

ANATOMIE DES BLATTES

II. BLATTANATOMIE DER ANGIOSPERMEN

B. Experimentelle und ökologische Anatomie
des Angiospermenblattes

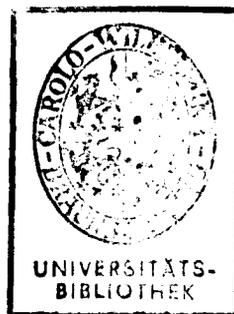
Von

Dr. KLAUS NAPP-ZINN

Professor an der Universität Köln

1. Lieferung

Mit 129 Abbildungen und 168 Tabellen im Text



1984

GEBRÜDER BORNTRAEGER · BERLIN · STUTTGART

Inhalt der 1. Lieferung

Vorwort	V
Zeichen und Abkürzungen	VII
Einleitung	1
1. Intraspezifische Variabilität als Grunderfahrung	1
2. Ökologische Anatomie des Angiospermenblattes	9
3. Die KLEBSSchen Faktorengruppen	11
I. Die Beziehungen zwischen Blattstruktur und Außenfaktoren	16
A. Blattstruktur von Pflanzen natürlicher Standorte – komplexe Histosen	17
1. Pflanzen immerfeuchter Tropenwälder	17
a) Vorbemerkungen	18
b) Tropisches Amerika	18
c) Tropisches Afrika	28
d) Süd- und Südostasien	29
e) Verschiedenes	30
Anhang. Tropische und warm-gemäßigte Regenwälder	32
2. Mangrovepflanzen	33
a) Historisches	34
b) Systematische Übersicht	35
c) Geographische Übersicht	37
d) Xeromorphie-Erscheinungen	38
e) Absalzdrüsen und Salzsukkulenz	40
f) Drüsenepithelien	42
3. Wasserpflanzen (Hydrophyten)	42
a) Allgemeines	42
b) Wasser-, Schwimm- und Luftblätter. Die Heterophyllie der Wasserpflanzen	44
c) Die Blattgewebe der Wasserpflanzen	46
α) Die Zellwände der Epidermis	46
β) Cuticula	46
γ) Hydropoten	47
δ) Chloroplasten in Epidermiszellen	48
ε) Spaltöffnungen	48
ζ) Apikalöffnungen	48
η) Haare	49
θ) Differenzierung des Mesophylls	50
ι) Septen und Diaphragmen	50
κ) Interzellularvolumen	51
λ) Festigungsgewebe	51
μ) Leitbündelsystem	51
d) Systematische Übersicht	51
e) Genetische und phylogenetische Aspekte	76

4. Pflanzen der Trockengebiete	78
a) Der Begriff des Xerophytismus	79
b) Blattstruktur-Typen der Xerophyten	81
α) Allgemeines. Blätter malakophyller Xerophyten	81
β) Anatomische Aspekte der Sklerophyllie	89
γ) Sukkulente Blätter. CAM-Pflanzen	95
δ) Fensterblätter	101
ε) Epiphytenblätter	103
ζ) Blätter mit scheidenförmigem Chlorenchym. C ₄ -Pflanzen	108
η) Roll- und Faltblätter	121
θ) Blätter von Kompaßpflanzen	124
ι) Blätter poikilohydrischer Pflanzen (Auferstehungspflanzen)	124
c) Xerophyten einzelner Regionen	126
α) Südamerika	126
β) Nordamerika	133
γ) Südliches Afrika	140
δ) Nördliches Afrika und südwestliches Asien	144
ε) Europa	153
ζ) Australien	156
d) Ausblick	158
5. Pflanzen der Hochgebirge und der Polargebiete	158
a) Hochgebirgspflanzen	158
α) Die Alpen	159
β) Andere Gebirge in Nord-, Mittel-, West- und Südeuropa sowie in Nordafrika	163
γ) Südosteuropäische Gebirge	165
δ) Gebirge und Hochebenen Asiens	166
ε) Die Anden	171
ζ) Nordamerikanische Gebirge	188
η) „Kosmopolitische“ Taxa in Hochgebirgen	190
θ) Ökologische Aspekte	190
b) Pflanzen der Polargebiete i. w. S.	192
α) Nordpolargebiet	192
β) Südpolargebiet	197
6. Pflanzen am natürlichen Standort, in Garten, Gewächshaus, Klimakammer und Labor	198
a) Gartenkultur	198
b) Gewächshauskultur	201
c) Pflanzenkultur in Zimmer und Labor	205
d) Kultur in Klimakammern	205
e) Verschiedenes	207
7. Der Wechsel der Jahreszeiten im Spiegel der Blattstruktur	207
a) In verschiedenen Jahren gebildete Blätter annueller Pflanzen	208
b) Zu verschiedenen Jahreszeiten entwickelte Blätter	208
α) Jahreszeitliche Änderungen der Blattfläche und ihre anatomischen Begleiterscheinungen	208
β) Änderungen der Spaltöffnungsdichte	209
γ) Abnormitäten der Stomata	209
δ) Jahreszeitliche Veränderung der Behaarung	210
ε) Epidermis – Cuticula – Wachsbeläge	211
ζ) Jahreszeitliche Änderungen der Blattdicke und ihre anatomischen Begleiterscheinungen	211
η) Assimilationsgewebe	211
θ) Leitbündel	212
Anhang. Kurzlebige Blätter in niederschlagsorientierten Jahreszeiten	212
c) Jahreszeitenabhängige zytologische Veränderungen in persistierenden Blättern	213

B. Strahlung und Blattstruktur	213
1. Lichtintensität	214
a) Sonnen- und Schattenarten (Heliophyten und Skiadophyten)	215
b) Licht- und Schattenindividuen einzelner Arten	222
α) Beobachtungen an Wildpflanzen	222
Exkurs. Höhlenpflanzen – Etiollement – Reaktionstypen	229
β) Experimentelle Befunde	236
c) Sonnen- und Schattenblätter einzelner Individuen	257
d) Ausblick	267
2. Lichttrichtung	268
a) Lichttrichtung und Palisadenorientierung	268
b) Lichttrichtung und Dorsiventralität des Blattes	269
3. Zeitliche Dosierung des Lichtes (Photoperiode)	271
a) Blattdimensionen und ihre histologischen Begleiterscheinungen	273
α) Dicke der Spreite	273
β) Fläche der Spreite	276
γ) Blattstiel	279
b) Gewebe und Zellen	279
c) Photoperiodische oder Lichtmengen-Effekte?	282
d) Welche Zellen perzipieren die Photoperiode?	283
4. Qualität der Strahlung	284
a) Sichtbares Licht und nahes Infrarot	284
α) „Unspezifische“ Wirkungen	284
β) Durch Phytochrom ₇₃₀ kontrollierte Photohistosen	287
b) Ultraviolett	290
c) Röntgenstrahlen (X-Strahlen)	292
d) γ-Strahlung	296
e) Andere ionisierende Strahlungen	300
f) Schlußbemerkung	302
C. Der Einfluß der Temperatur	303
1. Versuche mit tagesperiodisch wechselnden Temperaturen	304
a) Blattdimensionen und ihre histologischen Begleiterscheinungen	305
α) Dicke der Spreite	305
β) Fläche der Spreite	307
b) Einzelne Gewebe und Zellen	308
2. Versuche mit konstanten Temperaturen	311
a) Morphoregulatorische Effekte mit histologischen und histogenetischen Aspekten	311
b) Blattdimensionen und ihre histologischen Aspekte	312
α) Dicke	312
β) Fläche	313
c) Einzelne Gewebe und Zellen	314
3. „Anatomische“ Nachwirkungen längerer Wärme-Expositionen	316
4. „Anatomische“ Nachwirkungen längerer Kälte-Expositionen	316
a) Vernalisation	316
b) Stratifikation	318
c) Kälte-Härtung	319
d) Verschiedenes	320
5. Versuche mit lokaler Kühlung einzelner Pflanzenorgane und andere Versuche zur Frage nach dem Mechanismus der Kältewirkungen	320

6. Schäden durch extreme Temperaturen	322
a) Kälteschäden	322
b) Hitzeschäden	324
D. Die Rolle des Wassers	324
1. Kultur unter inversen Milieubedingungen	325
a) Entwicklung aquatischer und amphibischer Pflanzen an der Luft	325
b) Submerse Kultur von Landpflanzen und amphibischen Gewächsen	326
c) Induktion von Wasser- und von Luftblättern unter inadäquaten Milieubedingungen	328
2. Bodenfeuchtigkeit	331
a) Allgemeines	331
b) Kritische Zwischenbemerkungen	335
c) Der Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf einzelne Blattgewebe	340
α) Epidermis im engeren Sinne	340
β) Cuticula und Wachsbeläge	341
γ) Exkretbildung in der Epidermis	341
δ) Spaltöffnungen	341
ε) Haare	344
ζ) Chlorenchym	344
η) Leit- und Festigungsgewebe	346
θ) Intumeszenzen	347
d) Systematischer Überblick	347
e) Wassermangel in bestimmten Entwicklungsphasen	349
3. Luftfeuchtigkeit	350
a) Historische Übersicht	350
b) Reaktionen peripherer Zellen und Gewebe	354
α) Spaltöffnungen	354
β) Cuticula und epicuticuläre Wachse	355
c) Ödeme und Intumeszenzen	355
d) Die „Normalisierung“ von Dornblättern	357
e) Die Rolle der Luftfeuchtigkeit bei der terrestrischen Kultur amphibischer Pflanzen	358
4. Verschiedenes	359
E. Einflüsse atmosphärischer Faktoren	360
1. Luftbewegung	360
a) Einfluß über die Luftfeuchte	361
b) Windschäden an Blättern	361
2. Chemische Zusammensetzung der Luft	364
a) Normale Komponenten	364
α) Kohlendioxid	364
β) Gleichzeitige Variation der CO ₂ - und der O ₂ -Konzentration	367
γ) Sauerstoff	367
b) Verunreinigungen der Luft	367
α) Allgemeines	367
β) Wirkungen einzelner Noxen	370
F. Pflanzenernährung und Blattstruktur	377
1. Blattanatomie heterotropher Pflanzen	377
a) Parasitäre Angiospermen	378
α) Hemiparasiten	379
β) Holoparasiten	385

b) Saprophytische Angiospermen	391
α) Hemisaprophyten	391
β) Holosaprophyten	392
c) Karnivore Angiospermen	394
α) Historisch-thematische Übersicht	395
β) Systematische Übersicht	399
d) Blaualgen- und Bakteriensymbiosen in Blättern	422
α) Blaualgensymbiosen	423
β) Bakteriensymbiosen	424
Anhang. Tiersymbiosen	428
2. Organische Ernährung autotropher Pflanzen	428
3. Mineralische Ernährung	433
a) Allgemeines	433
α) Rolle der Böden	433
β) Nährlösungen	435
γ) Der pH-Wert	438
b) Die Blattstruktur der Halophyten und der NaCl- bzw. Cl ⁻ -Gehalt des Substrats	439
α) Halophyten	439
β) Unterschiede zwischen Standortspopulationen	453
γ) Kulturversuche	457
δ) Cl ⁻ - oder Na ⁺ -Effekte?	467
c) Die Blattstruktur der Gypsophyten und der Sulfatgehalt des Substrats	468
α) Gypsophyten und Halophyten	468
β) Vergleichende Kulturversuche	469
γ) Schwefel- bzw. Sulfatmangel	469
d) Die „Xeromorphie der Hochmoorpflanzen“ und der Stickstoffgehalt des Substrats	470
α) Sind die Hochmoorpflanzen xeromorph?	470
β) Kausalanalyse	476
γ) Weitere Stickstoffmangel- und -düngungsversuche	480
δ) Zur Frage nach der Wirkungsweise des Stickstoffs	482
e) Die Rolle des Phosphors	483
f) Stickstoff – Phosphor – Kalium	485
g) Silicium	488
h) Die Borgruppe	489
α) Bormangel	489
β) Bor-Überdosierung	491
γ) Zur Ätiologie der Borwirkungen	492
δ) Aluminium	492
i) Die Erdalkaligruppe	493
α) Die Serpentinpflanzen und das Magnesium	493
β) Calcium-Mangel im allgemeinen	494
γ) Calcium-Mangel und die Bildung von Calciumoxalat-Kristallen	496
δ) Calcium-Mangel und Zystolithenbildung	497
ε) Strontium	497
k) Die Alkaligruppe	497
α) Natrium	497
β) Kalium	498
γ) Rubidium	499
l) Alkali- und Erdalkalimetalle im Vergleich	499
m) Metallophyten und Schwermetalle	501
α) Kupfer	502
β) Galmeipflanzen und Zink	503
γ) Molybdän	507
δ) Mangan	507

ε) Eisen	508
ζ) Kobalt	509
η) Nickel	509
θ) Palladium	510
Anhang. Metalle und Nichtmetalle in Blättern	510
G. Die Wirkung mechanischer Faktoren	512
1. Schwer- und Zentrifugalkraft	512
2. Biegung, Zug und Druck	516
3. Berührung und Erschütterung	518