

Physiologie und Ökologie der Gehölze

Herausgegeben von

Horst Lyr • Hans-Joachim Fiedler • Walter Tranquillini

unter Mitarbeit von 16 Fachwissenschaftlern

Mit 161 Abbildungen, 73 Fotos, 4 Farbtafeln und 85 Tabellen



Gustav Fischer Verlag Jena • Stuttgart • 1992

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 . J.	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.	Fruktifikation 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 erschwerter 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 jCO 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 Blattwaterpotential	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

klimaresistenz (M. TESCHE) 279

	Temperaturresistenz	279
Isl.	Kälteresistenz — Frostresistenz	280
fö1.1.	Ursachen der Frostresistenz	281
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 (Garion 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 — Fröhrtreiben.	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.	Topopfcycsis — 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 Standortselementen im Hinblick auf ökophysiologische Prozesse	566
18.2.5. Standortsklassifikation	573
18.2.5.1. Standortformen	573
18.2.5.2. Standortgruppe	574
18.2.5.3. Standortsgographische Einheiten	575
18.3. Dynamik von Waldökosystemen (H. THOMASIUŠ).	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. Allo gene Sukzessionen	595
18.3.5. Schlußfolgerungen	596
Literatur	597
Verzeichnis der zitierten Bücher	601
Tafeln 1 - 4	607
 Sachverzeichnis	 613