
Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1. Allgemeine Einführung	17
1.1. Globale Stoffproduktion (H. LYR)	17
1.1.1. Allgemeine Bilanzen	17
1.1.2. CO ₂ -Gehalt der Atmosphäre	18
1.1.3. Stoffproduktionsbilanzen einzelner Biotope	25
Literatur	28
1.2. Wald und Wasser (W. TRANQUILLINI)	29
1.2.1. Wasserkreislauf	29
1.2.2. Niederschlag	30
1.2.3. Interception	31
1.2.4. Verdunstung	33
1.2.5. Abfluß	35
1.2.6. Wasserertrag	38
1.2.7. Globale Wasserbilanz	39
Literatur	40
2. Ernährung der Gehölze (M. HEINZE und H.-J. FIEDLER)	43
2.1. Definition der Pflanzenernährung	43
2.2. Funktionen der Nährelemente	46
2.3. Zustand und Dynamik der Nährelemente in der Umwelt	49
2.3.1. Boden	49
2.3.2. Wasser	55
2.3.3. Luft	56
2.3.4. Biosphäre	57
2.4. Zustand und Dynamik der Nährelemente in Gehölzen	58
2.4.1. Aufnahme und Transport	58
2.4.1.1. Aufnahme über die Wurzel und Transport	58
2.4.1.2. Aufnahme über die Blätter und Transport	62
2.4.1.3. Beziehungen zwischen Elementen	63
2.4.2. Elementabgaben	65
2.4.2.1. Auswaschung aus lebenden Blättern	66
2.4.2.2. Abgabe aus lebenden Wurzeln	69
2.4.2.3. Abgabe über die Streu	69
2.4.3. Gehalt und Verteilung der Nährelemente im Baum in Abhängigkeit von biologischen und standörtlichen Faktoren	71
2.4.3.1. Biologisch bedingte Variation der Ernährung	71
2.4.3.2. Standortsabhängige Variation der Ernährung	93
2.5. Zusammenhänge zwischen ernährungsphysiologischen Prozessen und Stoffproduktion	100

2.5.1.	Wachstum	100
2.5.2.	Fruchtifikation und Harzbildung	105
2.5.3.	Transpiration	105
2.5.4.	Resistenz gegen abiotische und biotische Belastungen	105
2.6.	Ermittlung und Bewertung des Ernährungszustandes und der Düngewürdigkeit von Gehölzen	106
Literatur	. . . . .	107
3. Symbiotische Ernährungsweisen (H. LYR)	. . . . .	117
3.1.	Mykorrhiza	117
3.1.1.	Bedeutung der ektotrophen Mykorrhiza für den Baum	122
3.1.2.	Bedeutung der ektotrophen Mykorrhiza für den Pilzsymbionten	125
3.1.3.	Die praktische Bedeutung der Mykorrhiza	126
3.1.4.	Die endotrophe Mykorrhiza (VA-Mykorrhiza)	127
Literatur	. . . . .	128
3.2.	Die symbiotische Bindung des atmosphärischen Stickstoffs.	133
3.2.1.	Die N ₂ -Bindung durch Leguminosen	133
3.2.2.	Die N ₂ -Bindung durch Nichtleguminosen	135
3.2.3.	Einfluß von Umweltfaktoren auf die N ₂ -Bindung	137
3.2.4.	Die praktische Bedeutung der symbiotischen N ₂ -Bindung	141
Literatur	. . . . .	142
4. Wasseraufnahme und Transport (H. LYR)	. . . . .	143
4.1.	Wasseraufnahme	143
4.1.1.	Das Wurzelsystem	144
4.1.2.	Physiologie der Wasseraufnahme	147
4.2.	Wassertransport	151
4.2.1.	Bau des Wasserleitungssystems	151
4.2.2.	Physikalische Grundlagen der Wasserleitung	155
4.2.3.	Physiologie der Wasserleitung	156
Literatur	. . . . .	158
5. Wasserhaushalt (W. TRANQUILLINI)	. . . . .	161
5.1.	Grundlagen	161
5.2.	Spaltenweite und Transpiration	163
5.3.	Steuerung der Spaltenweite durch äußere und innere Faktoren	166
5.4.	Cuticuläre Transpiration	168
5.5.	Rindentranspiration	170
5.6.	Klimafaktoren und Transpiration	172
5.6.1.	Licht, Temperatur und Wasserdampfdruckdifferenz Blatt – Luft	172
5.6.2.	Wind	173
5.6.3.	Bodenfeuchtigkeit und Bodentemperatur	175
5.7.	Transpiration und Blattalter	175
5.8.	Tagesgang der Transpiration	176
5.8.1.	Wolkenlose Schönwettertage	176
5.8.2.	Bewölkte Tage	177
5.8.3.	Nachttranspiration	178
5.9.	Jahresgang der Transpiration	178
5.10.	Artspezifische Transpiration	180
5.11.	Transpiration von Rassen, Provenienzen und Klonen	182

5.12.	Transpiration in Baumkronen	184
5.13.	Wasserverbrauch von Bäumen und Wäldern	186
5.14.	Transpiration und Wasserhaushalt bei erschwelter Wasserversorgung	192
Literatur		196
6. Kohlenstoffhaushalt		203
6.1.	Physiologisch-biochemische Grundlagen des CO ₂ -Stoffwechsels (H. LYR)	203
6.1.1.	Photosynthese	203
6.1.2.	Atmung (Respiration)	206
Literatur		207
6.2.	Ökologie der Photosynthese (W. TRANQUILLINI)	208
6.2.1.	Grundlagen des CO ₂ -Gaswechsels	208
6.2.2.	Abhängigkeit der Nettophotosynthese von Klimafaktoren	210
6.2.2.1.	Licht	210
6.2.2.2.	Temperatur	213
6.2.2.3.	CO ₂ -Gehalt der Luft	215
6.2.2.4.	Luftfeuchtigkeit	217
6.2.2.5.	Bodenfeuchtigkeit	218
6.2.2.6.	Wind	220
6.2.3.	Abhängigkeit der Nettophotosynthese von inneren Faktoren	221
6.2.3.1.	Blattwasserdefizit und Blattwasserpotential	221
6.2.3.2.	Chlorophyll- und Nährstoffgehalt der Blätter	222
6.2.4.	Photosynthese und Blattalter	224
6.2.5.	Tagesgang der Photosynthese	226
6.2.6.	Jahresgang der Photosynthese	228
6.2.7.	Photosynthese und Transpiration	231
6.2.8.	Artspezifische Photosynthese	233
6.2.9.	Photosynthese in Baumkronen und in Beständen	236
6.3.	Atmung und CO ₂ -Bilanz	238
6.3.1.	Ökologie der Atmung	238
6.3.2.	Nachtatmung	239
6.3.3.	Winteratmung	240
6.3.4.	Achsenatmung (Stamm und Zweige)	240
6.3.5.	Wurzelatmung	244
6.4.	Stoffproduktionsbilanz in Waldbeständen	248
Literatur		255
7. Leitung der Assimilate (F. JACOB und St. NEUMANN)		263
7.1.	Einleitung	263
7.2.	Bau und Anordnung des Phloem in Gehölzen	263
7.3.	Chemie des Phloemsaftes	269
7.4.	Transport und Verteilungsmechanismus	272
Literatur		276
8. Klimaresistenz (M. TESCHE)		279
8.1.	Temperaturresistenz	279
8.1.1.	Kälteresistenz – Frostresistenz	280
8.1.1.1.	Ursachen der Frostresistenz	281
8.1.1.2.	Dynamik der Frostresistenz	282

8.1.1.3.	Individuelle und organspezifische Unterschiede der Frostresistenz . . .	284
8.1.1.4.	Modifikation der Frostresistenz durch Umweltfaktoren	285
8.1.1.5.	Maßnahmen zur Erhöhung der Frostresistenz	290
8.1.2.	Hitzeresistenz	290
8.1.2.1.	Aspekte der Ursachen der Hitzeresistenz	291
8.1.2.2.	Individuelle und organspezifische Unterschiede der Hitzeresistenz	292
8.1.2.3.	Dynamik der Hitzeresistenz	294
8.2.	Trockenresistenz	295
8.2.1.	Ursachen der Trockenresistenz	295
8.2.1.1.	Trockenheitsvermeidung	296
8.2.1.2.	Austrocknungsverzögerung	296
8.2.1.3.	Austrocknungserträgnis	297
8.2.2.	Dynamik der Trockenresistenz	299
8.2.3.	Maßnahmen zur Erhöhung der Trockenresistenz	300
8.3.	Resistenz gegen Wasserüberschuß	302
Literatur	. . . . .	303
9. Biochemische Grundlagen von Immissionsschäden (K. LENDZIAN) . . .		307
9.1.	Die Umwandlung von Schadstoffen in der Pflanze	307
9.2.	Die Verteilung von Schadstoffen in der Pflanze	310
9.3.	Konzentrationen von Schadstoffen in der Pflanze	310
9.4.	Photooxidantien und Säurebildner	311
9.4.1.	Photooxidantien	311
9.4.2.	Säurebildner	316
Literatur	. . . . .	317
10. Samenphysiologie — Keimung (J. SCHUBERT)		319
10.1.	Samenbildung und Reifung	319
10.2.	Lebensdauer und Lagerung	321
10.3.	Keimung	327
10.3.1.	Keimverlauf	327
10.3.2.	Innere Keimfaktoren	329
10.3.3.	Exogene Dormanz	330
10.3.4.	Endogene Dormanz	331
10.3.5.	Samenherkunft	333
10.3.6.	Äußere Keimfaktoren	334
10.3.6.1.	Feuchtigkeit	334
10.3.6.2.	Gasaustausch und Atmosphäre	335
10.3.6.3.	Temperatur	335
10.3.7.	Licht und Photoperiodismus	336
Literatur	. . . . .	337
11. Phytohormone und synthetische Wachstumsregulatoren		345
(G. HOFFMANN und H. LYR)		
11.1.	Phytohormone	345
11.1.1.	Auxin	346
11.1.2.	Gibberelline	349
11.1.3.	Cytokinine	349
11.1.4.	Ethylen	350
11.1.5.	Abscisinsäure	350
11.1.6.	Jasmonsäure	351

11.1.7.	Korrelative Einflüsse	351
11.1.8.	Wuchsformen von Gehölzen	357
11.2.	Wachstumsregulatoren	360
Literatur	. . . . .	366

12. Spezielle Herbizide (J.-H. BERGMANN) 371

12.1.	Allgemeine Einteilungsprinzipien	371
12.2.	Anorganische Herbizide	372
12.3.	Substituierte Phenoxyalkylcarbonsäuren	372
12.4.	Chlorierte aliphatische Carbonsäuren	374
12.5.	Triazine	374
12.6.	Substituierte Harnstoffe	375
12.7.	Herbizide unterschiedlicher Gruppen	375
12.7.1.	Amitrol	375
12.7.2.	Erdölschwerbenzine	375
12.7.3.	Diquat und Paraquat	376
12.7.4.	Chlorpropham, Chlorthiamid und Dichlobenil	376
12.7.5.	Triclopyr (Garlon 4)	376
12.7.6.	Hexazinon (Velpar)	377
12.7.7.	Glyphosat (Roundup)	378
12.7.8.	Glufosinate – Ammonium (Basta)	378
12.7.9.	Propyzamid (Kerb 50 W)	379
Literatur	. . . . .	379

13. Photo- und Gravitropismus (H. LYR und G. CASPERSON) 381

13.1.	Gravitropismus	381
13.2.	Phototropismus	390
Literatur	. . . . .	394

14. Wachstum und Umwelt 397

14.1.	Wachstum – Einflußfaktoren (H. LYR und G. HOFFMANN)	397
14.1.1.	Höhenwachstum (Längenwachstum)	397
14.1.2.	Dickenwachstum – Jahresringbildung	402
14.1.3.	Ausbildung des Wurzelsystems	405
14.1.4.	Wurzelwachstum	407
14.1.5.	Wurzel-Sproß-Relation	412
14.1.6.	Assimilationsfläche – Wachstum	413
14.1.7.	Beschattung – Wachstum	415
14.1.8.	Wasserversorgung – Wachstum	419
14.1.9.	Harzung – Wachstum	424
14.1.10.	Diurnale Wachstumsrhythmik und Bedeutung der diurnalen Thermo- periode für das Gesamtwachstum	424
14.1.11.	Konkurrenz in Baumbeständen	428
Literatur	. . . . .	432
14.2.	Photo- und Thermoperiodismus (H. LYR)	438
14.2.1.	Photoperiodismus	440
14.2.2.	Physiologische Grundlagen	441
14.2.3.	Vegetatives Wachstum – Eintritt in die Ruheperiode	442
14.2.4.	Verlauf der Ruheperiode	447
14.2.5.	Aufhebung der Ruhe – Frühtreiben	449

14.2.6.	Laubfall	452
14.2.7.	Stecklingsbewurzelung	453
14.2.8.	Winterhärte – photoperiodische Ökotypen	453
14.2.9.	Blühinduktion	455
14.2.10.	Thermoperiodismus	455
	Literatur	457
15.	Wachstums- und Entwicklungsphasen (H. LYR)	461
	Literatur	469
16.	Alterung und Lebensdauer (H. LYR, G. SCHACHLER und J. MATSCHKE) 471	
16.1.	Topophysis – Cyclophysis	477
16.2.	Verjüngung	492
	Literatur	494
17.	Blütenbildung, Fruktifikation und vegetative Vermehrung (J. MATSCHKE) 497	
17.1.	Blühreife und Physiologie der Blüteninduktion	497
17.1.1.	Möglichkeiten des Impulsempfanges	499
17.1.2.	Möglichkeiten der Impulstranslokation	500
17.1.3.	Umstimmung des Vegetationskegels	501
17.1.4.	Zeitpunkt und Lokalisation der Blüteninduktion	502
17.1.5.	Steuerung der Blüteninduktion	508
17.1.6.	Einfluß von Umweltfaktoren	510
17.1.7.	Periodizität der Fruktifikation	513
17.2.	Vegetative Vermehrung von Gehölzen	515
17.2.1.	Bildung von Adventivwurzeln an Stecklingen	516
17.2.2.	In-vitro-Methoden zur Pflanzen-Regeneration	521
17.2.2.1.	Sproßmultiplikation	522
17.2.2.2.	Regeneration über Adventivknospen	523
17.2.2.3.	Bewurzelung in vitro erzeugter Sprosse	525
17.2.2.4.	De-novo-Morphogenese	527
	Literatur	530
18.	Ökophysiologie des Waldes.	539
18.1.	Definition und Charakterisierung von Waldökosystemen (H. J. FIEDLER) 539	
18.1.1.	Stoffhaushalt von Waldökosystemen	541
18.1.1.1.	Stoff- und Energieflüsse	541
18.1.2.	Stoffbilanzen	542
18.1.3.	Stabilität von Wäldern	544
18.1.3.1.	Stabilität der Umwelt	544
18.1.3.2.	Stabilität der Waldökosysteme	545
18.2.	Boden und Klima als Standorts- und Wachstumsfaktoren (W. NEBE) 547	
18.2.1.	Lage	549
18.2.1.1.	Allgemeine Lage	549
18.2.1.2.	Örtliche Lage	551
18.2.2.	Klima	556
18.2.2.1.	Klimaelemente	557
18.2.2.2.	Klimaklassifikationen	558
18.2.3.	Boden	561

18.2.3.1. Bodenkennwerte	561
18.2.3.2. Bodentyp und Bodenformen	566
18.2.4. Bewertung von Standortelementen im Hinblick auf ökophysiologische Prozesse	566
18.2.5. Standortklassifikation	573
18.2.5.1. Standortsformen	573
18.2.5.2. Standortsgruppe	574
18.2.5.3. Standortgeographische Einheiten	575
18.3. Dynamik von Waldökosystemen (H. THOMASIVS)	575
18.3.1. Einleitung	575
18.3.2. Lebensformen der bei Waldsukzessionen relevanten Pflanzen	576
18.3.2.1. Annuelle	577
18.3.2.2. Bienne	577
18.3.2.3. Perennierende Gräser und Kräuter	578
18.3.2.4. Halbsträucher und Sträucher	579
18.3.2.5. Bäume	580
18.3.3. Beeinflussung der Sukzession durch Umweltveränderungen	583
18.3.4. Sukzessionstypen	587
18.3.4.1. Autogene Sukzessionen	587
18.3.4.2. Allogene Sukzessionen	595
18.3.5. Schlußfolgerungen	596
Literatur	597
Verzeichnis der zitierten Bücher	601
Tafeln 1—4	607
Sachverzeichnis	613