

# Pflanzenanatomisches Praktikum I

Zur Einführung in die Anatomie der Samenpflanzen

von

Wolfram Braune

Alfred Leman

Hans Taubert

8., durchgesehene und erweiterte Auflage

Mit 119 Abbildungen

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg Berlin

# Inhalt

## Erster Teil: Technik

<b>1. Das Mikroskop</b> . . . . .	<b>15</b>
1.1. Aufbau und Wirkungsweise . . . . .	15
1.2. Auflösungsvermögen . . . . .	16
1.3. Vergrößerung . . . . .	16
1.4. Optische Korrekturen . . . . .	17
1.5. Objektive . . . . .	17
1.6. Okulare . . . . .	19
1.7. Beleuchtung . . . . .	20
1.8. Optische Kontrastierung . . . . .	21
1.9. Pflege des Mikroskops . . . . .	21
<b>2. Das Mikroskopieren</b> . . . . .	<b>23</b>
2.1. Präparationstechnik . . . . .	23
2.1.1. Allgemeines zur Präparationstechnik . . . . .	23
2.1.2. Technische Hilfsmittel . . . . .	23
2.1.3. Präparateformen und Präparationsmethoden . . . . .	23
2.1.3.1. Nach dem Aufschluß des Gewebes (Schnittpräparate, Quetschpräparate, Mazerationspräparate, Zupf- und Schabepreparate, Aufhellungspräparate). . . . .	23
2.1.3.2. Nach dem Endzustand der Präparate (Frischpräparate, Dauerpräparate). . . . .	24
2.1.3.3. Fixieren . . . . .	25
2.1.3.4. Färben . . . . .	25
2.1.3.5. Beschriften der Dauerpräparate . . . . .	26
2.1.3.6. Aufbewahren der Dauerpräparate . . . . .	27
2.2. Mikroskopisches Beobachten . . . . .	27
2.3. Mikroskopisches Zeichnen . . . . .	30
2.3.1. Bedeutung und Grenzen . . . . .	30
2.3.2. Zeichenmittel . . . . .	30
2.3.3. Darstellungsmöglichkeiten (Skizze, Übersichtszeichnung, Schema, halbschematische Zeichnung, Zeichnung mit einfachen Konturen, Zeichnung mit doppelten Konturen). . . . .	31
2.3.4. Zeichenfehler . . . . .	31
2.4. Mikrofotografie . . . . .	35
2.4.1. Bedeutung und Grenzen . . . . .	35
2.4.2. Technische Ausrüstung . . . . .	36
2.4.3. Aufnahmetechnik . . . . .	36
2.4.4. Auswertung der Aufnahmen . . . . .	37
2.5. Mikroskopische Längenmessung . . . . .	39

**Zweiter Teil: Arbeit am Objekt**

<b>Der Bau der Zelle. . . . .</b>			<b>43</b>
		theor.	prakt.
		Teil	Teil
<b>1. Der Protoplast . . . . .</b>		43.	50
1.1. Zytoplasma . . . . .		43.	50
• Plasmaströmung (Zirkulation) . . . . .			50
• Plasmaströmung (Zirkulation und Rotation) . . . . .			52
1.2. Zellkern . . . . .		44.	55
• Zellkern im Lebendzustand und nach Fixierung und Färbung . . . . .			55
1.3. Plastiden . . . . .		45.	58
1.3.1. Chloroplasten . . . . .		46	
• Granastruktur der Chloroplasten . . . . .			58
• Chloroplastenteilung, Stärkekörner in Chloroplasten . . . . .			59
1.3.2. Chromoplasten . . . . .		46	
• Carotenkristalle, Chromoplasten, Nachweis von Carotenoiden . . . . .			61
1.3.3. Leukoplasten . . . . .		46	
• Leukoplasten . . . . .			63
• Amyloplasten, Stärkekornbildung, Stärkenachweis . . . . .			64
1.4. Mitochondrien . . . . .		46	
<b>2. Nichtprotoplasmatische Bestandteile . . . . .</b>		47.	67
2.1. Vakuole und Zellsaft . . . . .		47.	67
• Vakuole mit gefärbtem Zellsaft, Konzentrierung von Zellsaft durch Plasmolyse . . . . .			67
2.2. Stärke . . . . .		47.	68
• Stärkekörner und Eiweißkristalloide . . . . .			68
2.3. Kristalle . . . . .		48.	68
• Calciumoxalatkristalle, Entwicklung von Kristallen. Histochemischer Nachweis von Calciumoxalat . . . . .			69
2.4. Zellwand . . . . .		48	
<b>Von der Zelle zum Organ. . . . .</b>			<b>75</b>
<b>1. Bildungsgewebe. . . . .</b>			<b>75</b>
<b>2. Dauergewebe. . . . .</b>			<b>76</b>
2.1. Grundgewebe (Parenchym) . . . . .		76.	
2.2. Ausscheidungsgewebe . . . . .		78.	
2.3. Abschlußgewebesystem . . . . .		80.	
2.4. Festigungsgewebe . . . . .		81.	
2.5. Leitgewebesystem . . . . .		82.	

	theor. Teil	prakt. Teil
<b>Der Bau der Organe</b> .....	87.	90
<b>1. Die Sproßachse</b> .....	87.	90
1.1. Die Anatomie der primären Sproßachse .....	87.	90
1.1.1. Herkunft und Differenzierung der primären Gewebe der Sproßachse .....	87.	
• Morphologie des Sproßscheitels (Vegetationskegel) .....		90
• Elemente der primären Sproßachse .....		91
1.1.1.1. Parenchyme .....		91
• Assimilationsparenchym der Rinde .....		91
• Nichtspezialisiertes Markparenchym .....		93
• Durchlüftungsparenchym (Aerenchym) in Sproßachsen der Sumpf- und Wasserpflanzen .....		95
1.1.1.2. Festigungsgewebe .....		97
• Ecken- oder Kantenkollenchym .....		97
• Plattenkollenchym .....		98
• Lückenkollenchym .....		100
• Sklerenchymfaserstränge im Querschnitt .....		101
• Längsansicht unverletzter Sklerenchymfasern .....		103
• Skiereiden in Sproßachsen .....		104
1.1.1.3. Innere Scheiden .....		106
• Stärkescheide im Querschnitt der Sproßachse .....		106
1.1.1.4. Leitgewebesystem .....		107
• Elemente des Phloems im Quer- und Längsschnitt .....		107
• Elemente des Xylems im Quer- und Längsschnitt .....		111
• Das geschlossene, kollaterale Leitbündel im Querschnitt .....		115
• Das offene, kollaterale Leitbündel im Querschnitt .....		117
• Das bikollaterale Leitbündel im Querschnitt .....		119
• Das konzentrische (perixylematische) Leitbündel im Querschnitt .....		121
• Querschnitt durch das reduzierte Leitbündel einer Wasserpflanze .....		122
1.1.2. Anordnung der Gewebe in der primären Sproßachse .....	88	
Der Aufbau primärer Sproßachsen in der Gesamtschau .....		124
• Die Lagebeziehungen der Gewebe primärer Sproßachsen im Querschnitt .....		124
1.1.3. Primäres Dickenwachstum .....	89	
1.2. Das sekundäre Dickenwachstum und die Anatomie der sekundären Sproßachsen .....	131.	140
1.2.1. Sekundäres Dickenwachstum der Dikotylen und Coniferen .....	131	
1.2.1.1. Dynamik der kambialen Form des sekundären Dickenwachstums .....		140
• Lage und Form der Kambiumzellen im Sproßachsenquerschnitt .....		140
• Übergang vom primären Bau der Sproßachse zum Sekundärzustand .....		141
1.2.1.2. Wichtige Gewebe der sekundären Sproßachse .....		146
1.2.1.2.1. Das Kambium .....	131.	146
1.2.1.2.2. Das sekundäre Xylem (»Holz«) .....	134.	146

	theor. Teil	prakt. Teil
• Querschnitt, radialer und tangentialer Längsschnitt durch das sekundäre Xylem der Coniferen . . . . .	. . . . .	146
• Querschnitt, radialer und tangentialer Längsschnitt durch das sekundäre Xylem der Angiospermen . . . . .	. . . . .	153
• Thyllenbildung in den weiten Tracheen bei angiospermen Bäumen (Tylosis). . . . .	. . . . .	158
1.2.1.2.3. Das sekundäre Phloem („Bast«). . . . .	136. . . . .	160
• Querschnitt durch das sekundäre Phloem der Coniferen . . . . .	. . . . .	160
• Querschnitt durch das sekundäre Phloem der Angiospermen . . . . .	. . . . .	161
1.2.1.2.4. Durch sekundäres Dickenwachstum verursachte Veränderungen in der Rinde. . . . .	. . . . . 138	. . . . .
Dilatation . . . . .	. . . . . 138	. . . . .
Peridermbildung (sekundäres Abschlußgewebesystem) . . . . .	. . . . . 138	. . . . . 162
• Bildung von Oberflächenperidermen. Phellogen in subepidermalen Zellschichten . . . . .	. . . . .	162
• Querschnitt durch Lenticellen (Korkwarzen). . . . .	. . . . .	166
• Lage und Gewbeanordnung junger Tiefenperiderme . . . . .	. . . . .	167
Borkebildung . . . . .	. . . . . 138	. . . . .
• Lage und anatomischer Bau der Borke im Querschnitt der Sproßachse. . . . .	. . . . .	168
1.2.1.3. Die parenchymale Form des sekundären Dickenwachstums. . . . .	. . . . .	169
• Sproßachsenverdickungen und scheitelferne Zell Vermehrung im Rinden- und Markparenchym . . . . .	. . . . .	169
1.2.2. Sekundäres Dickenwachstum der Monokotylen . . . . .	. . . . . 139	. . . . .
<b>2. Das Blatt . . . . .</b>	<b>. . . . . 171.</b>	<b>. . . . . 176</b>
2.1. Angiospermenblatt . . . . .	. . . . . 171.	. . . . . 176
2.1.1. Anatomischer Bau der Laubblattspreite. . . . .	. . . . . 171	. . . . .
Elemente der Laubblattspreite. . . . .	. . . . .	176
2.1.1.1. Epidermis und ihre Derivate. . . . .	. . . . . 171.	. . . . . 176
• Ausdifferenzierte Epidermis des Blattes einer dikotylen Pflanze. Aufsicht . . . . .	. . . . .	176
• Kurzzellenepidermis des Poaceenblattes . . . . .	. . . . .	177
• Xeromorphe Epidermis mit Kutikula und kutinisierten Schichten im Querschnitt . . . . .	. . . . .	179
• Verschiedenartige Trichome . . . . .	. . . . .	180
• Epidermale Drüsenhaare (Köpfchenhaare); Exkretproduktion . . . . .	. . . . .	183
• Brennhaare . . . . .	. . . . .	184
• Emergenzen (Drüsenzotten). . . . .	. . . . .	186
• Spaltöffnungsapparat (modifizierter Amaryllistyp) . . . . .	. . . . .	187
• Spaltöffnungsapparat (Gramineentyp) . . . . .	. . . . .	189
• Xeromorpher Spaltöffnungsapparat (Amaryllistyp). . . . .	. . . . .	190
2.1.1.2. Die Blattparenchyme (Mesophyll). . . . .	. . . . . 173.	. . . . . 193
• Palisadenparenchym . . . . .	. . . . .	193
• Entwicklung des Schwammparenchyms und ausdifferenziertes Schwammparenchym in der Aufsicht . . . . .	. . . . .	194
• Lysigene Exkretbehälter . . . . .	. . . . .	195
• Ungegliederte, verzweigte Milchröhren . . . . .	. . . . .	197

	theor. Teil	prakt. Teil
2.1.1.3. Leitbündel . . . . .	173.	199
• Leitbündel im dorsiventralen Laubblatt, Bündelende und Bündelscheide . . . . .		199
• Leitbündel im Blatt der Gräser (Poaceae), Anastomosen und Bündelscheide . . . . .		200
2.1.1.4. Festigungsgewebe . . . . .	174.	
2.1.2. Morphogenese und Histogenese des Laubblattes . . . . .	174.	
2.1.3. Blattyten (aus anatomischer Sicht). . . . .	174.	
Aufbau des Angiospermenblattes in der Gesamtschau . . . . .		202
2.1.3.1. Gruppierung nach Herkunft und Anordnung der Gewebe . . . . .	174.	
• Anatomie des mesomorphen, dors ventral-bifazialen Laubblattes . . . . .		202
• Anatomie des unifazialen Flachblattes einer monokotylen Pflanze . . . . .		205
• Anatomie eines Poaceenblattes (Blasenzellen in der Epidermis, Parenchym- und Mestomscheide). . . . .		207
2.1.3.2. Gruppierung nach ökologisch bedingter Ausbildung der Gewebe . . . . .	175.	
• Anatomie des hygromorphen, dorsiventral-bifazialen Laubblattes . . . . .		210
2.1.4. Blattfall . . . . .		
• Trennungszone (Abscissionsgewebe) für den Blattabwurf . . . . .		211
2.2. Coniferenblatt . . . . .	175.	213
• Anatomie der Coniferennadel (Beispiel für den xeromorphen Baueines Blattes). . . . .		213
• Schizogener Harzgang im Querschnitt . . . . .		217
<b>3. Die Wurzel . . . . .</b>	<b>222.</b>	<b>225</b>
3.1. Der primäre Bau der Wurzel . . . . .	222.	225
3.1.1. Elemente der primären Wurzel . . . . .		225
• Äußere Gewebe des jüngsten Abschnittes der primären Wurzel (Kalyptra, Rhizodermis mit Wurzelhaaren). . . . .		225
• Mehrschichtige Exodermis im Wurzelquerschnitt . . . . .		228
• Primäre und sekundäre Endodermis im Wurzel- querschnitt . . . . .		231
• Tertiäre Endodermis im Wurzel- querschnitt . . . . .		232
• Die radiale Anordnung der Leitbündel in der primären Wurzel (Querschnitt). . . . .		233
3.1.2. Der Aufbau primärer Wurzeln in der Gesamtschau . . . . .		234
• Übersicht über die primäre Wurzel monokotyler Pflanzen im Querschnitt . . . . .		234
• Übersicht über die primäre Wurzel dikotyler Pflanzen im Querschnitt . . . . .		235
• Entstehung von Seitenwurzeln bei dikotylen Pflanzen . . . . .		238
3.2. Das sekundäre Dickenwachstum und der sekundäre Bau der Wurzel . . . . .	224.	238
3.2.1. Der Zuwachs im Zentralzylinder. . . . .	224.	

	theor. Teil	prakt. Teil
• Das sekundäre Dickenwachstum der Wurzel - Ausbildung und beginnende Tätigkeit des Kambiums. . . . .	239	
• Das sekundäre Dickenwachstum der Wurzel - Anatomie der älteren sekundären Wurzel im Querschnitt . . . . .		241
3.2.2. Die Veränderungen in der Rinde. . . . .	224.	
<b>4. Fortpflanzung</b> . . . . .	244.	
4.1. Fortpflanzung der Coniferophytina (Gabel- und Nadel- blättrige Gymnospermen, Nacktsamer). . . . .	245.	251
• Die männliche Blüte. Entwicklung der Mikrosporen zu bestäubungsreifen Pollen. . . . .		251
• Die weibliche Blüte; Bau der jungen Samenanlage und ihre Entwicklung zum Samen. . . . .		254
4.2. Fortpflanzung der Magnoliophytina (Angiospermen, Be- decktsamer). . . . .	266.	271
• Der Bau der Staubblätter . . . . .		271
• Der Pollen. Entwicklung des Mikrogametophyten . . . . .		272
• Fruchtblätter und Samenanlagen. Frühe Embryonalentwicklung . . . . .		278
• Tetrasporer Embryosack . . . . .		282
• Entwicklung des Samens . . . . .		285
• Die Karyopse . . . . .		289
<b>5. Mitose und Meiose bei Cormophyten</b>		
5.1. Die Mitose. . . . .	293.	
• Mitose . . . . .		295
5.2. Die Meiose. . . . .	299.	
• Meiose . . . . .		303
<b>Methodenregister.</b> . . . . .		309
<b>Literatur.</b> . . . . .		349
<b>Sachverzeichnis.</b> . . . . .		352
<b>Register der wissenschaftlichen Pflanzennamen</b> . . . . .		364
<b>Register der deutschen Pflanzennamen</b> . . . . .		367