
Inhalt

1	Botanik: Die Pflanzen und ihre Lebenserscheinungen	1
1.1	Eigenschaften der Lebewesen	1
1.2	Teilgebiete der Botanik	2
1.3	Die Pflanzenwelt und ihre Gliederung	3
1.3.1	Prinzipien der Systematik	3
1.3.1.1	Evolution	3
1.3.1.2	Verwandtschaftsforschung	4
1.3.1.3	Grundlagen der Namengebung: Taxonomie	5
1.3.2	Abteilungen (Stämme) und Organisationstypen	5
1.4	Pflanze und Tier	8
2	Moleküle der Zelle	11
2.1	Lipide	11
2.2	Kohlenhydrate	14
2.2.1	Monosaccharide und ihre Derivate	14
2.2.2	Oligosaccharide	15
2.2.3	Polysaccharide	16
2.3	Aminosäuren und Proteine	19
2.3.1	Aminosäuren und ihre peptidische Verknüpfung	19
2.3.2	Proteine	19
2.4	Nucleotide und Nucleinsäuren	24
2.4.1	Nucleotide	24
2.4.2	Nucleinsäuren	26
2.5	Porphyrine	28
2.6	Aromaten	30
2.7	Aufgaben der verschiedenen Moleküle im Stoffwechsel	30
3	Cytologie	33
3.1	Die Zelle als Grundbaustein der Lebewesen	33
3.1.1	Gestalt der Zellen	33
3.1.2	Größe der Zellen	34
3.1.3	Procyte und Eucyte	34
3.1.4	Genetische Information und epigenetisches System	34
3.1.5	Grundeigenschaften von Zellen	35
3.1.6	Charakterisierung der Pflanzenzelle	35
3.1.7	Polyenergide, Plasmodium, Symplast	37
3.2	Bau der Pflanzenzelle	37
3.2.1	Methoden der Cytologie	37
3.2.1.1	Mikroskopie und Elektronenmikroskopie	37
3.2.1.2	Isolierung von Organellen und Makromolekülen	37
3.2.1.3	Zellfreies System	38
3.2.2	Übersicht über den Bau der Pflanzenzelle	38
3.2.3	Plasmatische und nichtplasmatische Räume der Zelle	40
3.2.4	Protoplast	40
3.2.4.1	Grundstrukturen des Cytoplasmas (Grundplasma)	40
3.2.4.2	Membran	41

3.2.4.3	Selfassembly-Systeme	43
3.2.4.4	Kleine Organellen	47
3.2.4.5	Zellkern (Nucleus, Karyon)	50
3.2.4.6	Mitochondrien und Plastiden	57
3.2.5	Ergastische Gebilde	61
3.2.5.1	Vacuom	61
3.2.5.2	Kristalle	64
3.2.5.3	Stärke als Reservestoff	64
3.2.5.4	Zellwand	65
3.3	Bau der Prokaryoten-Zelle (Procyte)	74
3.4	Entstehung der Eucyte; Endosymbionten-Theorie	78
3.5	Wasserhaushalt der Pflanzenzelle	79
3.5.1	Diffusion	79
3.5.2	Osmose und Osmometer; Wasserpotential	80
3.5.3	Das Osmometermodell der Pflanzenzelle	82
3.5.4	Quellung	83
3.5.5	Plasmolyse	83
3.5.6	Zellen im Verband	84
3.5.7	Osmotische Regulation in der Zelle	85
4	Organisationsstufen der eukaryotischen Pflanzen	87
4.1	Evolution der Vielzeller und der Landpflanzen	87
4.1.1	Vom Einzeller zum Vielzeller	87
4.1.2	Von den Thallophyten zu den Landpflanzen	88
4.2	Protophyten	89
4.2.1	Organisation der Protophyten	89
4.2.2	Endosymbiosen	89
4.2.3	Übergänge zum Vielzeller	90
4.3	Thallophyten	92
4.3.1	Coenoblast	92
4.3.2	Fadenthallus	92
4.3.3	Gewebethallus	93
4.3.4	Organisation der Moose	93
4.4	Cormophyten	94
4.4.1	Anpassung ans Landleben	94
4.4.2	Telomtheorie	95
4.4.3	Regressionen	96
5	Histologie (Gewebelehre)	97
5.1	Bildungsgewebe oder Meristeme	97
5.2	Dauergewebe	98
5.2.1	Grundgewebe	98
5.2.2	Abschluß- und Absorptionsgewebe	99
5.2.2.1	Epidermis	99
5.2.2.2	Spaltöffnungen (Stomata)	100
5.2.2.3	Haare (Trichome) und Emergenzen	101
5.2.2.4	Hypodermis	102
5.2.2.5	Rhizodermis	102
5.2.2.6	Exodermis	102
5.2.2.7	Endodermis	103
5.2.2.8	Periderm (Sekundäres Abschlußgewebe)	103
5.2.2.9	Spezielle Absorptionsgewebe	103
5.2.3	Festigungsgewebe (Mechanisches System)	103
5.2.3.1	Collenchym	104
5.2.3.2	Sclerenchym	104

5.2.4	Leitgewebe	105
5.2.4.1	Phloem	105
5.2.4.2	Xylem	107
5.2.4.3	Leitbündel	107
5.2.4.4	Transferzellen	109
5.2.5	Ausscheidungsgewebe (Exkretionsgewebe)	109
5.2.5.1	Exkretionsgewebe s. str. (Absonderungsgewebe)	109
5.2.5.2	Drüsen	110
6	Anatomie und Morphologie des Vegetationskörpers	113
6.1	Keimung bei Blütenpflanzen	113
6.2	Sproßachse	114
6.2.1	Phylogenie der Sproßachse	114
6.2.2	Ontogenie der Sproßachse	115
6.2.2.1	Vegetationskegel	115
6.2.2.2	Determination	115
6.2.2.3	Differenzierungszone	115
6.2.2.4	Entstehung der Leitbündel	115
6.2.2.5	Primäres Dickenwachstum (Erstarkungswachstum)	116
6.2.2.6	Längsdifferenzierung der Sproßachse	116
6.2.3	Anatomie der Sproßachse	117
6.2.3.1	Dicotyle und Coniferen	117
6.2.3.2	Monocotyle	118
6.2.3.3	Mechanische Bauprinzipien der Sproßachse	119
6.2.3.4	Stelärtheorie	120
6.2.4	Sekundäre Veränderungen der Sproßachse	121
6.2.4.1	Sekundäres Dickenwachstum	121
6.2.4.2	Bau des sekundären Holzes	123
6.2.4.3	Bau der sekundären Rinde	126
6.2.4.4	Sekundäre und tertiäre Abschlußgewebe	126
6.2.4.5	Anomales sekundäres Dickenwachstum	128
6.2.4.6	Wundheilung	129
6.2.5	Morphologie der Sproßachse	129
6.2.5.1	Längenwachstum der Sproßachse	129
6.2.5.2	Symmetrie und Dickenwachstum der Sproßachse	130
6.2.5.3	Blattstellung (Phyllotaxis)	130
6.2.5.4	Verzweigung der Sproßachse	131
6.3	Blatt	133
6.3.1	Phylogenie des Blattes	133
6.3.2	Ontogenie des Blattes	133
6.3.2.1	Blattanlagen	133
6.3.2.2	Blattwachstum	134
6.3.3	Anatomie des Blattes	135
6.3.3.1	Blattspreite (Lamina)	135
6.3.3.2	Blattstiel und Nebenblätter	141
6.3.4	Morphologie des Blattes	141
6.3.5	Blattfolge am Sproß	142
6.3.6	Lebensdauer der Blätter, Blattfall	143
6.4	Wurzel	144
6.4.1	Ontogenie und primäre Anatomie der Wurzel	144
6.4.1.1	Wurzelanlage	144
6.4.1.2	Wurzelhaube (Calyptra)	146
6.4.1.3	Rhizodermis	146
6.4.1.4	Wurzelrinde	146
6.4.1.5	Zentralzylinder	147

6.4.1.6	Wurzelhals	147
6.4.2	Sekundäre Veränderungen der Wurzel	147
6.4.2.1	Sekundäres Dickenwachstum	147
6.4.2.2	Seitenwurzelbildung	149
6.4.3	Morphologie der Wurzel	149
6.4.4	Bewurzelungsformen	150
6.5	Anpassungen des Cormus	150
6.5.1	Ökologische Potenz und ökologische Nische	151
6.5.2	Anatomisch-morphologische Anpassungen an Standortbedingungen	151
6.5.2.1	Anpassungen an die Wasserverfügbarkeit	152
6.5.2.2	Anpassungen an die Überdauerung ungünstiger Zeiten	155
6.5.2.3	Anpassungen an die Lichtverhältnisse und zur Erhöhung der mechanischen Stabilität	159
6.5.2.4	Anpassungen an besondere Ernährungsbedingungen	162
6.5.2.5	Anpassungen als Schutz vor Tierfraß	164
6.5.2.6	Anpassungen an Feuer (Pyrophyten)	165
6.5.3	Lebensformen	165
7	Fortpflanzung	167
7.1	Fortpflanzungssysteme	167
7.1.1	Vegetative Fortpflanzung durch Zerfall oder Zerteilung	167
7.1.1.1	Einzeller	167
7.1.1.2	Vielzeller	167
7.1.2	Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch besondere Zellen	169
7.1.3	Geschlechtliche Fortpflanzung	169
7.1.3.1	Formen der Syngamie	170
7.1.3.2	Meiose	171
7.1.3.3	Zeitpunkt der Meiose; Generationswechsel	173
7.1.3.4	Generationswechsel bei Landpflanzen (Moose und Cormophyten)	175
7.2	Blüte	180
7.2.1	Aufbau der Angiospermen-Blüte	180
7.2.2	Blütenbildung und Lebensdauer der Pflanze	182
7.2.3	Blütenstände (Inflorescenzen)	182
7.2.3.1	Aufbau von Blütenständen	182
7.2.3.2	Pseudanthien	183
7.2.3.3	Synflorescenzen	184
7.2.3.4	Wichtige Inflorescenz-Formen	184
7.2.4	Phylogenie der Blüte	185
7.2.4.1	Phylogenie der Blütenhülle	185
7.2.4.2	Phylogenie der Staubblätter	186
7.2.4.3	Phylogenie der Fruchtblätter	186
7.2.5	Ontogenie der Blüte	186
7.2.6	Blütenhülle	186
7.2.7	Androeceum	187
7.2.7.1	Staubblätter	187
7.2.7.2	Staminodien	187
7.2.7.3	Pollensack und Bildung der Pollenkörner	187
7.2.7.4	Pollenkorn	188
7.2.8	Gynoeceum	188
7.2.8.1	Bau des Fruchtknotens	189
7.2.8.2	Placentation	190
7.2.8.3	Bau der Samenanlage	190
7.2.8.4	Lage des Fruchtknotens	191
7.2.9	Geschlechterverteilung und Bestäubung	191
7.2.9.1	Geschlechterverteilung in Blüten	191

7.2.9.2	Bestäubung	191
7.3	Entwicklung der Gametophyten; Befruchtung	193
7.3.1	Entwicklung des Pollenkorns zum Mikrogametophyten	193
7.3.2	Entwicklung des Embryosacks zum Megagametophyten	194
7.3.3	Befruchtung	195
7.4	Same und Frucht	196
7.4.1	Bildung von Embryo und sekundärem Endosperm	196
7.4.2	Samenbildung	196
7.4.3	Samenanhängsel	198
7.4.4	Apomixis	198
7.4.5	Fruchtbildung	198
7.4.6	Fruchtformen	199
7.4.6.1	Einzelfrüchte	199
7.4.6.2	Sammelfrüchte	201
7.4.6.3	Zusammengesetzte Früchte	201
7.4.7	Verbreitung der Diasporen	201
7.4.7.1	Autochore Verbreitung	201
7.4.7.2	Allochore Verbreitung	202
8	Grundlagen der Genetik	205
8.1	Grundbegriffe	205
8.2	Variabilität und Vererbung, Modifikationen	206
8.3	Gesetzmäßigkeiten der Vererbung	207
8.3.1	Kreuzungsversuche	207
8.3.2	Kreuzung von Haplonten	208
8.3.3	Kreuzung von Diplonten: MENDELSche Regeln	209
8.3.3.1	Intermediäre Vererbung	209
8.3.3.2	Dominante Vererbung	210
8.3.3.3	MENDELSche Regeln	210
8.3.3.4	Abweichungen von den MENDELSchen Regeln	211
8.3.4	Geschlechtsbestimmung und -vererbung	211
8.3.4.1	Haplogentypische Geschlechtsbestimmung	212
8.3.4.2	Diplogentypische Geschlechtsbestimmung; Geschlechtschromosomen	212
8.3.4.3	Inkompatibilität	212
8.3.4.4	Abweichende Geschlechtsverhältnisse	212
8.4	Konjugation und Rekombination bei Bakterien	213
8.5	Chemische Natur der Gene	214
8.5.1	Genetischer Code	214
8.5.2	Viren und Phagen	215
8.5.3	Struktur der DNA	217
8.5.3.1	DNA der Prokaryoten	217
8.5.3.2	DNA der Eukaryoten	217
8.5.3.3	Information der DNA	218
8.5.4	Replikation der DNA	218
8.5.5	Mutation	220
8.5.5.1	Genmutationen	221
8.5.5.2	Chromosomenmutationen	222
8.5.5.3	Genom-Mutationen	223
8.5.5.4	Transposons	224
8.6	Realisierung der genetischen Information	224
8.6.1	Gene als Funktionseinheiten	224
8.6.2	Transkription	225
8.6.3	Reverse Transkriptasen und Struktur der Gene bei Eukaryoten	225
8.6.4	Funktion der Ribonucleinsäuren	226
8.6.4.1	Kleinmolekulare Ribonucleinsäuren	226

8.6.4.2	Ribosomale Ribonucleinsäuren (rRNA)	227
8.6.5	Posttranskriptionale Veränderung der Ribonucleinsäuren (<i>processing</i>)	227
8.6.6	Translation	229
8.6.7	Posttranslationale Veränderung der Proteine	231
8.7	Extrachromosomale Vererbung	234
8.8	Methoden der Gentechnik	235
8.8.1	Restriktionsenzyme	236
8.8.2	Gewinnung der Passagier-DNA	236
8.8.3	Einbau der Passagier-DNA	236
8.8.4	Screening	237
8.8.5	Protoplasten-Technik	238
9	Grundprinzipien der Stoffwechselphysiologie	239
9.1	Grundlagen der Energetik	239
9.2	Energetische Kopplung; Bedeutung von ATP	242
9.3	Energetik der Redoxreaktionen	243
9.4	Biologische Katalyse: Enzyme	245
9.4.1	Katalysator-Funktion der Enzyme	245
9.4.2	Kinetik der Enzymreaktionen	246
9.4.3	Regulation von Enzymreaktionen	248
9.4.4	Enzyme im Stoffwechsel	248
9.5	Lebewesen als offene Systeme	249
9.6	Membrantransport	249
9.6.1	Permeation	249
9.6.2	Spezifischer Transport	249
10	Energiestoffwechsel der Pflanze	253
10.1	Photosynthese	253
10.1.1	Primärreaktionen der Photosynthese	255
10.1.1.1	Photosynthetische Farbstoffe, Absorptions- und Wirkungsspektren	255
10.1.1.2	Physikalische Vorgänge: Lichtabsorption und Energiewanderung	257
10.1.1.3	Chemische Primärreaktionen	259
10.1.2	Sekundärreaktionen der Photosynthese (CO ₂ -Fixierung und Reduktion)	265
10.1.3	Photosynthese und Umweltfaktoren	268
10.1.3.1	Anpassungen der Photosynthese an Standortverhältnisse	268
10.1.3.2	Abhängigkeit der Photosynthese von Umweltfaktoren	272
10.1.4	Bakterielle Photosynthese	274
10.2	Chemosynthese	275
10.3	Assimilationsprodukte und deren weitere Umsetzungen	276
10.3.1	Photosyntheseprodukte	276
10.3.2	Umsatz der Monosaccharide	277
10.4	Dissimilation, Übersicht	279
10.5	Monosaccharid-Abbau	281
10.5.1	Oxidativer Pentosephosphatcyclus (Hexosemonophosphat-Abbau)	281
10.5.2	Glykolyse	282
10.5.3	Gärungen	284
10.6	Dissimilation durch Citratcyclus und Endoxidation	285
10.6.1	Citratcyclus	286
10.6.1.1	Ablauf des Citratcyclus	286
10.6.1.2	Synthesen vom Citratcyclus aus	287
10.6.1.3	Anaplerotische CO ₂ -Fixierung	287
10.6.2	Glyoxylat-Cyclus und Gluconeogenese	287
10.6.3	Speicherung von Carbonsäuren	288
10.6.4	Endoxidation	289
10.6.4.1	Elektronentransportkette	289

10.6.4.2	Atmungskettenphosphorylierung	291
10.6.4.3	Regulation der Atmungskette	291
10.6.4.4	Anaerobe Atmung (Nitrat- und Sulfatatmung)	291
10.7	Nebenatmung	292
10.8	Dissimilation und Umweltfaktoren	293
10.8.1	Untersuchung der Atmungsvorgänge	293
10.8.2	Einflüsse verschiedener Umweltfaktoren	293
11	Stoffwechsel der Kohlenhydrate, Lipide und Stickstoffverbindungen	295
11.1	Kohlenhydrat-Stoffwechsel: Oligo- und Polysaccharide	295
11.1.1	Oligosaccharide	295
11.1.2	Stärke	297
11.1.3	Zellwand-Polysaccharide	298
11.1.4	Glykoside (Heteroside)	299
11.2	Lipid-Stoffwechsel	300
11.2.1	Fettsäuren: Synthese und Abbau	300
11.2.1.1	Fettsäure-Biosynthese	300
11.2.1.2	Bildung ungesättigter Fettsäuren	301
11.2.1.3	Abbau der Fettsäuren	302
11.2.2	Fette (Reservelipide)	303
11.2.3	Polare Lipide (Membran- oder Struktur lipide)	303
11.2.4	Oberflächenlipide	304
11.2.5	Terpenoide (Isoprenoide)	304
11.3	Stoffwechsel der Stickstoff-Verbindungen	306
11.3.1	Stoffwechsel des anorganischen Stickstoffs	306
11.3.1.1	Stickstoff-Fixierung	307
11.3.1.2	Nitrat-Reduktion	308
11.3.2	Stoffwechsel der Aminosäuren	308
11.3.2.1	Primäre Aminierung (Ammoniumassimilation)	309
11.3.2.2	Transaminierung	309
11.3.2.3	Aufbau des Kohlenstoff-Gerüsts der Aminosäuren	309
11.3.2.4	Abbau von Aminosäuren	312
11.3.2.5	Ammoniak-Entgiftung (Stickstoffspeicherung)	313
11.3.2.6	Sulfat-Reduktion	313
11.3.3	Stoffwechsel der Peptide und Proteine	314
11.3.3.1	Oligopeptide	314
11.3.3.2	Eigenschaften und Klassifizierung der Proteine	315
11.3.3.3	Stoffwechsel der Proteine	316
11.3.4	Nucleotidstoffwechsel	317
11.3.5	Alkaloide	318
11.4	Stoffwechsel der Aromaten	319
12	Wasser- und Ionenhaushalt; Transportvorgänge	323
12.1	Wasserhaushalt der Pflanze	323
12.1.1	Wasserabgabe	323
12.1.2	Wasseraufnahme	326
12.1.3	Wassertransport	327
12.2	Assimilat-Transport im Phloem	328
12.3	Stoffausscheidung (Exkretion)	329
12.4	Ionenhaushalt	329
12.4.1	Funktion der Ionen	329
12.4.2	Aufnahme und Transport der Ionen	330
12.4.3	Regulatorische Funktion von Ca-Ionen	332
12.4.4	Das Membranpotential als Folge der Ionenverteilung	332
12.4.5	Ionen als Standortfaktoren	333

13	Heterotrophe Ernährung	335
13.1	Saprophytismus	336
13.2	Parasitismus	336
13.3	Symbiose	337
13.3.1	Flechten	337
13.3.2	Mycorrhiza	338
13.4	Carnivorie	339
14	Entwicklung und Wachstum	341
14.1	Wachstum und Differenzierung	341
14.1.1	Wachstum der Einzeller	341
14.1.2	Wachstum der vielzelligen Pflanzen	342
14.1.2.1	Wachstum der einzelnen Zelle	342
14.1.2.2	Wachstum der Organe	342
14.1.3	Differenzierung	343
14.1.3.1	Differenzierung und Totipotenz	343
14.1.3.2	Dedifferenzierung und Restitution	344
14.1.3.3	Determination	344
14.1.3.4	Zelluläre Morphogenese	344
14.1.3.5	Korrelationen	344
14.1.4	Polarität	345
14.2	Regulationsvorgänge	346
14.2.1	Differentielle Genaktivität	346
14.2.2	Voraussetzungen der Regulationsvorgänge in der Zelle	346
14.2.3	Intrazelluläre Regulation	347
14.2.3.1	Regulation der Art und Anzahl der Proteine	348
14.2.3.2	Posttranslationale Regulation	353
14.2.3.3	Regulation der Aktivität von Enzymen	353
14.2.3.4	Metaboliten-Regulation	354
14.3	Innere Entwicklungsfaktoren	355
14.3.1	Phytohormone	355
14.3.1.1	Auxine	356
14.3.1.2	Gibberelline	357
14.3.1.3	Cytokinine	358
14.3.1.4	Dormine	358
14.3.1.5	Ethen (Ethylen)	359
14.3.1.6	Oligosaccharine	359
14.3.1.7	Weitere hormonartige Stoffe	359
14.3.1.8	Wirkungsweise und Zusammenarbeit der Hormone	359
14.3.2	Morphoregulatoren	361
14.3.3	Gallbildungen	362
14.3.4	Gegenseitige Erkennung von Zellen	362
14.4	Äußere Entwicklungsfaktoren	363
14.4.1	Licht	363
14.4.1.1	Phytochrom und seine Wirkungen	363
14.4.1.2	Wirkungen von Blaulicht und UV-Strahlung	365
14.4.2	Temperatur	365
14.4.3	Schwerkraft	366
14.4.4	Chemische Einflüsse auf die Entwicklung	366
14.4.5	Streßphysiologie	366
14.4.5.1	Temperaturstreß	367
14.4.5.2	Wasserstreß	368
14.4.5.3	Streß durch Parasitenbefall	369
14.5	Entwicklung und Rhythmik	369
14.5.1	Blütenbildung	369

14.5.1.1	Blühinduktion	369
14.5.1.2	Vernalisation	370
14.5.1.3	Photoperiodismus und Blütenbildung	370
14.5.1.4	Weitere photoperiodisch gesteuerte Vorgänge	371
14.5.2	Bildung der Samen und Früchte	372
14.5.3	Aktivitätswechsel ausdauernder Arten	372
14.5.4	Keimruhe und Keimung	373
14.5.4.1	Keimfähigkeit	373
14.5.4.2	Umweltfaktoren und Keimung	373
14.5.4.3	Mobilisierung der Reservestoffe	373
14.5.5	Rhythmik	374
14.5.5.1	Circadiane Rhythmik	374
14.5.5.2	Molekularer Mechanismus der inneren Uhr	375
14.6	Tumoren	375
14.6.1	Infektionstumoren	375
14.6.2	Anwendung des Ti-Plasmids in der Gentechnik	376
14.6.3	Bedeutung transgener Pflanzen für die Physiologie	378
15	Bewegungen	379
15.1	Bewegung und Reizbarkeit bei Pflanzen	379
15.2	Intracelluläre Bewegungen und Bewegungen von Zellen	380
15.2.1	Intracelluläre Bewegungen	380
15.2.2	Mechanismen der Zellbewegungen	380
15.2.3	Freie Ortsbewegungen (Taxien)	381
15.3	Bewegungsmechanismen der vielzelligen Pflanzen	383
15.3.1	Mechanische Bewegungen	383
15.3.1.1	Quellungsbewegungen	383
15.3.1.2	Kohäsionsbewegungen	384
15.3.2	Bewegungen unter Beteiligung der Protoplasten	385
15.3.2.1	Wiederholbare Turgorbewegungen	385
15.3.2.2	Schleuder- und Explosionsbewegungen	386
15.3.2.3	Wachstumsbewegungen	386
15.4	Reizbewegungen vielzelliger Pflanzen	387
15.4.1	Wirkungen von Strahlung	387
15.4.2	Wirkungen der Schwerkraft	388
15.4.3	Chemische Wirkungen	389
15.4.4	Mechanische Wirkungen	390
15.4.5	Wirkungen der Temperatur	391
16	Evolution	393
16.1	Nachweis der Evolution	393
16.1.1	Baupläne der Lebewesen und ihr Vergleich	393
16.1.2	Beobachtungen an Populationen	393
16.1.3	Stammbaumforschung	394
16.2	Evolutionsfaktoren	396
16.2.1	Mutationen	396
16.2.2	Genetische Rekombination	397
16.2.3	Selektion	397
16.2.4	Gendrift	398
16.2.5	Aufspaltung von Genpools (genetische Separation)	398
16.3	Einige Prinzipien des Evolutionsvorgangs	400
16.4	Transspezifische Evolution	401
16.4.1	Indizien für die transspezifische Evolution	401
16.4.2	Entstehung und Ausbreitung neuer Organisationsformen	401
16.4.3	Anagenese (Höherentwicklung)	403

16.5	Entstehung des Lebens und Evolution des Pflanzenreiches	405
16.5.1	Entstehung des Lebens auf der Erde (Biogenese)	405
16.5.1.1	Chemische Evolution	405
16.5.1.2	Vom Hypercyclus zum Protobionten	405
16.5.2	Evolution des Stoffwechsels	407
16.5.3	Evolution des Pflanzenreichs	407
Übersicht zur Systematik der Pflanzen		411
Weiterführende Literatur		415
Register		417