

Inhaltsverzeichnis

1	Der lange Weg der Zellenlehre zur modernen Zellbiologie – eine „kurze“ Geschichte	1
2	Größenordnungen in der Zellbiologie – ein weiter Bereich	14
3	Zelluläre Strukturen – Sichtbarmachung mithilfe mikroskopischer Techniken	20
3.1	Das Lichtmikroskop	20
3.1.1	Unterschiedliche Mikroskope für verschiedene Fragestellungen	24
3.2	Das Transmissions-Elektronenmikroskop	29
3.2.1	Kontrastbildung	33
3.3	Das Raster-Elektronenmikroskop	36
4	Grundbaupläne – ein Überblick über zelluläre Organisationsformen	39
4.1	Kennzeichen einer lebenden Zelle	39
4.2	Die zwei Kategorien von Zellen	49
4.2.1	Die Prokaryotenzelle im Vergleich zur Eukaryotenzelle	49
4.2.2	Die Bakterienzelle	51
4.2.3	Die Eukaryotenzelle	58
5	Der „Stoff“, aus dem die Zellen sind – molekulare Bausteine	69
5.1	Pauschale Zusammensetzung von Zellen	69
5.2	Phospholipide	70
5.3	Aminosäuren und Proteine	77
5.4	Zucker	85
5.5	Pyrimidin- und Purin-Basen der Nukleinsäuren	89
6	Biomembranen und das „innere Milieu“ der Zelle – was die Zelle zusammenhält	93
6.1	Biomembranen als selektive Barrieren	94
6.1.1	Semipermeabilität der Zellmembran	94
6.1.2	Grundsätzliche Beobachtungen zum Aufbau der Zellmembran	96
6.1.3	Das „innere Milieu“ der Zelle	98
6.2	Transportphänomene an Biomembranen	100
6.3	Struktur von Biomembranen	107
6.3.1	Die Proteine von Biomembranen	108
6.4	Die Glykokalyx und Übersicht über die Membrankomponenten	118

6.4.1	Übersicht über die Funktion der Zelloberfläche	122
6.5	Intrazelluläre Signaltransduktion	125
7	Der Zellkern – „Kommandozentrale“ der Zelle	133
7.1	Funktionelle Aspekte	136
7.1.1	Transkription aktiver Gene und anschließende Translation der Transkripte in Proteine	139
7.2	Bau des Zellkerns	142
7.3	Die Struktur des Chromatins	145
7.4	Der Chromosomensatz der Zelle	152
7.5	Nukleolus und Biogenese der Ribosomen	154
7.6	Kernporen	156
7.7	DNA als effizienter Informationsträger	161
8	Molekularbiologische Methoden – wichtiges Werkzeug der Zellbiologie	164
8.1	Neues Werkzeug für alte Probleme	165
8.2	Isolierung von Proteinen	166
8.3	Identifikation, Isolierung und Nachbau von Nukleotidsequenzen ...	169
8.4	Gentechnische Methoden in der Zellbiologie	175
8.5	Ausblick auf weitere Anwendungen	186
9	Proteinsynthese – Umsetzung von Botschaften aus dem Zellkern ...	188
9.1	Zusammensetzung und Bau von Ribosomen	188
9.2	Das Prinzip der Synthese von Proteinen und ihrer Verteilung in der Zelle	192
9.3	Ablauf der Synthese von Proteinen	194
9.4	Freie und membranständige Ribosomen	196
10	Der Golgi-Apparat – „Verschiebebahn“ der Zelle	201
10.1	Aufbau und Lage des Golgi-Apparates	202
10.2	Endfertigung von Proteinen und z.T. von Lipiden	204
11	Struktur und Funktionsanalyse – wie sie einander ergänzen	212
11.1	Zerlegung der Zellen in ihre Bestandteile	212
11.1.1	Die Technik der Zellfraktionierung	212
11.1.2	Die Ultrazentrifuge	216
11.2	Lokalisierung und Messung von Enzymen	217
11.2.1	Elektronenmikroskopische Darstellung eines Leitenzyms am Beispiel der sauren Phosphatase in Lysosomen	217
11.2.2	Spektralphotometrischer Nachweis eines Leitenzyms am Beispiel der sauren Phosphatase von Lysosomen	217

11.3	Radioaktive Markierung und ihre Lokalisierung	220
11.3.1	Pulsmarkierung	220
11.3.2	Radioaktivitätsmessung	221
11.3.3	Autoradiographie	222
11.4	Antikörper im Dienste der zellbiologischen Forschung	223
11.4.1	Markierung zellulärer Strukturen	223
11.4.2	Struktur von Antikörper-Molekülen	225
11.4.3	Immunhistochemie und Immuncytochemie	226
11.4.4	Monoklonale Antikörper	229
11.4.5	Analogmarkierung und Affinitätsmarkierung	232
11.4.6	Vielfachmarkierungen	233
11.5	Analysen in vivo	234
11.5.1	GFP-Markierung in vivo	234
11.5.2	Die FRAP-Methode	234
11.5.3	Calcium-Messungen	235
12	Das „Exportgeschäft“ – Transport von Molekülen an die Zelloberfläche und Export aus der Zelle	238
12.1	Das Prinzip des vesikulären Transportes	238
12.2	Allgemeines über die Abgabe von Stoffen (Sekretion)	241
12.2.1	Die Zelle kann sehr verschiedene Stoffe exportieren	243
12.3	Exocytose	244
12.3.1	Ungetriggerte Exocytose	244
12.3.2	Getriggerte Exocytose	246
13	Das „Importgeschäft“ – Aufnahme von Stoffen	256
13.1	Endocytose und Phagocytose	256
13.2	Endocytose im engeren Sinn	257
13.3	Phagocytose	264
13.4	Transcytose	265
14	Lysosomen – Abfall-Recycling als altbewährtes Prinzip	267
14.1	Was charakterisiert Lysosomen?	267
14.2	Adressat mehrerer Transportrouten – Biogenese von Lysosomen	272
14.3	Die Vakuole der Pflanzen – ein Lysosom besonderer Art	282
15	Glattes Endoplasmatisches Retikulum, Lipidtropfen, Glykogen und Peroxisomen – sehr variable Zellkomponenten	284
15.1	Glattes ER und Lipidtropfen	285
15.2	Glykogen	288
15.3	Peroxisomen	289

16	Das Cytoskelett – Stütze und Bewegungsgrundlage	294
16.1	Die Komponenten des Cytoskeletts	294
16.2	Mikrotubuli	295
16.2.1	Dynamische Instabilität von Mikrotubuli und ihre Beeinflussung durch Toxine	297
16.2.2	Funktionen von Mikrotubuli	299
16.3	Mikrofilamente	306
16.3.1	Molekulare Komponenten und Bau von Mikrofilamenten	306
16.3.2	Funktion von Mikrofilamenten	309
16.4	Intermediär-Filamente	319
17	Cilien, Flagellen, Pseudopodien – auch Zellen können sich fortbewegen	322
17.1	Schwimmbewegungen (Cilien, Flagellen)	322
17.2	Kriechbewegungen (amöboide Bewegung, Chemotaxis)	331
17.3	Geschwindigkeiten dynamischer zellulärer Prozesse	338
18	Das Cytosol – mehr als eine inerte Grundmasse	339
18.1	Dynamisch strukturierter „Umschlagplatz“ vieler Stoffe	339
18.2	Glykolyse	342
18.3	Posttranslationale Modifikationen	345
19	Mitochondrien – die „Kraftwerke der Zelle“	347
19.1	Strukturelle Aspekte	348
19.2	Funktionelle Aspekte	348
19.3	„Semiautonomie“: Mitochondriale DNA und Proteinsynthese	360
19.4	Biogenese	361
20	Chloroplasten – die „Solarenergie-Kollektoren“ der Pflanzenzelle	364
20.1	Bau und Funktion von Chloroplasten	365
20.2	Biogenese von Chloroplasten	376
21	Zellen im Gewebeverband – Zusammenhalt und Kommunikation	379
21.1	Zellen im Gewebeverband	380
21.1.1	Tight junctions	382
21.1.2	Adhäsionsgürtel und Fokalkontakte	384
21.1.3	Punkt-desmosomen und Hemidesmosomen	387
21.2	Der Verbindungskomplex	389
21.3	Zell-Zell-Verbindungen ohne assoziierte Filamente	390
21.3.1	Allgemeine Zell-Zell- und Zell-Matrix-Adhäsion	390
21.3.2	Gap junctions	392

21.3.3	Plasmodesmen	395
21.4	Zell-Matrix-Verbindungen im Rückblick	395
21.5	Die extrazelluläre Matrix (Interzellulärsubstanz)	396
21.6	Chemische Synapsen	403
22	Zellzyklus, Kernteilung und Zellteilung – der Lebenskreislauf einer Zelle	404
22.1	Körperzellen (somatische Zellen)	404
22.1.1	Der Zellzyklus	405
22.1.2	Die Teilungsspindel	408
22.1.3	Mitose und Cytokinese (Kern- und Zellteilung)	412
22.1.4	Die Cytokinese	417
22.1.5	Regulation des Zellzyklus	418
22.2	Geschlechtszellen	420
23	Signale von außen an den Zellkern – bei Fehlfunktion kann Krebs entstehen	425
23.1	Verschiedene Zelloberflächenrezeptoren senden Signale in den Zellkern	427
23.1.1	Rezeptor-Tyrosinkinasen	427
23.1.2	Tyrosinkinase-gekoppelte Rezeptoren	429
23.1.3	Fokalkontakte ohne Rezeptorbindung	430
23.2	Ausblicke auf das Phänomen Krebs	432
23.3	Apoptose	437
23.4	Ein Blick auf Stammzellen	437
24	Besonderheiten der Pflanzenzelle – ein Vergleich mit tierischen Zellen	440
24.1	Innere Organisation der Pflanzenzelle	440
24.1.1	Pflanzenzellen sind ähnlich organisiert wie tierische Zellen	441
24.1.2	Die Pflanzenzelle im histologischen Bild	443
24.2	Die besondere Rolle von Peroxisomen bei Pflanzen	446
24.2.1	Biogenese	447
24.2.2	Funktion	447
24.3	Die Zellwand	451
24.3.1	Chemische Bestandteile	451
24.3.2	Biosynthese und Schichtaufbau	453
24.3.3	Transport von Wasser in der Zellwand	453
24.3.4	Sonderbildungen	454
24.4	Zellteilung und Differenzierung bei Pflanzen	455
24.5	Unerwartete Fähigkeiten der Pflanzenzelle	460
24.6	Tierische und pflanzliche Zelle im Rückblick – ein Vergleich	464

25	Viren – Komplexe aus Nukleinsäuren und Proteinen	470
25.1	Verschiedene Arten von Viren	470
25.2	Aufbau	472
25.3	Der Weg des Virus durch die Wirtszelle	475
26	Evolution der Zelle – oder: wie das Leben lernte zu leben	480
26.1	Präbiotische Evolution	480
26.2	Die ersten Zellen	487
26.3	Das Problem mit dem Sauerstoff	491
26.4	Der Weg zur höheren Zelle	495
26.5	Die Symbiose-Hypothese auf dem Prüfstand	501
26.6	Wie ging die Evolution der Zelle weiter?	507
	Sachverzeichnis	510