

1	Aufbruch zu neuem Denken und Fragen, die sich uns im Rückblick stellen	1
1.1	Frühe Nutzenwendungen förderten den Fortschritt	2
1.2	Was man sich im Rückblick alles fragt – eine Vorwegnahme	6
	Zitierte Literatur	8
2	Die frühe Mikroskopie zeigte den zellulären Bau aller Organismen	9
2.1	Die Urväter der Zellbiologie	10
2.2	Die Großväter und Väter der Zellbiologie – Aufbruch in die Moderne	11
2.3	Unsere Körperzellen	19
2.4	Beispiele für frühe Ansätze zu modernen Methoden, Korrekturen alter Ansichten, rezente Entwicklungen und neue Überheblichkeiten	19
2.5	Persönlicher Aufbruch zur Zellbiologie	22
	Zitierte Literatur	23
3	Bakterien und Protozoen als Krankheitserreger: Segen und Fluch früher Entdeckungen	25
3.1	Seuchen: Zellbiologie zwischen Erfolg und Resignation	26
3.2	Bakterien als Krankheitserreger: von ihrer Entdeckung bis zu heutigen Entwicklungen	27
3.3	Pathogene Protozoen	32
3.4	Biologische Waffen	35
	Zitierte Literatur	35
4	Entdeckung von zellulären Innenstrukturen, Funktionen und Dynamik der Zelle	37
4.1	Das Elektronenmikroskop hilft, zellbiologische Probleme zu lösen	40
4.2	Lichtmikroskopie: stetig verbesserte Auflösung auch für dynamische Prozesse	44
4.3	Elektronenmikroskopie für funktionelle Analysen	48
4.4	Organell- und membranspezifische Färbemethoden	49
4.5	Immunologische Techniken unterstützen die Zellbiologie	53
4.6	Radioaktivität in der Zellbiologie	57
4.7	Neue „Highlights“: molekularbiologische Markierungen (optogenetische Methoden)	59
4.8	Kryomethoden: aussagekräftige Alternativen für die Analyse der dynamischen Zellstruktur	61
4.9	Rückblick und einige weitere Entwicklungen in der mikroskopischen Technik	64
	Zitierte Literatur	66
5	Zelluläre Membranen. Die Zellmembran: Umschlagplatz für Stoffe und Information	69
5.1	Frühe Einsichten	70

5.2	Eine mit Proteinen bestückte Lipiddoppelschicht als Grundstruktur von Biomembranen	71
5.3	Elektrophysiologische Aspekte der Membranstruktur und -funktion	74
5.4	Komplexität der Membranproteine und ihre Mobilität	76
5.5	Zell-Zell- und Zell-Matrix-Verbindungen	82
5.6	Membran-Mikrodomänen	87
5.7	Stoffaustausch	93
	Zitierte Literatur	95
6	Der Zellkern als Kommandozentrale. Modulation von „Befehlen“ bei der Umsetzung	99
6.1	Historischer Rückblick: ein Start mit Hindernissen mit Nachwirkung uralter Vorurteile	102
6.2	DNA <i>ab origine</i> – wie sie als Erbträger entdeckt wurde	103
6.3	Strukturelle und funktionelle Organisation des Zellkerns	108
6.4	Der Randbereich des Zellkerns im Fokus	116
6.5	Kernmembran mit Kernporen: Stoffaustausch zwischen Cytosol und Zellkern	117
6.6	Wer „sagt“ dem Kerngenom, was zu tun ist – Befehle an den Befehlshaber?	121
6.7	Das Geschlecht ist im Zellkern einer jeden unserer Zellen festgelegt	122
6.8	Ein paar Worte zu Nukleolus, Telomeren und Ribozymen	124
6.9	Umsetzung von „Befehlen“ aus dem Zellkern und das zentrale Dogma der Molekularbiologie	127
6.10	Moderne Methoden der Genetik in der Zellbiologie	128
6.11	Genauere Zielansprache im Genom ist gefragt	132
	Zitierte Literatur	136
7	Wie man Zellen in ihre Bestandteile zerlegen kann	139
7.1	Techniken zur Isolierung von Organellen	140
7.2	Isolierung von Molekülen	144
	Zitierte Literatur	147
8	Biogenese verschiedener Zellorganellen	149
8.1	Das endoplasmatische Retikulum: Proteinsynthese und Entgiftungsfunktion	150
8.2	<i>Apparato reticolare interno</i> – der Golgi-Apparat: ein schwieriges Objekt bis in die Gegenwart	153
8.3	Mitochondrien und Plastiden (Chloroplasten)	155
8.4	Peroxisomen	162
8.5	Späte Einsichten in Sonderfälle: Biogenese von Fetttropfen und des Golgi-Apparats bei der Zellteilung	166
8.6	Cilien und Flagellen	167
	Zitierte Literatur	169
9	Dynamik intrazellulärer Prozesse: Gleitschienen, Zugstränge und gezielte „Paketzustellung“	173
9.1	Signale für die Zielgebung und Lokalisierung von Proteinen	175
9.2	Posttranslationale Modifikationen zur Zielfindung	177
9.3	Qualitätskontrolle und Einbau von Proteinen in die Membran	179
9.4	Zielfindung von Proteinen auf der Schiene raues endoplasmatisches Retikulum → Golgi-Apparat und darüber hinaus	182

9.5	Reise vom und zum Mittelpunkt der Zelle: ein System von Gleitschienen an die Peripherie	188
9.6	Exocytose – Paketlieferung an die Zellmembran	194
9.7	Das lange Rätselraten über den Mechanismus der Membranfusion – ein langes Vorspiel	201
9.8	Dock- und Fusionsproteine	202
9.9	Endocytose	205
9.10	Exocytose-Endocytose-Kopplung	207
9.11	Molekulare Filter	209
9.12	Phagocytose	210
9.13	GPI-verankerte Proteine als Spezialfall	212
9.14	Intrazelluläre Filamente	213
9.15	Wanderung immer der Nase nach: Chemotaxis	215
	Zitierte Literatur	219
10	Extra- und intrazelluläre Signalgebung: Wahrnehmung, Verstärkung und Umsetzung	223
10.1	Elektrische Signale mit und ohne Zweitboten und Ca²⁺ als Zweitbote	227
10.2	Kleine organische Moleküle (Metaboliten) als Zweitboten	232
10.3	Flexible Ca²⁺-Signalgebung und Nachweismethoden	234
10.4	Calciumsensoren dienen der Signalvermittlung, als Effektoren und zur Beendigung der Stimulation	239
10.5	Steroidhormone und weitere Primärboten	243
10.6	Weitere niedermolekulare Verbindungen als neuronale Primärboten	247
10.7	Proteine und Peptide als Primärboten und Signaltransduktion über G-Protein-gekoppelte Rezeptoren (GPCRs) – eine vertiefte Übersicht	253
10.8	Man glaubte es anfangs nicht: Hormone zur Steuerung und Freisetzung von Hormonen	259
10.9	Die fokale Adhäsionskinase – Signalgeber auch an unerwarteter Stelle	262
10.10	Stickstoffmonoxid (NO) als Signalmolekül – eine erstaunliche Geschichte	263
	Zitierte Literatur	266
11	Energieversorgung der Zelle: Frühe Erfindung von Turbine und ATP als Einheitswährung	269
11.1	Prinzipielle Voraussetzungen: Offene Systeme im Fließgleichgewicht und die Gesetze der Thermodynamik	270
11.2	Eine kurze Übersicht: Woher bezieht die Zelle ihre Energie?	272
11.3	Eine lange Vorgeschichte: Einsichten in kleinen Portionen	275
11.4	Tiefere Einsichten kamen erst im 20. Jahrhundert	278
11.5	Ergebnisse aus neuerer Zeit	285
11.6	Nachlauf in jüngster Zeit und Rückblick	288
	Zitierte Literatur	291
12	Selbstreproduktion: Zellteilung, Krebs, Stammzellen und Epigenetik	293
12.1	Der Zellzyklus aus historischer Sicht: frühe Einsichten in ein komplexes Geschehen	295
12.2	Ablauf der Mitose: alte und neue Erkenntnisse im Einklang	297

12.3	Reduktionsteilung: auch hierzu gibt es rezente Erkenntnisse.....	299
12.4	Neue Ansätze aus der Molekularbiologie – ein kurzer Überblick.....	300
12.5	Ein erster Blick auf Stammzellen.....	301
12.6	Stammzellen und Vorläuferzellen: Ersatzteillager und Material für gentechnische Medizin.....	305
12.7	Einige Bemerkungen zum Phänomen Krebs.....	310
12.8	Es muss nicht immer Krebs sein: evolutive Umprogrammierung am Beispiel von Giftdrüsen.....	314
12.9	Epigenetik – ein neues Feld der Zellbiologie.....	316
	Zitierte Literatur.....	327
13	Einige Bemerkungen zum Abbau von Zellbestandteilen: kleine und große „Müllverbrennungsanlagen“.....	331
13.1	Das „Falsche“ entdeckt und mit dem Nobelpreis geehrt: Die ungewollte Entdeckung der Lysosomen.....	332
13.2	Abbau extrazellulärer Proteine.....	338
13.3	Rezente Einsichten in die Autophagie.....	339
13.4	Proteasomaler Abbau und Beseitigung normaler und pathogener Proteine.....	345
13.5	Apoptose (programmierter Zelltod).....	347
	Zitierte Literatur.....	349
14	Erkenntnisse zu und aus Krankheiten. Eukaryotengifte als Impulsgeber für die Zellbiologie.....	351
14.1	Chromosomenanomalien bzw. Aneuploidien und Genschäden.....	354
14.2	Störungen an Cilien und Flagellen – mit Folgen für Embryonalentwicklung und Gesundheit.....	358
14.3	Weitere genetische Störungen durch Mutationen, Deletion oder Genverlängerung.....	362
14.4	Störungen in den (semi-)autonomen Organellen.....	372
14.5	Rezente Volkskrankheiten.....	373
14.6	Protoonkogene und onkogene Viren.....	377
14.7	Lobpreisung von Eukaryotengiften – Geschenke für die Zellbiologen.....	378
14.8	Aus der Natur ins Zelllabor: Kanalhemmer, Pfeilgifte und weitere Gaben der Natur.....	385
14.9	Spätere Anläufe zu vertieftem Verständnis von „Gaben“ der Natur in der Zellbiologie.....	388
14.10	Toxine, Zivilisation und Zellbiologie.....	392
	Zitierte Literatur.....	398
15	Infektiöse Agenzien: Viren, Bakterien, niedere Pilze und Protozoen....	403
15.1	Die Vielfalt von Viren, Viren als Pathogene und Entwicklungshelfer.....	405
15.2	Cytopathologische Effekte von Viren.....	414
15.3	Viren als Werkzeuge in der Zellbiologie.....	416
15.4	Pathogene Bakterien und Bakterienpathogene.....	418
15.5	Pathogene Protozoen: Plasmodien und Trypanosomen im Fokus.....	427
15.6	Mikrobielle Antibiotika – eine Fundgrube für Zellbiologie und Medizin.....	430

15.7	Antihelminthika – Drogen gegen Wurminfektionen	435
15.8	Von Menschen erfundene Toxine und wirkungslose Pharmaka	436
	Zitierte Literatur	437
16	Die energetisch autonome Pflanzenzelle. Ähnliche Probleme mit unterschiedlichen Lösungen bei Tieren und Pflanzen	441
16.1	Vesikeltransport über den Golgi-Apparat und darüber hinaus	443
16.2	Die moderne Zellbiologie der Pflanzen profitierte von Erkenntnissen an tierischen Zellen	444
16.3	Die Zellwand	448
16.4	Fettropfen und Oleosomen	451
16.5	Alternative zu tierischen Gap Junctions (Plasmodesmen) und parasitäre Interaktionen	451
16.6	Ionenhomöostase und Entwicklung von Kulturpflanzen	452
16.7	Weitere Besonderheiten der Pflanzenzelle	461
	Zitierte Literatur	465
17	Ansichten zur Evolution der Zelle im Wandel der Zeit – vom Ursprung zur Vielfalt	469
17.1	Ansichten zur präbiotischen Evolution und zur Bildung der ersten Zellen	470
17.2	Evolution der Eukaryotenzelle und ihre Entfaltung	476
17.3	Sexualität – eine alte Erfindung	484
17.4	Was die Eukaryotenzelle sonst noch erfunden hat	486
17.5	Sauerstoff in der Atmosphäre – Gefahr und Chance	491
17.6	Evolution von Mitochondrien und Chloroplasten – alte Hypothesen glänzend bestätigt	494
17.7	Evolution weiterer Organellen, Organellkomponenten und Motorproteine	501
17.8	Die komplexe Geschichte vom Calcium – wieder eine Ummünzung eines Nachteils zum Vorteil	504
17.9	Was haben Humanbiologie und Evolution des Menschen mit Zellbiologie zu tun?	506
17.10	Evolution höherer geistiger und emotionaler Fähigkeiten: die zellbiologische Perspektive	508
17.11	Neue Methoden, neue Daten und neues Denken über das Denken	518
	Zitierte Literatur	526
18	Rundumblick aus der Warte der Zellbiologen	531
18.1	Praktische Nutzbarkeit – ein Erfolgskriterium? Sind Modellsysteme passé?	532
18.2	Falsche Propheten: Kritik an Pharmafirmen und Auftragsgutachten	535
18.3	Seitenblicke – der Wert hoch dotierter Forschungspreise	536
18.4	Unschärfe als Prinzip: Praktische Erwartungen und Forderungen	542
	Zitierte Literatur	547
	Serviceteil	
	Glossar	550
	Personenverzeichnis	573
	Stichwortverzeichnis	585