Inhaltsverzeichnis

Das Pflanzenreich 1
1.1 Was sind Grüne Pflanzen? 3
1.1.1 Der Aufbau der Pflanzenzelle 4
1.2 Chlorophyta 10
1.2.1 Organisationsformen der Grünalgen 10
1.2.2 Merkmale von Chlorophyta 12
1.3 Charophyta 14

Landgang 17
2.1 Eroberung des Landes durch die Embryophyten (Embryobiotes; Landpflanzen) 17
2.1.1 Pflanzliche Gewebe 20
2.1.2 Die Haare der Pflanzen 26
2.1.3 Die Stomata 28
2.2 Leber-, Laub- und Hornmoose 30
2.2.1 Reproduktive Organe der Landpflanzen 33
2.2.2 Sporangien und Sporen 34
2.2.3 Wuchsformen der Moose (Bryophyten) 35
2.3 Gefäßpflanzen 36
2.3.1 Leitgewebe 41
2.3.2 Organe der Gefäßpflanzen 43

Samenpflanzen 53
3.1 Der Aufstieg der Samenpflanzen 53
3.1.1 Heterosporie, Samen und Pollen 57
3.1.2 Sekundäres Dickenwachstum 60
3.1.3 Die Frucht und die Bestäubung der Koniferen 67
3.2 Blütenpflanzen (Angiospermen) 69
3.2.1 Die Blüte und ihre Organe 73
3.3 Einkeimblättrige (Monokotyledonen) 78
3.3.1 Raphiden und andere Kristalle 82
3.3.2 Frucht und Früchte 82
3.4 Echte Zweikeimblättrige (Eudikotyledonen) 85
3.4.1 Die Gestalt der Blüte 93
3.4.2 Wuchsformen der Samenpflanzen 94
3.4.3 Nektarien und Hydathoden 96
3.4.4 Blütenstände (Infloreszenzen) der Angiospermen 96

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/989339394

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

Fortpflanzung und Vermehrung 99
4.1 Sexuelle Fortpflanzung 100
4.1.1 Vom Gameten zur Zygote 100
4.1.2 Kernphasenwechsel 101
4.1.3 Generationswechsel 103
4.2 Die Generationswechsel einiger Algen 105
4.3 Die Generationswechsel der samenfreien Landpflanzen (Lebermoose, Laubmoose, Hornmoose, Lycophyten, Farne) 106
4.3.1 Bryophyten (Laub-, Leber- und Hornmoose) 107
4.3.2 Farne und Lycophyten 109
4.4 Der Generationswechsel der Samenpflanzen (Gymnospermen und Angiospermen) 114
4.4.1 Bestäubung 115
4.4.2 Befruchtung der Samenpflanzen 120
4.4.3 Samenverbreitung 123
4.5 Mechanismen zur Aufrechterhaltung der Fremdbefruchtung 124
4.6 Apomixis (Asexuelle Fortpflanzung) 126
4.7 Vegetative Vermehrung 129

Entwicklung 133
5.1 Wie untersucht man Entwicklung? 133
5.2 Embryoentwicklung 135
5.2.1 Musterbildung im Embryo 136
5.2.2 Gerichteter Auxinfluss und Etablierung der apikal-basalen Achse 137
5.2.3 Etablierung des Wurzelpols 138
5.3 Sprossmeristem und Organbildung 140
5.3.1 Sprossmeristem 141
5.3.2 Organbildung 144
5.4 Blattpolarität 145
5.4.1 Blattober- und Unterseite 145
5.4.2 Wenn Blätter nicht mehr wissen, wo oben und unten ist 146
5.4.3 Kommunikation zwischen Sprossapex und Blatt 148
5.5 Die Wurzel 150
5.5.1 Beispiel für radiale Musterbildung 150
5.5.2 Ähnliche Mechanismen regulieren Wurzel- und Sprossmeristeme 152

5.6 Blühinduktion als Beispiel für abiotische Entwicklungsregulation ... 155
5.6.1 Übergang von der vegetativen zur generativen Entwicklung 155
5.6.2 Der Blühzeitpunkt wird durch verschiedene Faktoren reguliert ... 156
5.7 Blütenentwicklung als Beispiel für kombinatorische Genfunktion ... 160
5.7.1 Bildung der verschiedenen Blütenorgane ... 161
5.7.2 Terminierung der Meristemfunktion ... 164
5.7.3 Von der Blühinduktion zum Blütenorgan ... 165
5.8 Befruchtung und Samenbildung ... 166
5.8.1 Befruchtung ... 166
5.8.2 Epigenetische Regulation der Samenentwicklung ... 169

6 Photosynthese: Lichtreaktionen und Prozesse im Chloroplasten ... 172
6.1 Bedeutung der Photosynthese ... 172
6.2 Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie ... 174
6.3 Struktureller Aufbau des Photosyntheseapparats ... 184
6.3.1 Die Lichtsammelkomplexe ... 186
6.3.2 Photosystem II mit Wasserspaltungsapparat ... 189
6.3.3 Photosystem I und der Cytochrom b_6f-Komplex ... 194
6.3.4 Verteilung der Reduktionskraft am Photosystem I: Die zentrale Rolle des Ferredoxins und die Redox-Regulation ... 198
6.3.5 Die ATP-Synthese ... 200
6.3.6 Die Photosynthesekomplexe in der Thylakoide ... 204
6.4 Die Regulation der Lichtreaktionen ... 206
6.4.1 Verteilung der Anregungsenergie auf die Photosysteme ... 207
6.4.2 Nicht photochemische Energielöschung ... 208
6.4.3 Energieumwandlung im Reaktionszentrum und Photoinhibition ... 209
6.5 Der Calvin-Zyklus ... 210
6.5.1 Die Reaktionen des Calvin-Zyklus ... 211
6.5.2 Regulation im Calvin-Zyklus ... 217
6.6 Retrograder Signaltransfer zwischen Plastiden und Zellkern ... 222
6.7 Plastidendifferenzierung ... 226
6.8 Evolution der Photosynthese ... 230
6.8.1 Evolution der Lichtreaktionen ... 230
6.8.2 Stoffwechsel als evolutiver Flickenteppich am Beispiel des Calvin-Zyklus ... 232

7 **Die Photosynthese im Blatt** ... 234
7.1 Wege der CO_2-Fixierung im Blatt ... 234
7.1.1 Die Photorespiration ... 235
7.1.2 C_4-Photosynthese ... 239
7.1.3 Crassulaceen-Säurestoffwechsel (CAM) ... 244
7.1.4 Die Verwertung der Assimilate ... 245
7.2 Der photosynthetische Gaswechsel ... 250
7.2.1 Brutto- und Nettophotosynthese: CO_2- und O_2-Gaswechsel ... 250
7.2.2 Die Regulation des Gasaustausches durch die Stomata ... 254
7.3 Ökophysiologie der Photosynthese ... 258
7.3.1 Der Einfluss von Außenfaktoren ... 259
7.3.2 Strahlung ... 261
7.3.3 CO_2-Konzentration ... 263
7.3.4 Temperatur ... 266

Nährstoffhaushalt ... 270
8.1 Merkmale der pflanzlichen Ernährung ... 270
8.1.1 Nährstoffbedarf ... 270
8.1.2 Nährstoffquellen ... 272
8.2 Mineralstoffhaushalt ... 273
8.2.1 Mineralstoffquellen ... 273
8.2.2 Aufnahme von Mineralstoffen ... 276
8.2.3 Mineralsalze als Standortfaktoren ... 284
8.3 Der Stoffwechsel des Stickstoffs ... 289
8.3.1 Stickstoffassimilation ... 289
8.3.2 Fixierung von molekularem Stickstoff ... 293
8.4 Der Stoffwechsel des Schwefels ... 298
8.4.1 Der Kreislauf des Schwefels ... 298
8.4.2 Assimilatorische Sulfatreduktion ... 299
8.4.3 Schwefeldioxid – ein Mitverursacher des Waldsterbens ... 301

9 **Wasserhaushalt** ... 302
9.1 Die Bedeutung des Wassers für das pflanzliche Leben ... 302
9.1.1 Die Eigenschaften von Wasser ... 302
9.1.2 Der Anteil des Wassers an der stofflichen Zusammensetzung des Pflanzenkörpers ... 303
9.1.3 Wasserbilanz und Wasserzustand der Pflanze ... 304

9.2 Wasserhaushalt der pflanzlichen Zelle ... 307
9.2.1 Die Wasseraufnahme als Diffusionsvorgang ... 308
9.2.2 Osmose und osmotisches Potential ... 308
9.2.3 Druckpotential und Turgor ... 309
9.2.4 Saugspannungsgleichung ... 312
9.2.5 Quellung und Matrixpotential ... 313
9.3 Wasserhaushalt der ganzen Pflanze ... 315
9.3.1 Gravitationspotential ... 315
9.3.2 Die Pflanze im Wasserpotentialgefälle zwischen Boden und Luft ... 316
9.3.3 Wasseraufnahme aus dem Boden ... 317
9.3.4 Wasserabgabe in die Atmosphäre ... 320
9.3.5 Das Wasserpotential der Luft ... 322
9.4 Die Wasserbilanz ... 324
9.4.1 Dynamik der Wasserbilanz ... 325
9.4.2 Grundtypen der Wasserbilanz ... 327
9.4.3 Dürreresistenz ... 328

Transport ... 330
10.1 Transportvorgänge in Pflanzen ... 330
10.1.1 Kurzstreckentransport ... 330
10.1.2 Mittelstreckentransport ... 330
10.1.3 Ferntransport ... 332
10.2 Xylemtransport ... 334
10.2.1 Transportierte Stoffe ... 335
10.2.2 Die Elemente des Xylems ... 335
10.2.3 Xylemtransport: Massenstrom mit Solarantrieb ... 339
10.3 Phloemtransport ... 345
10.3.1 *Transportierte Stoffe* ... 346
10.3.2 Die Elemente des Phloems ... 347
10.3.3 Das Transportsystem ... 350

Sekundärstoffwechsel ... 359
11.1 Funktionen von Sekundärmetaboliten ... 359
11.2 Phenolische Verbindungen ... 362
11.2.1 Synthesewege der Grundbausteine ... 362
11.2.2 Phenylpropanderivate ... 364
11.2.3 Flavonoide ... 368
11.2.4 Stilbene ... 371
11.2.5 Tannine (Gerbstoffe) ... 372

11.3 Isoprenoide Verbindungen ... 373
11.3.1 Synthesewege der Grundbausteine ... 375
11.3.2 Hemiterpene und Monoterpene ... 376
11.3.3 Sesquiterpene und Diterpene ... 378
11.3.4 Triterpene ... 379
11.3.5 Tetraterpene ... 383
11.3.6 Polyterpene ... 384
11.4 Stickstoffhaltige Sekundärverbindungen ... 386
11.4.1 Tabak-Alkaloide ... 389
11.4.2 Lupinen-Alkaloide ... 392
11.4.3 Pyrrolizidin-Alkaloide ... 393
11.4.4 Tropan-Alkaloide ... 395
11.4.5 Benzylisochinolin-Alkaloide ... 396
11.4.6 Monoterpen-Indol-Alkaloide ... 398
11.4.7 Ergolin-Alkaloide ... 400
11.4.8 Purin-Alkaloide ... 400
11.5 Hormone ... 402
11.5.1 Auxin ... 404
11.5.2 Cytokinine ... 405
11.5.3 Gibberelline ... 406
11.5.4 Abscisinsäure ... 407
11.5.5 Ethylen ... 408
11.5.6 Brassinosteroide ... 409
11.5.7 Jasmonsäure ... 410
11.5.8 Hormonartige Substanzen ... 411

Bewegungen ... 413
12.1 Bewegungsformen ... 413
12.1.1 Bewegung und Reiz ... 413
12.1.2 Bewegungsmechanismen ... 415
12.1.3 Bewegungstypen ... 418
12.2 Gravitropismus ... 425
12.2.1 Wahrnehmung und Weiterleitung von Schwerkraftsignalen: die Stärke-Statolithen-Hypothese ... 428
12.2.2 Die Cholodny-Went-Hypothese ... 430
12.3 Phototropismus ... 432
12.3.1 Wie verläuft eine phototrope Reaktion? ... 433
12.3.2 Photorezeptoren ... 434
12.4 Pollenschlauch- und Wurzelhaarwachstum ... 439
12.4.1 Das polare Wachstum des Pollenschlauchs ... 442
12.4.2 Inkompatibilitätsmechanismen ... 444
12.4.3 Polares Wachstum der Wurzelhaare ... 446

Anpassungen an den Lebensraum 448
13.1 Standortfaktoren und Anpassungsstrategien 448
13.2 Abiotische Umweltfaktoren 453
13.2.1 Temperatur 453
13.2.2 Wasser 463
13.2.3 Strahlung 475
13.2.4 Nährstoffe 480
13.3 Biotische Umweltfaktoren 485
13.3.1 Allelopathie 487
13.3.2 Abwehrmechanismen der Pflanze 488
13.3.3 Interaktionen mit Phytopathogenen in den Lebensphasen einer Pflanze 496
13.3.4 Agronomische Maßnahmen 500

Angewandte Botanik 503
14.1 Nutzung von Pflanzen 503
14.1.1 Nahrungspflanzen 503
14.1.2 Technisch genutzte Pflanzen 504
14.1.3 Heilpflanzen, Insektizide, Pestizide 506
14.2 Pflanzenzüchtung 508
14.2.1 Klassische Züchtung 509
14.2.2 Moderne Züchtungsmethoden (Gewebekultur) 514
14.2.3 Gentechnologie 518
14.3 Die Entwicklung der Landwirtschaft 526
14.4 Botanik und Recht 532

Anhang 541
Bildquellen 541
Sachverzeichnis 545