

Inhaltsverzeichnis

1 Die Zellmembran	1	
1.1 Struktur	3	
1.1.1 Untersuchungen an Dünnschnitten	3	
1.1.2 Vergleichsuntersuchungen	3	
1.2 Chemische Zusammensetzung	7	
1.2.1 Untersuchungen <i>in situ</i>	7	
1.2.2 Isolierung von Zellmembranen	7	
1.2.3 Chemische Analyse	10	
Erythrocyten des Menschen 11 – Andere Zell-		
typen 11		
1.2.4 Molekulare Architektur (Bild 1.7)	12	
1.3 Physiologische Bedeutung	23	
1.3.1 Transfer von Substanzen: Permeabilität ...	25	
1.3.1.1 Permeabilität für Wasser	25	
Hypothese zur Diffusion durch eine Membran 26		
– Strömungsgrundgleichungen 28 – Osmosestrom		
28 – Erleichterter Durchstrom und poröse Eigen-		
schaften der Membran 29 – Mitschleppereffekt		
durch das Lösungsmittel 31 – Molekulare Aspek-		
te 31		
1.3.1.2 Permeabilität für Nichtelektrolyte	33	
Diffusion in der Lipidphase 33 – Molekulare		
Aspekte 36		
1.3.1.3 Permeabilität und Verteilung von Elektro-		
lyten	37	
Verteilung im intra- und extra-zellulären Milieu 37		
– Ionenkonzentrationen in der quergestreiften		
Muskelfaser 39 – Messung der transmembranären		
Potentialdifferenz 40 – Aktiver Transport: Bei-		
spiel Natriumpumpe 42 – Kopplung von Natrium-		
und Kaliumtransport 42 – Natriumtrans-		
port und Energiestoffwechsel 44 – Der Ionen-		
träger (Ionophoren) 45 – ATPasen und aktiver		
Natriumtransport 47		
1.3.1.4 Endocytose	49	
Endocytose und zelluläre Verdauung 53 – Endo-		
cytose und Speicherung von Reservestoffen 53 –		
Endocytose und Stofftransport durch die Zelle		
hindurch 53		
1.3.1.5 Exocytose	54	
1.3.2 Übermittlung von Informationen	56	
1.3.2.1 Nervöse Korrelation	56	
Nervenleitung 56 – Signale im Nervensystem 56 –		
Untersuchungsmethoden 56 – Ursprung des Ruhe-		
potentials 60 – Das Aktionspotential 61 – Fort-		
pflanzung des Aktionspotentials 63 – Permeabili-		
tätsänderungen in Verbindung mit der Nervenlei-		
tung 64 – Molekulare Aspekte 67 – Die synapti-		
sche Übertragung 70 – Elektrische Synapse 70 –		
Chemische Synapse 70 – Synthese und Abbau der		
Neurotransmitter 70 – Aufbau der chemischen		
Synapse 70 – Quantifizierte Freisetzung von Neu-		
rotransmittern 72 – Fixierung des Neurotransmit-		
ters an seinen Rezeptor 73		
1.3.2.2 Humorale Korrelation	74	
Zyklisches AMP und hormonale Steuerung 74 –		
Funktion des zweiten Botenstoffs 74 – Wirkung		
auf Proteinkinasen 76 – Beispiele für die Wirk-		
ungsweise von zyklischem AMP (cAMP) 76		
1.3.3 Sonderbildungen der Zelloberfläche	79	
1.3.3.1 Mikrovilli und Einstülpungen	79	
1.3.3.2 Interzellularkontakte	80	
1.3.3.3 Interzellularkomplexe	86	
1.4 Biogenese	93	
2 Hyaloplasma	97	
2.1 Struktur	97	
2.2 Chemische Zusammensetzung	97	
2.2.1 Untersuchungen <i>in situ</i> und Trennung ...	97	
2.2.2 Chemische Analyse	98	
2.3 Physiologische Bedeutung und Funktion	99	
2.3.1 Reservestoffe für Energie- und Baustoff-		
wechsel	100	
2.3.2 Kreuzwege des Stoffwechsels	100	
2.3.2.1 Stoffwechselwege von Glucose-6-phosphat .	101	
Glykolyse 101 – Pentosephosphat-Zyklus 101 –		
Glykogensynthese 104		
2.3.2.2 Bedeutung der verschiedenen Stoffwechsel-		
wege von Glucose-6-phosphat	104	
3 Mikrofilamente	107	
3.1 Mikrofilamente und Cytoskelett	107	
3.2 Myofilamente und Muskelkontraktion	107	
3.2.1 Aufbau der quergestreiften Muskelfaser ...	107	
3.2.2 Chemische Zusammensetzung und molekula-		
re Struktur der Myofilamente	112	

Die dicken Myofilamente 115 – Die dünnen Myofilamente 116	
3.2.3 Kontraktionsmechanismus	120
3.3 Mikrofilamente und zelluläre Bewegungsformen	127
4 Mikrotubuli	135
4.1 Struktur	135
4.1.1 Labile Mikrotubuli	135
4.1.2 Stabile Mikrotubuli	135
Centriolen 135 – Axonemata von Cilien und Flagellen 140	
4.2 Chemische Zusammensetzung	141
4.2.1 Herstellung von Mikrotubuli-Frak­tionen	141
4.2.2 Tubuline und assoziierte Proteine	141
4.2.3 Molekularer Aufbau	143
4.3 Depolymerisation und Polymerisation von Mikrotubuli	145
4.3.1 Depolymerisation	145
4.3.2 Polymerisation	145
Polymerisation <i>in vitro</i> 145 – Polymerisation <i>in vivo</i> : Biogenese 147	
4.4 Physiologische Bedeutung	153
4.4.1 Ausbildung und Erhaltung der Zellform	153
4.4.2 Zelluläre Bewegungsvorgänge	155
Plasmateilströme 155 – Cilien- und Flagellenschlag 157	
5 Riosomen	161
5.1 Aufbau	161
5.2 Chemische Zusammensetzung	161
5.2.1 Gewinnung von Ribosomenfraktionen und Teilfraktionen	161
5.2.2 Chemische Analyse	165
70-S-Ribosomen der Prokaryonten 165 – 80-S-Ribosomen der Eukaryonten 165	
5.2.3 Molekularstruktur und deren Rekonstitution <i>in vitro</i>	166
5.3 Bedeutung für die Biosynthese der Proteine	167
5.3.1 Proteinbiosynthese bei Bakterien	168
Initiation 168 – Elongation 168 – Termination 172	
5.3.2 Proteinbiosynthese bei Eukaryonten	172
5.3.3 Bedeutung einzelner ribosomaler Bestandteile	172
5.4 Biogenese	174
5.4.1 Prokaryonten	174
5.4.2 Eukaryonten	176
6 Endoplasmatisches Reticulum	179
6.1 Struktur	179
6.2 Chemische Zusammensetzung	181
6.2.1 Untersuchungen <i>in situ</i>	181
6.2.2 Isolierung von Fraktionen und Teilfraktionen des ER	185
6.2.3 Chemische Analyse	185
6.2.3.1 Membranen des ER	185
6.2.3.2 Inhaltsstoffe der Zisternen	188
6.3 Physiologische Bedeutung	190
6.3.1 Polysomen und Membranen des ER: Transfer von Polypeptidketten	190
6.3.2 Membranen	192
6.3.2.1 Stoffwechsel der Lipide	192
Verlängerung von Fettsäuren und Einführung von Doppelbindungen 192 – Biosynthese der Phospholipide 192 – Biosynthese des Cholesterins und seiner Derivate 194	
6.3.2.2 Einführung von Zuckermolekülen	195
6.3.2.3 Entgiftung	197
6.3.3 Inhaltsstoffe der Zisternen	197
6.3.3.1 Absonderung und Anreicherung	198
6.3.3.2 Intrazellulärer Stofftransport	198
6.4 Biogenese	200
7 Golgi-Apparat	209
7.1 Struktur	209
7.2 Chemische Zusammensetzung	214
7.2.1 Untersuchungen <i>in situ</i>	214
7.2.2 Isolierung von Fraktionen und Teilfraktionen	214
7.2.3 Chemische Analyse	215
7.2.3.1 Membranen des Golgi-Apparates	218
7.2.3.2 Inhaltsstoffe der Zisternen	219
7.3 Physiologische Bedeutung	219
7.3.1 Membranen	221
7.3.1.1 Umhüllung von Sekretionsprodukten	221
Autoradiographische Untersuchungen 224 – Bestimmung der spezifischen Radioaktivität von Fraktionen 224	
7.3.1.2 Glykosylierung	227
Glykosylierung von Thyreoglobulin 227 – Andere Glykosylierungsbeispiele 228	
7.3.1.3 Einbau von Sulfatgruppen	229

7.3.1.4	Bildung der Membranen für die Zelloberfläche	231	9.3.1.2	Oxidation von Acetyl-CoA in der Matrix: Krebs-Zyklus	288
7.3.2	Golgi-Zisternen	235	9.3.1.3	Übertragung von Elektronen auf den Sauerstoff durch die Atmungskette in der inneren Mitochondrienmembran und gleichzeitige Verlagerung von Protonen aus der Matrix in den Intracristaeraum	291
7.4	Biogenese	235		Elektronentransport 291 – Verlagerung von Protonen 295	
8	Lysosomen	241	9.3.1.4	Durch die ATPase der inneren Membran mit dem Elektronentransport gekoppelte Phosphorylierung von ADP: oxidative Phosphorylierung	296
8.1	Struktur und Entdeckung	241	9.3.2	Produktion von Vorstufen für verschiedene Biosynthesen	301
8.2	Chemische Zusammensetzung	242	9.3.2.1	Vorstufen für die Gluconeogenese	303
8.2.1	Untersuchungen <i>in situ</i>	242	9.3.2.2	Vorstufen der Fettsäuresynthese	304
8.2.2	Isolierung von Fraktionen	243	9.3.2.3	Vorstufen der Harnstoffbildung	304
8.2.3	Chemische Analyse	245	9.3.2.4	Vorstufen der Aminosäure- und Porphyrinbiosynthese	306
8.3	Physiologische Bedeutung	247	9.3.3	Proteinsynthese der Mitochondrien	306
8.3.1	Intrazelluläre Verdauung	247	9.3.4	Austausch zwischen Mitochondrien und Grundcytoplasma	307
8.3.1.1	Heterophagie	247	9.3.4.1	Stoffaustausch durch die innere Membran und seine Kontrolle	307
8.3.1.2	Autophagie	251	9.3.4.2	Bedeutung der Austauschvorgänge für den Metabolismus der Zelle und dessen Steuerung	311
8.3.2	Extrazelluläre Verdauung	254		Steuerung des Phosphat-ADP-ATP-Austausches 311 – Steuerung der Atmung durch ADP 313 – Regulierung von Glykolyse und Atmung 313 – Regulierung von Gluconeogenese und Glykolyse 315	
8.3.3	Zeitweise Speicherung von Reservestoffen	255	9.4	Biogenese	317
8.3.4	Lysosomen und Pathologie	255	9.4.1	Kontinuität der Mitochondrien	317
8.4	Biogenese	262	9.4.2	Jeweilige Beteiligung von Mitochondriengenom und Genom des Zellkerns	320
9	Mitochondrien	265	9.4.3	Synthese und Zusammensetzung der Bestandteile	323
9.1	Struktur	265		Synthesen innerhalb der Mitochondrien 323 – Synthesen außerhalb der Mitochondrien 324	
9.1.1	Äußere und innere Mitochondrienmembran	265	9.4.4	Steuerung der Biosynthese	325
9.1.2	Intracristaeraum und Matrixraum	265	10	Zellen und Viren	329
9.1.3	Vielseitigkeit und Veränderlichkeit der Mitochondrienstruktur	266	10.1	Struktur und chemische Zusammensetzung der Viren	329
9.2	Chemische Zusammensetzung	271		Untersuchung der biologischen Eigenschaften von Viren 329 – Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Viren 329	
9.2.1	Untersuchungen <i>in situ</i>	271	10.1.1	Helixförmige Virionen	329
9.2.2	Gewinnung von Mitochondrienfraktionen und -teilstücken	273	10.1.2	Ikosaederförmige Virionen	333
9.2.3	Chemische Analyse	276	10.1.3	Virionen mit Hülle	334
9.2.3.1	Äußere Membran	276			
9.2.3.2	Innere Mitochondrienmembran	276			
	Bestandteile der Atmungskette und die ihr assoziierten Enzyme 277 – ATPase der Mitochondrien 278 – Spezifische Trägermoleküle 280 – Molekularer Aufbau 280				
9.2.3.3	Inhaltsstoffe des Intracristaeraumes	281			
9.2.3.4	Inhaltsstoffe der Matrix	281			
	Enzyme 281 – Mitochondrien-DNS 283 – Mitochondrienribosomen 284				
9.3	Physiologische Bedeutung	286			
9.3.1	Zellatmung	286			
9.3.1.1	Bildung von Acetyl-CoA in der Matrix	287			
	Oxidative Decarboxylierung der Brenztraubensäure 287 – β -Oxidation der Fettsäuren 288				

10.2 Bakteriophagen	335	10.4.2.3 Zusammenfügen der Virionen	365
10.2.1 Struktur der Bakteriophagen	335	Zusammenfügen des Nucleocapsids 365 –	
10.2.2 Vermehrung des Bakteriophagen T2 in	337	Einfügen des Nucleocapsids in die Hülle 366	
<i>Escherichia coli</i>		10.4.2.4 Freisetzen der Virionen	366
10.2.2.1 Adsorption des Virions und Injektion der		10.4.2.5 Vergleich des Vermehrungszyklus des	
DNS	337	Grippe-Virus mit dem anderer Viren	369
Anheftung des Bakteriophagen an das Wirts-		10.4.3 Evolution des Grippe-Virus in der Natur .	372
bakterium 337 – Rezeptoren der Bakterien 337			
– Anheftung des Virions am Bakterium 337 –		10.5 Besondere Aspekte der Virenbiologie	373
Injektion der Viren-DNS in das Bakterium 339		10.5.1 Steuerung der genetischen Information	
10.2.2.2 Aktivwerden des Viren-Genoms	339	bei den Viren	373
Die frühe Phase 339 – Aussetzen der eigenen		10.5.1.1 Steuerung der Transkription eines Viren-	
Syntheseprozesse des infizierten Bakteriums 342		genoms. Der Fall des Bakteriophagen λ ..	373
– Synthese der vom Phagen codierten frühen		Genkarte des Bakteriophagen λ 373 – Bestim-	
Proteine 342 – Die späte Phase 343 – DNS-		mung der Genwirkung: lytischer Zyklus oder	
Synthese 343 – Proteinsynthese 345 – Bedeu-		Lysogenie 375 – Auslösen und Steuern des lyti-	
tung der ins Bakterium injizierten Viren-DNS		schen Zyklus 375 – Etappen des lytischen	
346		Zyklus 376 – Errichtung und Erhaltung der	
10.2.2.3 Zusammenbau der Virionen	347	Lysogenie 377	
Quantitative Aspekte 347 – Steuerung der		10.5.1.2 Steuerung der Übertragung des Viren-	
Morphogenese 349 – Fehler beim Zusammen-		genoms im Falle der RNS-Bakteriophag-	
bau; phänotypische Kreuzung 349		gen von <i>E. coli</i>	380
10.2.2.4 Freisetzung von Virionen	351	Struktur der RNS-Bakteriophagen von <i>E. coli</i>	
10.3 Bakteriophagen und Lysogenie	354	380 – Synthese der Virenproteine in der infi-	
10.3.1 Lysogene Bakterien und temperente Bak-		zierten Wirtszelle 380 – Untersuchung der Pro-	
teriophagen	355	teinsynthese <i>in vitro</i> 380 – Translation von Gen	
10.3.1.1 Verhalten einer Population lysogener Bak-		C 381 – Translation von Gen P 383 – Transla-	
terien	355	tion von Gen A 383 – Konflikt zwischen Trans-	
10.3.1.2 Art der Beziehung zwischen dem Bakte-		lation und Replikation 383 – Regulationsetap-	
riophagen λ und <i>E. coli</i> K12 (λ)	356	pen und Schlußfolgerungen 384	
Beschreibung des Prophagen 356 – Beschaffen-		10.5.1.3 Regulation beim Poliovirus im Anschluß	
heit und Lokalisierung des Prophagen 356 –		an die Translation	384
Erhaltung der lysogenen Eigenschaft 356		10.5.2 Onkogene Viren	386
10.3.2 Sensible Bakterien und temperente Bakte-		10.5.2.1 Normale Zellvermehrung und Tumorbil-	
teriophagen	356	dung	386
10.3.3 Andere Beispiele von Lysogenie	357	10.5.2.2 Onkogene DNS-Viren: Das SV 40-Virus ..	386
10.4 Grippevirus	357	Produktive Infektion und abortive Infektion 386	
10.4.1 Struktur	358	– Eigenschaften der transformierten Zelle 388 –	
10.4.1.1 Bestandteile des Grippe-Virus	358	Zustand der Viren-DNS in der transformierten	
10.4.1.2 Grippeviren und Myxoviren	359	Zelle 388 – Etappen der Transformierung 388	
10.4.2 Vermehrungszyklus	360	10.5.2.3 Onkogene RNS-Viren	389
10.4.2.1 Adsorption und Penetration der Viren-		10.5.3 Wechselwirkung zwischen menschlichen	
RNS	360	Adenoviren und dem SV40-Virus	392
Adsorption der Virionen an der Oberfläche der		10.5.3.1 Vervollständigung des menschlichen Ade-	
Wirtszelle 361 – Eindringen des Nucleocapsids		novirus durch das SV40-Virus in Affenzel-	
in das Cytoplasma der Wirtszelle 361		len	393
10.4.2.2 Synthese von Virusbestandteilen	362	10.5.3.2 Bildung von Hybridvirionen aus Adeno-	
Durch die Synthese dieser Bestandteile gestell-		virus und SV40	393
te Fragen 362 – Viren-RNS 362 – Virenprote-		10.5.4 Viroide	393
ine 362 – Transkription und Translation bei			
einem RNS-Virus, dem Grippe-Virus 362 –		10.6 Schlußbetrachtung: Das Bild vom Virus aus	
Transkription des Genoms 363 – Lokalisierung		heutiger Sicht	394
der synthetisierten Proteine 363 – Replikation			
der RNS 363			

11 Chloroplasten	399	Reduktion von CO ₂ : Der Calvin-Zyklus 434 – Reduktion von Nitrat und Sulfat 437	
11.1 Struktur	399	11.3.2 Proteinsynthese	441
11.1.1 Äußere und innere Chloroplastenmembran und Thylakoidmembranen	399	11.3.3 Stoffaustausch zwischen Chloroplasten und Grundcytoplasma	442
11.1.2 Intermembranärer Raum, Thylakoidinnenraum, Stroma	402	11.3.3.1 Stoffaustausch und seine Kontrolle durch die innere Chloroplastenmembran	442
11.1.3 Vielfalt der Chloroplastenstruktur	405	11.3.3.2 Stoffaustausch und seine Bedeutung für den Stoffwechsel der Zelle und der Pflanze	443
11.2 Chemische Zusammensetzung	405	Stoffaustausch und Stoffwechsel der Zelle 443 – Stoffaustausch und Stoffwechsel im Organismus einer C ₄ -Pflanze 443	
11.2.1 Untersuchungen <i>in situ</i>	405	11.4 Biogenese	452
11.2.2 Isolierung von Fraktionen und Teilfraktionen	405	11.4.1 Kontinuität der Chloroplasten	452
11.2.3 Chemische Analyse	408	11.4.2 Einfluß von Chloroplastengenom und Zellkerngenom	454
11.2.3.1 Chloroplastenhülle	408	11.4.3 Synthese und Zusammenbau der Chloroplastenbestandteile	456
11.2.3.2 Thylakoidmembranen	409	Synthese innerhalb der Chloroplasten 456 – Synthesen außerhalb der Chloroplasten 456 – Zusammenfügen der Thylakoidmembranen 457	
Chlorophyll-Protein-Komplexe 411 – Bestandteile der Photosynthesekette 411 – Chloroplasten-ATPase 413 – Molekularstruktur 414		11.4.4 Regulation der Biogenese	461
11.2.3.3 Inhaltsstoffe des Stromas	415	12 Peroxisomen	465
Enzyme 415 – Chloroplasten-DNS 415 – Ribosomen der Chloroplasten 415		12.1 Struktur und Entdeckung	465
11.3 Physiologische Bedeutung	417	12.2 Chemische Zusammensetzung	465
11.3.1 Photosynthese	417	12.2.1 Untersuchung <i>in situ</i>	465
11.3.1.1 Elektronentransport vom Wasser zum NADP ⁺ über die Photosynthese-Elektronentransportkette der Thylakoidmembran und gleichzeitige Verlagerung von Protonen aus dem Stroma in den intrathylakoiden Raum	418	12.2.2 Isolierung von Fraktionen und Teilfraktionen	466
Sammlung und Umwandlung von Lichtenergie durch die Photosysteme 419 – Funktionsweise der Antenne 419 – Übertragung von Energie auf die Fallenmoleküle der Reaktionszentren 419 – Ausbeute der Photosysteme 420 – Elektronentransport vom Wasser zum NADP ⁺ 422 – Elektronentransport vom Wasser zum Photosystem II 423 – Elektronentransport vom Photosystem II zum Photosystem I 423 – Elektronentransport vom Photosystem I zum NADP ⁺ 423 – Zyklischer Elektronentransport 428 – Verlagerung von Protonen 428		12.2.3 Chemische Analyse	467
11.3.1.2 Phosphorylierung von ADP durch ATPase der Thylakoidmembran und deren Kopplung mit dem Elektronentransport: Die Photophosphorylierung	431	12.3 Physiologische Bedeutung	469
Nachweis und Mechanismus der Photophosphorylierung 431 – Vergleich zwischen Photophosphorylierung und oxidativer Phosphorylierung 433		12.3.1 Abbau der Purine	469
11.3.1.3 Reduktion von CO ₂ , Nitrat und Sulfat: Synthese von organischen Molekülen im Stroma	434	12.3.2 Stoffwechsel der Lipide	469
		12.3.2.1 β -Oxidation der Fettsäuren	469
		12.3.2.2 Produktion von Vorstufen für die Gluconeogenese aus Acetyl-CoA: Der Glyoxylsäure-Zyklus	469
		12.3.3 Stoffwechsel der Glykolsäure und Photorespiration	471
		12.4 Biogenese	475
		13 Zellteilung: Mitose	483
		13.1 Allgemeine Merkmale	483
		13.2 Untersuchungsmethoden	484
		13.2.1 Untersuchungen mit dem Lichtmikroskop	484
		Untersuchungen der Doppelbrechung der Spindel 484 – Immunfluoreszenzmethode 484	

13.2.2	Untersuchungen mit dem Elektronenmikroskop	484	13.5.1.4	Spezifische Eigenschaften der unterschiedlichen Mikrotubuligruppen der Spindel	522			
13.2.3	Verwendung von Antimitotika	484	13.5.1.5	Spindelmatrix und Randplasma	523			
13.2.4	Isolierung mitotischer Apparate	486	13.5.2	Mitosemechanismen	523			
13.3	Ablauf der Mitose	486	13.5.2.1	Theorie vom dynamischen Gleichgewicht	523			
13.3.1	Prophase vor der Auflösung der Kernmembran	486	13.5.2.2	Gleittheorien	523			
13.3.1.1	Der Zellkern	486	13.5.3	Mechanismen der Cytodierese bei tierischen Zellen	526			
13.3.1.2	Cytoplasma	490	14	Chromosomen	529			
	Zellen mit Centriolenkomplex 490 – Zellen ohne Centriolenkomplex 490			Entdeckung, Definition	529			
13.3.2	Prophase ab Auflösung der Kernmembran: Prometaphase	491	14.1	Molekulare Bestandteile	530			
13.3.2.1	Chromosomen	491	14.1.1	DNA	530			
	Differenzierung der Kinetochoren 491 – Ausrichtung der Chromosomen zu den Polen 493 – Wanderung der Chromosomen in die Äquatorialebene der Spindel 493		14.1.1.1	Molekularstruktur und Eigenschaften der chromosomalen DNA	530			
13.3.2.2	Prometaphasespindel	493	14.1.1.2	Aufbau der DNA	531			
13.3.3	Metaphase	493		Untersuchungsmethoden 532 – Molekularsonden für Nucleinsäuren 532 – Heterogene Sonden 533 – Homogene, sequenzspezifische Sonden 533 – Reinigung und Markierung einer spezifischen Sonde 533 – Anwendung der Sonde zum Aufspüren und Lokalisieren einer genetischen Einheit 533 – Kartierung der DNA-Sequenzen eines Genoms 533 – Darstellung von Makromolekülen und ihren Verbindungen 537 – Allgemeiner Aufbau des Genoms 537 – Häufig wiederholte Sequenzen – Satelliten-DNA 539 – Mäßig wiederholte Gene 541 – Histongene 542 – Einzelgene 544 – Ovalbumingen 544 – Vergleichende Untersuchung der Restriktionssegmente eines Gens, <i>in vitro</i> vom Messenger und vom natürlichen Gen synthetisiert: Aufspaltung des Ovalbumingens 544 – Analyse der DNA-Segmente des natürlichen Gens: Kartierung der komplementären und nichtkomplementären Sequenzen der messenger-RNA 548 – Transkription des Gens 548		14.1.2	RNA	549
13.3.3.1	Metaphasechromosomen	493	14.1.2.1	RNA-Vorstufen und ihre ersten Stoffwechselprodukte	549			
13.3.3.2	Metaphasespindel	493		Prä-messenger-RNA 549 – Präribosomale und Prätransfer-RNA 550				
13.3.4	Anaphase	497	14.1.2.2	Kleine Zellkern-RNA	550			
13.3.4.1	Anaphasechromosomen	497	14.1.3	Proteine	550			
13.3.4.2	Anaphasespindel	497	14.1.3.1	Histone	550			
13.3.4.3	Beginn der Cytodierese	501		Histonarten und -unterarten 550 – Primärstruktur und Eigenschaften der Histone 551 – Modifikationen der Histone nach der Translation: ihre biologische Bedeutung 553 – Histone und molekulare Transitionen in der Ontogenese 553				
13.3.5	Telophase	501	14.1.3.2	Chromosomale Nicht-Histon-Proteine (CNHP)	553			
13.3.5.1	Ausbildung der Tochterzellkerne	501						
	Kernmembran 501 – Chromosomen 503							
13.3.5.2	Mikrotubuli in der Telophase	503						
13.3.5.3	Cytodierese	503						
	Tierische Zellen 503 – Pflanzenzellen 511							
13.4	Verteilung der kontraktilen Proteine im Verlauf der Mitose	513						
13.4.1	Kontraktile Proteine der Spindel	513						
	Actin 513 – Myosin 515							
13.4.2	Kontraktile Proteine im Bereich der Teilungsfurche	515						
13.5	Physiologie der Mitose	515						
13.5.1	Eigenschaften von Spindelbestandteilen	515						
13.5.1.1	Organisationszentren für die Polymerisation von Mikrotubuli	515						
	Centriolenkomplexe 515 – Kinetochoren 517							
13.5.1.2	Steuerung des Zusammenbaus von Spindel-mikrotubuli	517						
	Die Tubulinkonzentration 520 – Nucleosidtriphosphate 521 – Bivalente Kationen: Ca^{2+} -abhängige Regulationsproteine 521							
13.5.1.3	Mit den Mikrotubuli assoziierte Proteine	521						

14.2 Das Chromosomengerüst: die Nucleosomenfaser	554	Aufbau des Chromosoms 599 – Physiologie der dynamischen Einheit Schleife – Chromomer 602 – Informationsgehalt der Einheit Schleife – Chromomer 606 – Morphologische Spezifität 606 – Molekulare Spezifität 608
Das Kornberg-Modell 554		
14.2.1 Aufbau des Nucleosoms	554	
14.2.2 Strukturverwandlungen der Nucleosomenfaser: Heminucleosom, Nucleofilament ..	557	14.4.3.2 Lampenbürstenchromosomen der Spermatozyten von <i>Drosophila</i>
Heminucleosome 557 – Nucleofilament 559		612
14.3 Chromosomen und Informationsübertragung	559	14.4.3.3 Polytänchromosomen
14.3.1 Biogenese der Chromosomen	560	Aufbau 615 – Bande, Interbande und Puff 617 – Heterochromatische Segmente 618 – Physiologie der Banden 620 – Veränderungen des Aktivitätsspektrums während der Ontogenese 622 – Regulierung der Aktivitätsspektren 626 – Schicksal der transkribierten RNA 626 – Informationsgehalt der Bande 629
14.3.1.1 Replikation	560	14.4.3.4 Interphasechromosomen
Mechanismen 560 – Replikationsproteine 564 – Enzyme für die Synthese von DNA-Ketten 564 – Proteine zur Kontrolle der DNA-Konfiguration 564 – Replicone und Chromosomen 564		630
14.3.1.2 Zusammenbau des Chromosoms	565	15 Nucleolen
14.3.2 Teilung und Verteilung der Chromosomen in der Mitose	565	15.1 Struktur
Morphologische Entwicklung der Chromosomen in der Mitose 365 – Prophase 566 – Metaphase 569 – Anaphase 569 – Telophase 569 – Stoffwechsel der Chromosomen während der Mitose 569		637
14.3.3 Chromosomenaufbau in der Mitose	569	15.2 Molekularer Aufbau
Allgemeine Morphologie 569 – DNA der Sekundäreinschnürungen und der Telomere 573 – Aufbau des Metaphasechromosoms 573 – Die Banden 575 – DNA-Domänen – das Laemmli-Modell 577		638
14.3.4 Teilung und Verteilung der Chromosomen in der Meiose	577	15.2.1 Molekulare Komponenten
14.3.4.1 Paarung und Rekombination der Chromosomen: die Prophase der ersten Teilung der Meiose	579	638
Leptotän 579 – Zygotän 579 – Pachytän 579 – Diplotän 579 – Diakinese 583 – Mechanismen der Paarung und der Rekombination 586 – Stoffwechsel der Chromosomen in der Prophase der Meiose 588		15.2.2 Nucleolusorganisorator
14.3.4.2 Verteilung der in der Diakinese rekombinierten Chromosomen am Ende der Meiose	588	640
Folgen der Meiose 590		15.2.3 Aufbau von fibrillärer und granulärer Zone
14.4 Chromosom und Informationsausgestaltung ..	592	641
14.4.1 Transkription	592	15.3 Physiologie des Nucleolus
Mechanismen 592 – Posttranskriptioneller Stoffwechsel 592 – Transkriptionsproteine 593 – Bilder der Transkription 595		643
14.4.2 Nucleosomenstruktur und Transkription ..	596	15.3.1 Biosynthese und posttranskriptioneller Stoffwechsel der Ribosomen-RNS
14.4.3 Chromosom und Transkription	598	643
14.4.3.1 Lampenbürstenchromosomen der Oocyten	598	15.3.2 Aufbau der Präribosomen
		644
		15.4 Biogenese
		645
		15.4.1 Nucleolen der Somazellen
		645
		15.4.2 Vervielfachung der Nucleolusgene in Keimzellen
		645
		16 Die Kernhülle
		651
		16.1 Struktur
		651
		16.2 Chemische Zusammensetzung
		654
		16.2.1 Untersuchungen <i>in situ</i>
		654
		16.2.2 Isolierung von Fraktionen und Teilfraktionen
		654
		16.2.3 Chemische Analyse
		655
		16.3 Physiologische Bedeutung
		659
		16.3.1 Austausch zwischen Kern- und Grundcytoplasma
		659
		16.3.2 Gleiche Funktionen von Kernhülle und endoplasmatischem Reticulum
		659
		16.4 Biogenese
		661
		Sachwortverzeichnis
		663