

12 k-23 870 3

ANATOMIE DES BLATTES

II. BLATTANATOMIE DER ANGIOSPERMEN

A. Entwicklungsgeschichtliche und topographische Anatomie
des Angiospermenblattes

Von

Dr. KLAUS NAPP-ZINN

Professor an der Universität Köln

Mit 280 Abbildungen und 68 Tabellen im Text

1. Lieferung

Mit 220 Abbildungen und 46 Tabellen im Text

**Universitätsbibliothek
der Technischen Universität
33 Braunschweig**

Ra

1973

GEBRÜDER BORNTRAEGER · BERLIN · STUTTGART

Inhalt der 1. Lieferung

Vorwort	V
Zeichen und Abkürzungen	VIII
Einleitung. Die Anatomie des Angiospermenblattes als Spiegel der Ideengeschichte der Pflanzenanatomie	1
I. Entwicklungsgeschichte des Angiospermenblattes	14
A. Blattanlegung	15
1. Erste Zellteilungen	15
a) <i>Saccharum</i> -Typ	16
b) <i>Avena</i> -Typ	17
c) <i>Sinocalamus</i> -Typ	18
d) <i>Agropyron</i> -Typ	18
e) Weitere Fälle perikliner Aufspaltung der äußersten Zellenlage des Vegetationskegels bei der Blattanlegung	18
f) <i>Helodea</i> -Typ	20
g) <i>Veronica</i> -Typ	22
h) <i>Pereskia</i> -Typ	24
i) <i>Hippuris</i> -Typ	24
k) Blattanlegung bei variabler Struktur des Vegetationskegels	26
l) Weitere Fälle, in denen die Blattanlegung mit periklinen Teilungen in inneren Zellenlagen des Vegetationskegels beginnt	27
m) Schlußbemerkung	27
2. Blattanlegung und Insertionsbreite	28
3. Die Determination der Blattanlegungsstelle. Anatomische Aspekte	29
B. Wachstum	31
1. Längenwachstum	32
a) Spitzenwachstum	32
α) Dauer	32
β) Organisation	33
b) Interkalares Längenwachstum	38
α) Teilungswachstum	38
β) Streckungswachstum	41
γ) Gewebeverschiebung	44
2. Breitenwachstum	46
a) Randwachstum	47
α) Dauer	47
β) Organisation	47
b) Interkalares Breitenwachstum	54
Exkurs: Über den Anteil der Zellenlagen des Vegetationskegels am Aufbau des Blattes	55
3. Entwicklung sekundärer Blattränder	58

4. Dickenwachstum	60
a) Blattachse	61
α) Ventralmeristem	61
β) Dorsalmeristem	64
b) Blattränder	65
α) Abkömmlinge submarginaler Initialen	65
β) Abkömmlinge marginaler Initialen	67
5. Dilatationswachstum	68
6. Die Zahl der Zellen in Blättern	69
C. Differenzierung	71
1. Organdifferenzierung in anatomischer Sicht	71
a) Longitudinale Differenzierung	71
α) Blattgrund/Oberblatt	71
β) Stiel/Spreite	72
b) Laterale Differenzierung	72
α) Anlegung von Stipeln	72
β) Anlegung von Fiedern und anderen Blattsegmenten	73
γ) Anlegung von Zähnen am Blattrand	75
2. Gewebedifferenzierung	76
a) Differenzierungsrichtung. Allgemeines	76
b) Die Epidermis und ihre Sonderbildungen	78
c) Das Schicksal der randnahen Mesophyllschichten	83
d) Weitere Beobachtungen über die Entstehung von Procambium-Strängen in Beziehung zu den Zellschichten des Plattenmeristems	87
e) Die Differenzierungsrichtung der Leitgewebe	90
α) Procambium	90
β) Protofloem	95
γ) Protoxylem	98
δ) Begleitgewebe der Leitbündel	106
f) Differenzierungsbeziehungen zwischen verschiedenen Geweben	106
II. Die Dorsiventralitätsverhältnisse des Angiospermenblattes	113
A. Bifazialität	114
1. Allgemeines	114
2. Äquifazialität	114
3. Inverse Dorsiventralität	117
4. Sonderfälle	120
5. Röhrenförmige Blattabschnitte	120
B. Unifazialität	126
1. Normale Unifazialität	126
2. Inverse Unifazialität	133
Nachtrag	134
III. Die Gewebe des Angiospermenblattes	136
A. Die Epidermis und ihre Sonderbildungen	136
1. Die Epidermis im engeren Sinne	139
a) Rein epidermale Blattabschnitte	140

b) Gestalt und Größe der Epidermiszellen	141
α) Form, Allgemeines	141
β) Die Widerspiegelung der Nervatur in der Form der Epidermiszellen	152
γ) Orientierung der Epidermiszellen in Flächenansicht	154
δ) Größe	156
c) Zellwand und Cuticula	162
α) Verdickung von Zellwänden, Allgemeines	162
β) Kollenchymatische Epidermiszellen	164
γ) Sklerenchymatische Epidermiszellen	167
δ) Tüpfel	168
ε) Verholzung (Lignifikation)	172
ζ) Verkorkung (Suberinisierung)	172
η) Verkieselung (Silizifikation)	173
θ) Verkalkung (Kalzifikation); Zytotylen und Zystolithen	178
ι) Calciumoxalat-Inkrustierung	184
κ) Verschleimung (Gelifikation); Riesenzellen	184
λ) Cutinisierung	189
μ) Cuticula	190
ν) Wachsüberzüge	197
d) Zellinhalt	200
α) Zellkern und endoplasmatisches Reticulum	200
β) Plastiden	201
γ) Ausscheidungsstoffe	202
δ) Farbstoffe des Zellsaftes	208
ε) Gerbstoffe	210
e) Hydropoten	213
f) Mehrschichtige Epidermen	215
g) Die Epidermis als Wassergewebe	221
2. Die Spaltöffnungen (Stomata)	227
a) Luftspalten	227
α) Verbreitung und Anordnung	228
β) Dichte und Anzahl	244
γ) Orientierung	253
δ) Entwicklungsgeschichte und Typologie der Spaltöffnungsapparate	256
ε) Größe der Schließzellen	281
ζ) Einsenkung und Erhebung	285
η) Besonderheiten der Schließzellen	293
θ) Besonderheiten der Neben- und Kranzzellen	298
ι) Verschuß der Atemhöhlen	299
κ) Abnorme Spaltöffnungsapparate und Stomata	300
b) Wasser- und Nektarspalten	307
α) Wasserspalten	307
β) Nektarspalten	313
3. Andere Öffnungen und Unterbrechungen der Epidermis	313
a) Salzdrüsen der Tamaricaceenblätter	313
b) Kalkdrüsen der Plumbaginaceenblätter	314
c) Apikalöffnungen der Blätter von Wasserpflanzen	316
d) Andere stomatogene Perforationen der Epidermis	317
e) Von Mesophyllidioblasten durchwachsene Epidermen	318
f) Echte Interzellularen	318
g) Verschiedenes	319

4. Papillen und Haare	319
a) Papillen	320
b) Haare im engeren Sinne	325
α) Allgemeines	325
β) Deckhaare im weiteren Sinne	328
γ) „Wurzelhaare“ an Blättern	370
δ) Brennhaare	370
ϵ) Drüsenhaare	372
ζ) Trichomhydathoden	391
B. Periphere Strukturelemente, an deren Aufbau Epidermis und Mesophyll beteiligt sind	396
1. Emergenzen	396
a) Nichtdrüsige Emergenzen	397
b) Drüsige Emergenzen	401
2. Krypten	403
3. Domatien	406
4. Extraflorale Nektarien und Epidermhydathoden	412
a) Trichomnektarien	417
α) In Flecken zusammengefaßte Drüsenhaare	417
β) Nektarien, welche <i>einem</i> Drüsenhaar homolog sind	418
b) Nichttrichomatistische Nektarien und Epidermhydathoden	421
5. Korkgewebe	425
C. Das Mesophyll	429
1. Hypoderm	430
2. Chlorenchym und Grundgewebe	441
a) Geschichtetes Chlorenchym	442
α) Zahl der Zellschichten	442
β) Entwicklungsgeschichtliche Aspekte	443
γ) Dicke des Assimilationsgewebes und seiner Komponenten	447
δ) Mesophyll-Quotient	449
ϵ) Gewebe-Quotient	449
ζ) Palisaden-Index	450
η) Zellgröße	451
θ) Systematischer Wert – heterogene Taxa	452
ι) Ökologische Aspekte	465
κ) Normal-dorsiventrales Chlorenchym	467
λ) Äquifaziales Chlorenchym	474
μ) Invers-dorsiventrales Chlorenchym	479
ν) Unterbrechung des Chlorenchyms an den Nerven	480
b) Scheidenförmiges Chlorenchym	484
c) Die Interzellularen	488
α) Volumen und Oberfläche der Interzellularen	488
β) Verbreitung, Form und Anordnung	490
γ) Entwicklungsgeschichtliches	493
δ) Auskleidung der Interzellularen	494
d) Cristae und Nervenfurchen	495
e) Besondere Zellformen	496
α) Armpalisadenzellen	496
β) Horizontal gestreckte Chlorenchymzellen	501
γ) Plattenzellen	502

δ) Palisadenzellen mit Höckern und Gürtelkanälen	504
ε) Isodiametrische Chlorenchymzellen	505
ζ) Keilförmige Chlorenchymzellen	505
η) Sonstige Zelltypen	506
f) Zellinhalt	506
α) Plastiden	506
β) Ausscheidungsstoffe	512
γ) Farbstoffe des Zellsaftes	537
δ) Gerbstoffe	538
g) Modifikationen der Zellwände	543
α) Verkalkung (Kalzifikation); Zystolithen	543
β) Verkieselung (Silizifikation); Stegmata	544
γ) Calciumoxalat-Inkrustierung	546
δ) Verschleimung (Gelifikation)	546
ε) Sonstige	548
3. Septen und Diaphragmen	549
4. Wassergewebe	557
a) Parenchymatische Wassergewebe	560
b) Wassergewebe in Orchideenblättern	563
c) Tracheidale Wasserzellen und -gewebe	566
5. Ausscheidungsgewebe	569
a) Zelluläre Behälter von Ausscheidungsstoffen	570
α) Innere Drüsenhaare	570
β) Milchröhren	570
γ) Andere schlauchartige Behälter von Ausscheidungsstoffen	578
b) Interzelluläre Exkretbehälter	578
α) Terpenbehälter	578
β) Schleimgänge	592
6. Festigungsgewebe	594
a) Kollenchym	594
α) Kollenchym in Blattstielen	597
β) Subepidermales Kollenchym an Nerven der Spreite	598
γ) Hypodermales Kollenchym	600
δ) Marginales Kollenchym	600
ε) Kollenchymatische Leitbündelbeläge	601
ζ) Sonstiges	601
b) Umwandlung von Kollenchym in Sklerenchym	601
c) Sklerenchym	603
α) Allgemeines	603
β) Hypodermales Sklerenchym	605
γ) Subepidermale Sklerenchymstränge	606
δ) Sklerenchymstränge im Mesophyll	610
ε) Steinzellen	614
ζ) Sklereiden	616
7. Die Leitbündel	636
a) Blätter ohne Leitbündel	636
b) Blattspurbündel und Blattlücken	636
c) Zahl und Anordnung der Leitbündel in deutlich gegliederten Blättern	644
α) Blattgrund und Blattstiel	644
β) Mittelrippe	660
γ) Seitennerven niederer Ordnung	664

δ) Rhachis	665
ε) Leitbündel höherer Ordnung	666
d) Zahl und Anordnung der Leitbündel in schwächer gegliederten Blättern	668
e) Dichte der Leitbündel in der Spreite	673
f) Isolierung von Leitbündeln	675
g) Leitbündel verschiedenen Kalibers	676
h) Symmetrieverhältnisse der Leitbündel	680
α) Bikollaterale Leitbündel	680
β) Konzentrische Leitbündel	684
γ) Radiäre Leitbündel	686
δ) Gespaltene Leitbündel	687
i) Die Gefäße	687
α) Leitbündel ohne Gefäße	687
β) Lage der Gefäßprimanen	688
γ) Protoxylem – Metaxylem – sekundäres Xylem	688
δ) Gefäßarten	690
ε) Inhalt der Gefäße, Thyllen	695
ζ) Maße und Menge der Gefäße	695
k) Siebröhren, Geleitzellen und Kambiformzellen	699
α) Leitbündel ohne Siebröhren	699
β) Querschnittsform und laterale Kontinuität des Phloems	700
γ) Protofloem – Metaphloem – sekundäres Phloem	701
δ) Siebröhren	702
ε) Geleitzellen	704
ζ) Kambiformzellen	705
l) Das faszikuläre Cambium	705
α) Dauer und Voraussetzungen seiner Aktivität	705
β) Verbreitung	706
Anhang: Interfaszikuläres Cambium	708
m) Holz- und Bastparenchym; „Markstrahlen“	708
n) Sklerenchymatische Beläge	713
α) Allgemeines	713
β) Verbreitung	717
γ) Blätter ohne Leitbündelbeläge	725
o) Leitbündelendigungen	726
α) Allgemeines. Anzahl. Entwicklungsgeschichtliches	726
β) Strukturelle Typologie	728
γ) Leitbündelenden mit Hadrom und Leptom (Hauptenden)	728
δ) Leitbündelenden ohne Phloem (Nebenenden)	730
ε) Leitbündelenden ohne Xylem	731
ζ) Begleitgewebe der Leitbündelenden	731
8. Leitbündelscheiden	732
a) Gesamtscheiden	733
b) Einzelscheiden. Allgemeines	735
c) Heterogene mehrschichtige Einzelscheiden	736
d) Homogene (ein- oder mehrschichtige) Einzelscheiden	738
α) Sklerenchymscheiden	738
β) Kollenchymscheiden	740
γ) Korkscheiden	741
δ) Endodermen	741
ε) Silikatscheiden	743

ζ) Schleimzellscheiden	743
η) Parenchymcheiden im engeren Sinne	743
θ) Chlorophyllscheiden	746
ι) Stärkescheiden	749
κ) Gerbstoffscheiden	750
λ) Öl- und harzführende Leitbündelscheiden	750
μ) Kristallscheiden	750
e) Fortsätze der Leitbündelscheide	751
α) Allgemeines	751
β) Sklerenchymatische Bündelscheidenfortsätze	753
γ) Kollenchymatische Scheidenfortsätze	756
δ) Parenchymatische Fortsätze	756
ε) Weitere Hinweise	757
9. Transfusionsgewebe	757
10. Epithemhydathoden	758

Inhalt der 2. Lieferung (im Auszug)

IV. Die Struktur der einzelnen Blattabschnitte

- A. Blattspitze
- B. Spreite (Lamina)
 - 1. Einfache Spreiten
 - 2. Zusammengesetzte Spreiten
- C. Oberblattachse
 - 1. Die Mittelrippe einfacher Spreiten
 - 2. Die Achsen zusammengesetzter Spreiten
 - 3. Der Blattstiel (Petiolus)
- D. Ligula
- E. Nebenblätter (Stipeln)
- F. Der Blattgrund
- G. Gelenkzonen (Pulvini)
- H. Trennungszonen (Abszissionszonen)

V. Die Blattfolge im Spiegel der Anatomie

- A. Keimblätter (Kotyledonen)
 - 1. Entwicklungsgeschichtliches
 - 2. Struktur ausgewachsener Keimblätter
 - 3. Anatomische Aspekte der Plcio-, Aniso-, Syn- und Monokotylie
 - 4. Keimblätter mit Haustorialfunktion
 - 5. Die Kotyledonarorgane des Gramineenembryos
- B. Niederblätter (Kataphylle)
 - 1. Niederblätter an der Hauptachse annueller Pflanzen
 - 2. Die Niederblätter der Zwiebeln, Knollen, Rhizome, Wurzeltriebe und unterirdischen Stolonen
 - 3. Vorblätter (Prophyll)
 - 4. Knospenschuppen

- C. Laubblätter
 1. Die Blätter der Plumula
 2. Primärblätter und Folgeblätter (mit Ausblicken auf die Blattfolge im ganzen)
 3. Verschiedenartige Folgeblätter
- D. Hochblätter (Hypsophylle)
 1. Allgemeines. Brakteen, Brakteolen und Blütenvorblätter
 2. Petaloide Hochblätter
 3. Spathae
 4. Die Spelzen der Gramineen
 5. Der Utriculus der Cyperaceen
 6. Außenkelche (Epicalyces)
 7. Die Cupula der Fagales
 8. Involukral-, Involuzell- und Spreublätter
- VI. Altersabhängige Veränderungen der Blattstruktur
 - A. Persistierende Blätter. Allgemeines
 - B. Mehrjähriges Wachstum?
 - C. Histologische Veränderungen
 - D. Seneszenzerscheinungen
- VII. Die Struktur abweichend gestalteter Blätter
 - A. Mit Bifazialität verbundene Sonderformen
 1. Rollblätter
 2. Spreiten mit Löchern und Spalten
 3. Rudimentäre Blätter
 - B. Sonderformen ohne obligate Beziehungen zu Bi- oder Unifazialität
 1. Blattdornen
 2. Blattranken
 3. Resupinierte Blätter
 4. Phyllodien
 5. Rhachisblätter
 6. Enationen – Intumescenzen – Exkreszenzen
 - C. Mit Unifazialität verbundene Sonderformen
 1. Schwertblätter
 2. Schildblätter
 3. Schlauchblätter und Aszidien
 4. Diplophylle Blätter

Ausblick: Über die Eignung anatomischer Beobachtungen im Hinblick auf die Lösung morphologischer Probleme
- VIII. Quellenhinweise zur systematischen Anatomie des Angiospermenblattes
- Literatur
- Autorenregister
- Pflanzen- und Tierregister
- Sachregister
- Berichtigungen und Ergänzungen
- Abbildungsnachweise