ... 162
- 8.4 Freie und membranständige Ribosomen ... 164

**9 Der Golgi-Apparat – „Verschiebehof“ der Zelle ... 169**

**10 Struktur- und Funktionsanalyse – wie sie einander ergänzen ... 179**

- 10.1 Zerlegung der Zellen in ihre Bestandteile – die Technik der Zellfraktionierung ... 179
- 10.2 Die Ultrazentrifuge ... 182
- 10.3 Lokalisierung und Messung von Enzymen ... 184

- 10.3.1 Elektronenmikroskopische Darstellung eines Leitenzyms am Beispiel der sauren Phosphatase in Lysosomen ... 184
- 10.3.2 Spektralphotometrischer Nachweis eines Leitenzyms am Beispiel der sauren Phosphatase von Lysosomen ... 184
- 10.4 Radioaktive Markierung und ihre Lokalisierung ... 187
  - 10.4.1 Pulsmarkierung ... 187
  - 10.4.2 Radioaktivitätsmessung ... 188
  - 10.4.3 Autoradiographie ... 188
- 10.5 Antikörper im Dienste der zellbiologischen Forschung ... 191
  - 10.5.1 Markierung zellulärer Strukturen ... 191
  - 10.5.2 Struktur von Antikörpermolekülen ... 191
  - 10.5.3 Immunhistochemie und Immuncytochemie ... 192
  - 10.5.4 Monoklonale Antikörper ... 193
- 10.6 Analogmarkierung und Affinitätsmarkierung ... 198
- 10.7 Die FRAP-Methode ... 199
  
- 11 Transport von Molekülen an die Zelloberfläche und Export aus der Zelle ... 201**
  - 11.1 Das Prinzip des vesikulären Transportes ... 201
  - 11.2 Allgemeines über die Abgabe von Stoffen (Sekretion) ... 204
    - 11.3 Exocytose ... 206
      - 11.3.1 Ungetriggerte Exocytose ... 207
      - 11.3.2 Getriggerte Exocytose ... 209
  
- 12 Das „Importgeschäft“ – Aufnahme von Stoffen ... 219**
  - 12.1 Endocytose und Phagocytose ... 219
  - 12.2 Endocytose im engeren Sinn ... 221
  - 12.3 Phagocytose ... 227
  - 12.4 Transcytose ... 227
  
- 13 Lysosomen – Abfall-Recycling als altbewährtes Prinzip ... 231**
  - 13.1 Was charakterisiert Lysosomen? ... 231
  - 13.2 Adressat mehrerer Transportrouten – Biogenese von Lysosomen ... 235
  - 13.3 Die Vakuole der Pflanzen – ein Lysosom besonderer Art ... 243
  
- 14 Sehr variable Zellorganellen: Glattes Endoplasmatisches Retikulum, Lipidtropfen und Glykogen ... 247**
  - 14.1 Glattes ER und Lipidtropfen ... 247
  - 14.2 Glykogen ... 250
  
- 15 Peroxisomen – Relikte aus grauer Vorzeit? ... 251**
  
- 16 Das Cytoskelett – Stütze und Bewegungsgrundlage ... 255**
  - 16.1 Die Komponenten des Cytoskeletts ... 255
  - 16.2 Mikrotubuli ... 256

16.2.1 Dynamische Instabilität von Mikrotubuli und ihre Beeinflussung durch Toxine ... 258

16.2.2 Funktionen von Mikrotubuli ... 260

16.3 Mikrofilamente ... 267

16.3.1 Molekulare Komponenten und Bau von Mikrofilamenten ... 267

16.3.2 Funktion von Mikrofilamenten ... 270

16.4 Intermediärfilamente ... 280

**17 Fortbewegung von Zellen ... 285**

17.1 Schwimmbewegungen (Cilien, Flagellen) ... 285

17.2 Kriechbewegungen (amöboide Bewegung, Chemotaxis) ... 392

17.3 Geschwindigkeiten dynamischer zellulärer Prozesse ... 299

**18 Das Cytosol – mehr als eine inerte Grundmasse ... 301**

18.1 Glykolyse ... 303

**19 Mitochondrien – die „Kraftwerke der Zelle“ ... 307**

19.1 Strukturelle Aspekte ... 307

19.2 Funktionelle Aspekte ... 311

19.3 „Semiautonomie“: Mitochondriale DNA und Proteinsynthese ... 320

19.4 Biogenese ... 323

**20 Chloroplasten – die „Solarenergie-Kollektoren“ der Pflanzenzelle ... 325**

20.1 Bau und Funktion von Chloroplasten ... 326

20.2 Biogenese von Chloroplasten ... 337

**21 Zusammenhalt von Zellen im Gewebeverband ... 341**

21.1 Zellen im Gewebeverband ... 341

21.1.1 Tight junctions ... 345

21.1.2 Adhäsionsgürtel und Fokalkontakte ... 347

21.1.3 Punkt-desmosomen und Hemidesmosomen ... 350

21.2 Der Verbindungskomplex ... 351

21.3 Zell-Zell-Verbindungen ohne assoziierte Filamente ... 351

21.3.1 Allgemeine Zell-Zell-Adhäsion ... 351

21.3.2 Gap junctions ... 353

21.3.3 Plasmodesmen ... 354

21.4 Zell-Matrix-Verbindungen im Rückblick ... 358

21.5 Die extrazelluläre Matrix (Interzellulärsubstanz) ... 358

21.6 Chemische Synapsen ... 363

**22 Zellzyklus, Kernteilung und Zellteilung ... 365**

22.1 Körperzellen (somatische Zellen) ... 365

22.1.1 Der Zellzyklus ... 365

22.1.2 Die Teilungsspindel ... 370

- 22.1.3 Mitose und Cytokinese (Kern- und Zellteilung) ... 375
- 22.1.4 Die Cytokinese ... 379
- 22.1.5 Regulation des Zellzyklus ... 380
- 22.2 Geschlechtszellen ... 382
  
- 23 Besonderheiten der Pflanzenzelle im Vergleich zur tierischen Zelle ... 387**
- 23.1 Innere Organisation der Pflanzenzelle ... 387
- 23.2 Die besondere Rolle von Peroxisomen bei Pflanzen ... 390
  - 23.2.1 Biogenese ... 391
  - 23.2.2 Funktion ... 391
- 23.3 Die Zellwand ... 395
  - 23.3.1 Chemische Bestandteile ... 395
  - 23.3.2 Biosynthese und Schichtaufbau ... 396
  - 23.3.3 Transport von Wasser in der Zellwand ... 397
- 23.3.4 Sonderbildungen ... 397
- 23.4 Zellteilung und Differenzierung bei Pflanzen ... 399
- 23.5 Unerwartete Fähigkeiten der Pflanzenzelle ... 402
- 23.6 Tierische und pflanzliche Zelle im Rückblick – ein Vergleich ... 403
  
- 24 Evolution der Zelle ... 413**
- 24.1 Präbiotische Evolution ... 413
- 24.2 Die ersten Zellen ... 417
- 24.3 Das Problem mit dem Sauerstoff ... 422
- 24.4 Der Weg zur höheren Zelle ... 426
- 24.5 Die Symbiose-Hypothese auf dem Prüfstand ... 430
- 24.6 Wie ging die Evolution der Zelle weiter? ... 435
  
- Sachverzeichnis ... 439**