

MOLISCH / HÖFLER

Anatomie der Pflanze

Sechste Auflage



JENA

VEB GUSTAV FISCHER VERLAG

Anatomie der Pflanze

Von

Hans Molisch

Sechste, neubearbeitete Auflage

von

Karl Höfler

o. Professor und Direktor
des Pflanzenphysiologischen Institutes der Universität Wien

Mit 171 Abbildungen im Text



JENA 503861
VEB GUSTAV FISCHER VERLAG
1954

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

Copyright 1954 by VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

Lizenz-Nummer: 261 215/2/54

Buchdruckerei F. Mitzlaff, Rudolstadt V/14/7 (624)

Vorwort zur ersten Auflage.

Meine Hörer haben mich zu wiederholten Malen ersucht, eine kleine „Anatomie der Pflanze“ zu schreiben, die in knapper Form die Elemente dieser Wissenschaft enthält und ihnen als Grundlage und Einführung für weitere Studien dienen soll. Ich komme diesem Wunsche nunmehr mit diesem Büchlein nach und hoffe, damit vielleicht auch Wünschen außerhalb des Kreises meiner Schüler entgegenzukommen, da ein kurzgefaßter, für sich erscheinender und von anderen Zweigen der Botanik getrennter Leitfaden der Anatomie der Pflanze auf dem derzeitigen Büchermarkte nur wenige Mitbewerber hat und eben deshalb nicht unerwünscht sein dürfte.

Bei dem dem Buche zugemessenen Raum konnte selbstverständlich die einschlägige Literatur nicht angegeben werden, doch wurden am Schlusse jene Werke, die den Anfänger tiefer in den Gegenstand einzuführen und ihn mit der speziellen Literatur bekannt zu machen geeignet sind, erwähnt. Der zum leichteren Verständnis beigegebene Bilderschmuck besteht aus 126 Figuren. Ein großer Teil davon wurde von meinem Demonstrator, Herrn JOSEF KISSER, mit großer Sorgfalt ausgeführt, der übrige Teil wurde teils verschiedenen eigenen, teils fremden Schriften entnommen.

Herrn KISSER sage ich für seine Bemühungen herzlichsten Dank, desgleichen meinem Herrn Verleger, der trotz beispielloser, durch den Weltkrieg geschaffener trauriger Verhältnisse keine Mühe und Kosten gescheut hat, meinem kurzen Leitfaden eine vorzügliche Ausstattung zu verschaffen.

Wien, im Februar 1920.

Hans Molisch.

Vorwort zur vierten Auflage.

Bei der Herstellung der 4. Auflage dieses Buches war ich vor allem bestrebt, getreu dem Grundsatz „In der Kürze liegt die Würze“ das Manuskript nicht unnötig anschwellen zu lassen und den Text klar und scharf zu fassen. Er wurde sorgfältig durchgesehen und an mehreren Stellen verbessert oder ergänzt. So bei der Besprechung der Ultramikroorganismen, der Viskosität, Vitalfärbung, der Plasmolyse, der Chromosomen, der Eiweißkristalle, der Bedeutung des Lignins und der protoplasmatischen Pflanzenanatomie.

Die Zahl der Abbildungen wurde um fünf vermehrt.

So hoffe ich, daß das kleine Werk sich auch im Ausland einer besonderen Wertschätzung erfreuen wird wie bisher. — Zu großem Danke bin ich verpflichtet den Herren Prof. Dr. K. HÖFLER, Assistenten Dr. E. ROUSCHAL, die mit mir die Druckkorrektur besorgten, und meinem Herrn Verleger, Dr. GUSTAV FISCHER, der auch der Neuauflage eine musterhafte Ausstattung angedeihen ließ und meinen Wünschen stets das größte Entgegenkommen zeigte.

Wien, im Februar 1936.

Hans Molisch.

Vorwort zur fünften Auflage.

Bei der Neubearbeitung war ich bemüht, Text und Aufbau der MOLISCHSchen Anatomie der Pflanze, dieses Denkmals seiner vielbewunderten Darstellungskunst, nach Möglichkeit zu erhalten. Größere Änderungen sind nur in den Kapiteln vorgenommen worden, die in unseren Jahrzehnten in stärkster wissenschaftlicher Entwicklung begriffen sind; so in den Abschnitten vom Protoplasma, Zellkern, vom Holz usw. Wo sachliche Erweiterungen sonst nötig waren, wurde durch Textkürzungen oder Kleindruck so viel Raum gewonnen, daß der Umfang des Buches der gleiche blieb.

Für die Herstellung einiger neuer Abbildungen danke ich meinem Assistenten Herrn Doz. Dr. H. SCHINDLER. Dem Herrn Verleger bin ich für sein Entgegenkommen, die Neuauflage trotz der Zeitschwierigkeiten erscheinen zu lassen und in bewährter Güte auszustatten, zu aufrichtigem Dank verbunden.

Möge das Buch unserer jungen Biologengeneration ein lieber Führer sein.

Wien, im März 1945.

Karl Höfler.

Vorwort zur sechsten Auflage.

Das wissenschaftliche Interesse an der Pflanzenanatomie, die unter den botanischen Disziplinen eine Zeitlang zurückgetreten war, hat neuerdings wieder lebhaft zugenommen. Wir besitzen einige ausgezeichnete Darstellungen im Rahmen neuerer Lehrbücher der allgemeinen Botanik und zumal im Auslande sind auch mehrere ganz der Anatomie gewidmete einführende Werke erschienen.

MOLISCHS Richtung ist wohl dadurch gekennzeichnet, daß in gleicher Weise einerseits Zellen- und Gewebelehre, andererseits die morphologische und die chemische Untersuchung Pflege und Berücksichtigung finden. Was MOLISCHS Mikrochemie der Pflanze für die Vertiefung der Anatomie bedeutet hat, ist allgemein bekannt. Es schien an der Zeit, auch in dieses Büchlein etwas mehr von den Elementen der Pflanzenchemie aufzunehmen.

Auch sonst wurden diesmal bei der Neubearbeitung zahlreiche Ergänzungen notwendig. Der Umfang der Neuauflage hat sich um 20 Seiten erweitert. 19 neue Abbildungen, von Herrn Doz. Dr. H. SCHINDLERS Hand gezeichnet, sind hinzugekommen. Ihm und Frau Dr. M. LUHAN sei für ihre Mitarbeit aufs herzlichste gedankt, desgleichen Herrn Dr. H. KINZEL für die Hilfe bei der Druckkorrektur. Dem VEB GUSTAV FISCHER-Verlag für alles Entgegenkommen und für die ausgezeichnete Ausstattung des Buches zu danken, ist mir eine angenehme Pflicht.

Wien, im Juni 1953.

Karl Höfler.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Die Zelle	1
1. Einleitung	1
Glieder der Zelle S. 4 — Form S. 4 — Größe S. 5 — Kleinste Zellen und Virus S. 6 — Coeloblasten S. 6	
2. Das Protoplasma	7
Morphologisches S. 7 — Aggregatzustand, Viskosität S. 8 — Chemie und Struktur S. 9 — Plasmaströmung S. 10 — Permeabilität und Plasmolyse S. 13 — Plasmahautschichten S. 15	
3. Der Zellkern	16
Form S. 17 — Größe S. 17 — Zahl S. 17 — Bau S. 17 — Entstehung S. 18 — Mitose S. 18 — Meiose S. 21 — Chromosomen S. 21 — Chemismus S. 23 — Funktion des Ruhekerns S. 24	
4. Die Plastiden (Chromatophoren)	25
Chloroplasten S. 26 — Chromoplasten S. 27 — Leukoplasten S. 28 — Chondriosomen S. 29 — Elaioplasten und Ölkörper S. 30	
Die Stärkekörner	31
5. Leblose Zelleinschlüsse	34
Proteinkörner	34
Die Kristalle	36
Eiweißkristalle S. 36 — Viruskörper S. 37 — Kalkoxalat S. 37	
Fette, ätherische Öle und Harze	39
6. Der Zellsaft	40
Säuren S. 40 — Kohlehydrate S. 41 — Inulin S. 41 — Anthokyan S. 41 — Anthochlor S. 43 — Gerbstoffe S. 43 — Phlobaphene S. 43 — Inklusen S. 44 — Glykoside S. 44	
7. Die Zellwand	44
Verdickungen S. 45 — Struktur S. 50 — Feinbau S. 51 — Plasmodesmen S. 52 — Wachstum S. 52	
Chemie	54
Makromolekularer Bau S. 54 — Verholzung, Verkorkung, Verschleimung S. 56 — Anorganische Verbindungen S. 59	
8. Die Entstehung von Zellen	60
Zellteilung S. 61 — Sprossung S. 61 — Freie Zellbildung S. 61 — Vielzellbildung S. 62 — Kopulation S. 63 — Vollzellbildung S. 64	
II. Die Gewebe	64
Meristeme S. 65 — Dauergewebe S. 67 — Entwicklungsanatomie S. 68	
1. Das Hautgewebe	68
Epidermis S. 68 — Haare S. 70 — Emergenzen S. 76 — Spaltöffnungen S. 77 — Wasserspalten S. 80 — Nektarien S. 81 — Periderm S. 82 — Lentizellen S. 84 — Intumeszenzen S. 86	

— VIII —

	Seite
2. Das Grundgewebe	87
Verteilung S. 87 — Bau S. 87 — Sekret- und Exkretbehälter S. 88 — Luftinterzellularen S. 93	
3. Das Stranggewebe	95
Einteilung S. 96 — Bau S. 98 — Hadrom und Leptom S. 102	
4. Das mechanische Gewebesystem	103
Spezifisch mechanische Zellen S. 103 — Elastizität und Festig- keit S. 105 — Bauprinzip S. 106 — Die physiologischen Gewebe- systeme S. 111	
III. Die Organe	111
Morphologie S. 111 — Homologe und analoge Organe S. 112 — Reduzierte Organe S. 113 — Symmetrie S. 114	
1. Der Thallus	115
Algen S. 115 — Pilze S. 118 — Flechten S. 121 — Lebermoose S. 123	
2. Die Wurzel	124
Rhizoiden S. 124 — Echte Wurzel S. 125	
3. Das Blatt	134
Moose S. 134 — Farne S. 135 — Nadelhölzer S. 136 — Angio- spermen (Dikotyle und Monokotyle) S. 137	
4. Der Stamm	145
Moose S. 145 — Farne S. 146 — Monokotyle Stamm S. 146 — Dikotyle Stamm S. 149 — Sekundäres Dickenwachstum S. 150	
Holz	151
Kern und Splint S. 151 — Zellelemente des sekundären Holzes S. 151 — Markstrahlen S. 152 — Jahresring S. 153 — Jahres- ringchronologie S. 154 — Thyllen S. 155 — Nadelholz und Laub- holz S. 156	
Rinde	159
Abnormaler Stammbau	163
IV. Ziele der Anatomie	165
Systematische Anatomie	165
Angewandte Anatomie	166
Aschenbild S. 168	
Paläohistologie	169
Protoplasmatische Pflanzenanatomie	173
Literatur	174
Sachregister	177

Leitwort: Das Leben der Pflanze kann nur verstanden werden aus ihrem Bau. Struktur und Leistung stehen regelmäßig im Einklang sowohl bei dem mikroskopischen Einzeller als auch bei dem turmhohen Mammutbaum.

I. Die Zelle.

I. Einleitung.

Um das Jahr 1667 betrachtete der englische vielseitige Naturforscher ROBERT HOOKE¹⁾ mit Hilfe eines Mikroskopes einen dünnen Schnitt vom Flaschenkork und war überrascht zu sehen, daß er nicht gleichmäßig gebaut ist wie etwa reines Wasser oder reines Glas, sondern ähnlich einer Bienenwabe (Fig. 1). Er unterschied Hohlräume und trennende Wände, er sah den Kork aufgebaut aus kleinen Kämmerlein und nannte sie Zellen. Diesen Namen führen sie heute noch. —

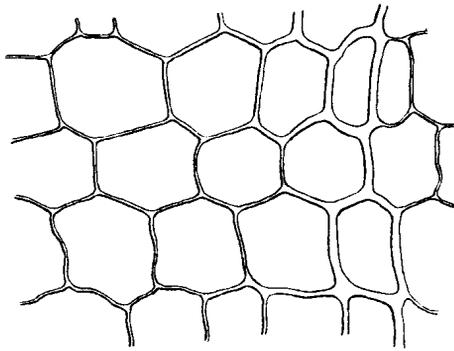


Fig. 1. Flaschenkork. Querschnitt. Vergr. 285. Original.

Einige Jahre später veröffentlichten die beiden Begründer der Pflanzenanatomie MALPIGHI²⁾ und GREW³⁾ fast gleichzeitig ihre mikroskopischen Beobachtungen über den Bau der Pflanze, aber erst MOHL⁴⁾ und SCHLEIDEN⁵⁾ war es vorbehalten, zu zeigen,

¹⁾ HOOKE, R., *Mikrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses*. London. Royal Soc. 1667.

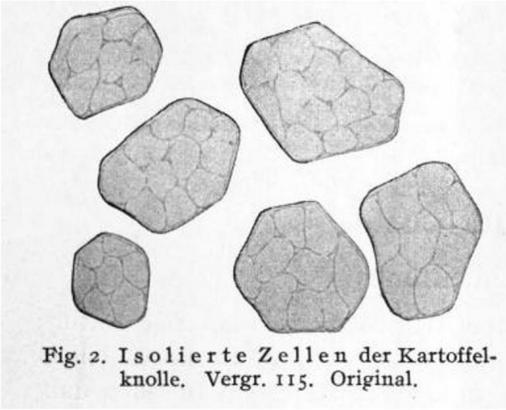
²⁾ MALPIGHI, M., *Anatome plantarum*. London 1675 und 1679. Bearbeitet von MÖBIUS, *Die Anatomie der Pflanzen*. I. und II. Teil. In: *Ostwalds Klassiker d. exakt. Wissenschaften*. Nr. 120. Leipzig 1901.

³⁾ GREW, N., *The anatomy of plants*. 1682.

⁴⁾ MOHL, H. VON, 1831—1845, vgl.: *Vermischte Schriften*, 1845.

⁵⁾ SCHLEIDEN, M. J., *Beiträge zur Phytogenesis*. Müllers Archiv 1838. S. 137—176.

daß alle Pflanzen, wofern sie nicht aus einer einzigen Zelle bestehen, sich ganz und gar aus Zellen zusammensetzen. Die Zelle ist das Grundorgan, ist der Baustein der Pflanze.



Es ist nicht schwer, sich von dem zelligen Bau der Pflanze zu überzeugen, denn es gelingt leicht, die Organe der Pflanze, Wurzel, Blatt, Stamm und andere in die Zellen zu zerlegen. Eine lebende Kartoffelknolle stellt ein ungemein festes Gebilde dar, allein, wenn man sie gekocht hat, läßt sie sich mit den Fingern leicht zerdrücken, und wenn man ein Stückchen

davon in einem Proberöhrchen mit Wasser schüttelt, so zerfällt es in die einzelnen, schon dem freien Auge als weiße Pünktchen erkennbaren Zellen (Fig. 2). Auch ein Stück Holz oder Rinde kann leicht in Zellen zerlegt werden, nur bedarf es hierzu schon

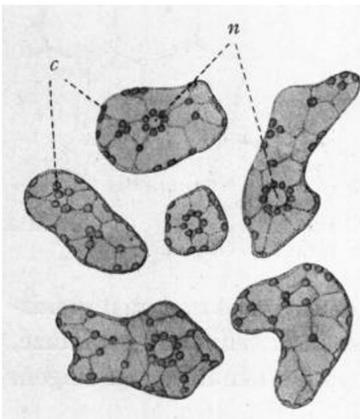


Fig. 3. Isolierte Zellen aus dem Fruchtfleisch der Ligusterbeere (*Ligustrum vulgare*). *n* Zellkern, *c* Chlorophyllkörner. Vergr. 180. Original.

kräftigerer Mittel. Dünne Schnitte von Fichten- oder Eichenholz, mit SCHULTZESCHER Mischung (chloresäures Kali und Salpetersäure) gekocht, zerfallen leicht in die Zellen, und das Gleiche läßt sich auch mit starker, heißer Kalilauge bei Rinden erreichen. Man macht von der Trennung der Holzzellen auch im großen bei der Darstellung der als Papierstoff verwendeten Holzzellulose Gebrauch. Sie wird aus grob zerkleinertem Holz, besonders aus Fichtenholz, mit Natronlauge oder mit einer Lösung von saurem, schwefligsaurem Kalzium unter hohem Druck gewonnen. Was in den angeführten Beispielen künstlich geschieht, vollzieht sich in der Natur mitunter von selbst. Man spricht dann von natürlicher Mazeration. Der herbstliche Laubfall beruht darauf, daß die Zellen der am Grunde des Blattstiels be-

findlichen Trennungsschicht aus dem Verbande gehen. Dasselbe gilt vom Abfallen der Blüten und ihrer Teile, vom Fruchtfall, Aufspringen der Früchte, der Abtrennung der Zweige u. a. Die Zellen des Fruchtfleisches der Banane, Liguster- und Schneebere sind, solange die Beere noch unreif ist, fest miteinander verwachsen, später, wenn sie reif sind, liegen die Zellen lose nebeneinander, das Fruchtfleisch wird teigig und mehlig, und die Zellen trennen sich beim leichten Druck voneinander (Fig. 3). So ist es auch bei den Mispel- und Rosenfrüchten, nachdem sie im Herbste einige Fröste erlitten haben.

Von dem zelligen Bau der Pflanze kann man sich auch überzeugen, indem man den umgekehrten Weg einschlägt und nicht die fertige Pflanze in die Zellen zerlegt, sondern die Entwicklung der werdenden Pflanze verfolgt und zusieht, wie aus der Eizelle oder der Spore sich durch fortgesetzte Zellteilung die Pflanze aufbaut. Die Myriaden von Zellen eines Baumes leiten sich alle in letzter Linie von der befruchteten Eizelle ab.

Vereinigen sich Zellen zu einem einheitlichen Ganzen, so entsteht ein Gewebe. Wir wollen vorläufig drei Gewebe unterscheiden: Haut-, Strang- und Grundgewebe. Wir nennen Hautgewebe das Gewebe, das die Oberfläche der Pflanze bildet, Stranggewebe die zu Bündeln vereinigten Massen, und Grundgewebe den zwischen diesen beiden genannten Geweben als Füllmasse gelagerten Teil.

Das Hautgewebe läßt sich oft leicht in Streifen als farblose Haut abziehen, z. B. vom Blatte der Hyazinthe, oder als braune Schale bei der gekochten Kartoffel. Ein Linden- oder Eichenblatt zeigt uns, im durchfallenden Lichte betrachtet, ein wunderbar verzweigtes Geäder, die sogenannte Nervatur des Blattes: es besteht aus Stranggewebe. Das weiche, grüne Gewebe des Blattes, das saftige Fleisch der Früchte und das weiche Gewebe der Zuckerrübe setzen sich aus Grundgewebe zusammen.

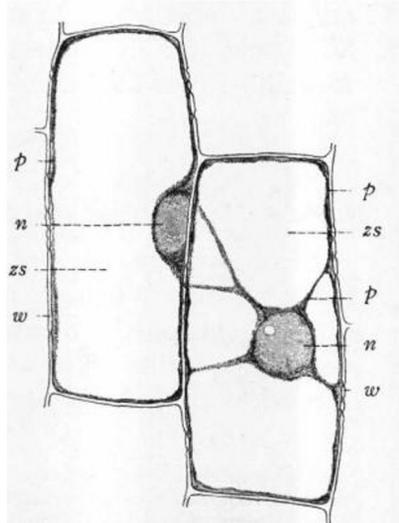


Fig. 4. Zwei Zellen aus der Oberhaut der Zwiebelschuppe von *Allium cepa*. *w* Wand, *p* Protoplasma, *n* Zellkern, *zs* Zellsaft. Vergr. 150. Original.

Glieder der Zelle. Das, was Hooke im Flaschenkork mit bewaffnetem Auge gesehen, waren in Wirklichkeit keine lebenden Zellen, sondern Zellenleichen, denn gewöhnlich stellen die Zellen keine leeren, sondern mit Saft erfüllte Kammern dar. Eine lebende Pflanzenzelle besteht 1. stets aus dem Protoplasma und zumeist 2. aus einer Zellwand, 3. dem Zellkern und 4. dem Zellsaft (Fig. 4).

Die Zellmembran oder Zellwand bildet die starre Oberfläche der Zelle. Sie ist im Gegensatz zur tierischen Zelle in der Regel vorhanden, kann aber ausnahmsweise auch fehlen. Die Schwärmsporen der Algen, die Myxamöben der Schleimpilze, die männlichen Geschlechtszellen der Algen, Moose und Farne und die Eizellen höherer Pflanzen sind nackte Zellen (Fig. 5).

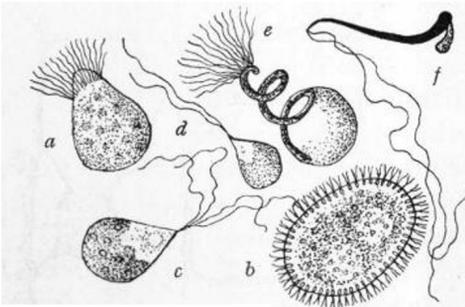


Fig. 5. Nackte Zellen. *a* Schwärmspore von *Oedogonium*, *b* von *Vaucheria sessilis*, *c* von *Ulothrix zonata*, *d* Geschlechtszellen derselben Alge, *e* Spermatozoid eines Farns (*Dryopteris*), *f* von *Marchantia polymorpha*. Original.

Das Protoplasma, auch kurzweg Plasma genannt, fehlt keiner lebenden Zelle; es ist der eigentliche lebendige Leib der Zelle, der als schleimige Masse die junge Zelle fast ganz erfüllt, später sich häufig in Form eines Schlauches der inneren Oberfläche auf das Innigste anlegt.

Der Zellkern ist als meist kugliger, gleichfalls lebender Körper dem Plasma eingebettet und kommt in den meisten Zellen vor.

Der Zellsaft fehlt in ganz jungen Zellen. Während der weiteren Entwicklung der Zelle treten im Plasma Saftbläschen oder Vakuolen auf, die zu größeren oder schließlich zu einem einzigen großen Safttraum zusammenfließen können, der vom Plasmaschlauch umschlossen wird. Die Hülle der Vakuole heißt Vakuolenhülle oder Tonoplast; dieser trennt den Zellsaft vom Plasma.

Außerdem kommen in vielen Zellen verschiedene Einschlüsse vor, von denen später noch die Rede sein wird.

Die Form der Zelle zeigt eine kaleidoskopartige Mannigfaltigkeit. Runde, vieleckige, platten-, stern- und faserförmige Zellen mit allen möglichen Übergängen finden sich vor, entsprechend den Worten Goethes: „Alle Gestalten sind ähnlich und keine gleicht der anderen.“

Nach der Form lassen sich im ausgebildeten Zustande zwei Hauptarten von Zellen unterscheiden: P a r e n c h y m z e l l e n, das heißt dünnwandige, nach allen drei Richtungen des Raumes mehr oder weniger gleich ausgebildete Zellen, und P r o s e n c h y m z e l l e n, das heißt faserförmige, die dick- oder dünnwandig sein können. Zellen mit allseits stark verdickter Zellwandung heißen S k l e r e n c h y m z e l l e n.

Es ist häufig gar nicht leicht, die Form der Zellen zu beurteilen. Man macht daher z. B. bei der Untersuchung des zylindrischen Stammes drei anatomische Hauptschnitte: den Querschnitt senkrecht zur Längsachse, und zwei Längsschnitte, den Radialschnitt, der durch den Mittelpunkt, und den Tangentialschnitt, der parallel zur Tangente des Stammquerschnittes geht.

Zellgröße. Die Zellen sind gewöhnlich so klein, daß man sie erst mit dem Mikroskope wahrnimmt. Doch gibt es auch hier große Unterschiede. Zu den kleinsten bisher bekannt gewordenen Zellen gehören die Bakterien, jene kleinsten Lebewesen, die, obwohl oft an der Grenze mikroskopischer Wahrnehmung stehend, in der freien Natur, in der Medizin, Hygiene und nicht zuletzt im Haushalt eine so große Rolle spielen. Viele Bakterien sind nur $1-2 \mu^1$) groß. Der kleinste bekannte Micrococcus mißt etwa $0,15 \mu$. Der Durchmesser der meisten Parenchymzellen schwankt zwischen $10-100 \mu$ und mehr. Manche einzellige Algen erreichen eine Größe von $\frac{1}{2}-1$ mm, z. B. die schöne, in torfigen Gewässern lebende Zieralge *Micrasterias*. Die Parenchymzellen im Stengel von *Impatiens*arten werden so groß, daß man sie auf dünnen Querscheiben des Stengels schon mit freiem Auge wahrnehmen kann. Um auch von sehr großen Zellen zu sprechen, sei erwähnt, daß ein Baumwollhaar $1-5$ cm, die Flachsfaser $0,2-4$ cm, die Hanffaser $0,1-5$ cm lang wird, während ihr Querschnitt mikroskopisch klein bleibt. Zu den längsten Zellen gehören die Milchröhren der Wolfsmilcharten (*Euphorbia*), die bei den baumartigen Vertretern dieser Gattung mehrere Meter erreichen.

Es ist bemerkenswert, daß die Pflanzen sich in der Größe voneinander gewaltig unterscheiden, ihre Zellen sich aber innerhalb ziemlich enger Grenzen halten und für gewöhnlich mikroskopisch klein sind. Ein Mammut- (*Sequoia*) oder Eucalyptus-Baum, der eine Höhe von 100 m und mehr erreicht, besteht aus annähernd ebenso großen Zellen wie ein Schneeglöckchen oder Veilchen.

¹⁾ $\mu = 0,001$ Millimeter und heißt Mikron oder Mi.

Warum macht die Natur im allgemeinen kleine Zellen? Weil dadurch die relative Oberfläche eine sehr große wird, die Stoffwechselforgänge, die Arbeitsteilung, die Festigung der Pflanze in hohem Grade gefördert und die Zellen gegen Vertrocknen und Erfrieren besser geschützt werden.

Die Frage, ob es noch kleinere Zellen oder Lebewesen gibt als die bis jetzt bekannten, ist oft erörtert worden. Man dachte früher, daß solche ultramikroskopische Lebewesen als Erreger der sogenannten Viruskrankheiten der Pflanzen und Tiere eine Rolle spielen. Zu diesen gehören u. a. die Mosaikkrankheit des Tabaks, die „Abbaukrankheit“ der Kartoffel, die Maul- und Klauenseuche und die Papageienkrankheit. Virusarten, welche Bakterien zum Absterben bringen, heißen Bakteriophagen. Im Preßsaft viruskranker Pflanzen ist ein „Gift“ vorhanden, das noch durch feinste Filter, die auch die kleinsten Bakterien zurückhalten, hindurchzufiltrieren vermag, sich unbegrenzt im Plasma der Wirtspflanze vermehren kann und von Pflanze zu Pflanze übertragen wird. Man hat die Teilchengröße des Tabakmosaikvirus durch Anwendung verschiedener Ultrafilter bekannter Porenweite bestimmt; sie beträgt 30—35 $m\mu$ oder $\frac{1}{30} \mu$. Die Teilchengröße anderer Viren liegt zwischen 0,01 μ und den Maßen der kleinsten Bakterien. Das Virus kann kein bakterieller Organismus sein. Es verträgt u. a., ohne seine Infektionskraft zu verlieren, Erhitzung auf 90° C und Behandlung mit Quecksilberchloridlösungen, die jede Zelle töten. Wir wissen heute, daß die Vira Eiweißstoffe von gewaltiger Molekülgröße sind (bis 20—40 Millionen Mol-Gewicht). Es ist gelungen, sie zur Kristallisation zu bringen, und sie konnten im Elektronenmikroskop sogar sichtbar gemacht werden.

Coeloblasten. Sehr bemerkenswert erscheint die Tatsache, daß es unter den Algen und Algenpilzen verhältnismäßig große Pflanzen gibt, die anscheinend keinen zelligen Bau besitzen. Die Alge *Caulerpa* stellt ein fußlanges, mit wurzel-, stengel- und blattartigen Organen ausgestattetes Gewächs dar (Fig. 113), das zwar von Plasma mit vielen Kernen erfüllt ist, das aber keine Kammerung in Zellen erkennen läßt. Auch die anderen zu den Siphoneen gehörigen Algen (*Bryopsis*, *Vaucheria*) und die sogenannten Algenpilze oder *Phycomyceten* (z. B. *Mucor*, der Köpfchenschimmel) bestehen aus einem solchen langen, zwar vielfach verzweigten, jedoch ungekammerten Sack. Es handelt sich in allen diesen Fällen um große Zellen, die einen zusammenhängenden Protoplasmakörper besitzen, worin nicht ein Zellkern liegt, sondern viele. Man bezeichnet

solche vielkernige Zellen als „C o e l o b l a s t e n“ oder Coenocyten, auch wohl nach SACHS als polyenergide Zellen. — Die Algengattung Cladophora hat unverzweigte oder verzweigte Fäden, die aus einer großen Zahl solcher mehrkerniger „coenocytischer“ Zellen bestehen.

2. Das Protoplasma.

Den lebendigen Leib der Zelle bildet das P r o t o p l a s m a oder P l a s m a. Es ist eines der merkwürdigsten Gebilde, denn all die Erscheinungen, die wir dem Leben zuschreiben, Ernährung, Atmung, Wachstum und Reizbarkeit, all das geht vom Plasma aus und spielt sich in ihm ab.

Das Protoplasma enthält verschiedene lebende plasmatische Einschlüsse, unter anderem den Kern und verschiedene Farbstoffträger. Denken wir uns diese Einschlüsse weg, so erhalten wir das Plasma im engeren Sinne oder das C y t o p l a s m a.

Das Plasma bietet dem Auge nicht viel. Es erscheint im Leben als eine durchsichtige, farblose, zähflüssig-schleimige Substanz, die stärker lichtbrechend als Wasser und augenscheinlich mit Wasser nicht mischbar ist. Die Grundmasse des Cytoplasmas ist gewöhnlich glashell und erscheint selbst, mit dem Ultramikroskop betrachtet, optisch nahezu leer. Eingebettet finden sich meist winzig kleine, Körnchen, Kriställchen oder Tröpfchen, die M i k r o s o m e n, die indes nicht eigentlich zur lebenden Substanz gehören. Oft ist eine dünne, äußere, an die Zellwand grenzende Schicht körnchenfrei (Hyaloplasma), während das innere Plasma von Mikrosomen reichlich durchsetzt ist (Körnerplasma, Polioplasma). Gegen die Vakuole ist das Cytoplasma oft durch eine eigene Schicht abgegrenzt, die, wie erwähnt, als Tonoplast bezeichnet wird und vom Binnenplasma meist noch stärker differenziert ist als die äußere Hautschicht, das „Plasmalemma“.

In erwachsenen Zellen liegt das Plasma gewöhnlich der Zellwand ringsum an und bildet einen mehr oder minder dünnen geschlossenen Schlauch um den Zellsaft (Fig. 4, 7). Zuweilen kann das Plasma aber durch Vakuolen zerklüftet und in zahlreiche Stränge und Segel aufgelöst sein. Fig. 6 gibt davon eine deutliche Vorstellung.

Hie und da findet sich eine Struktur aus großen Waben, z. B. bei der Alge Cladophora. Ein Mosaik von Zellsaftkammern, die von Plasma-wänden umschlossen sind, zeigen die Raphidenzellen (vgl. S. 37) in der Orchideengattung Haemaria (Fig. 8).

Aggregatzustand. Das lebende Protoplasma ist in der Regel flüssig. Freigelegte Plasmotropfen runden sich in Wasser gleich

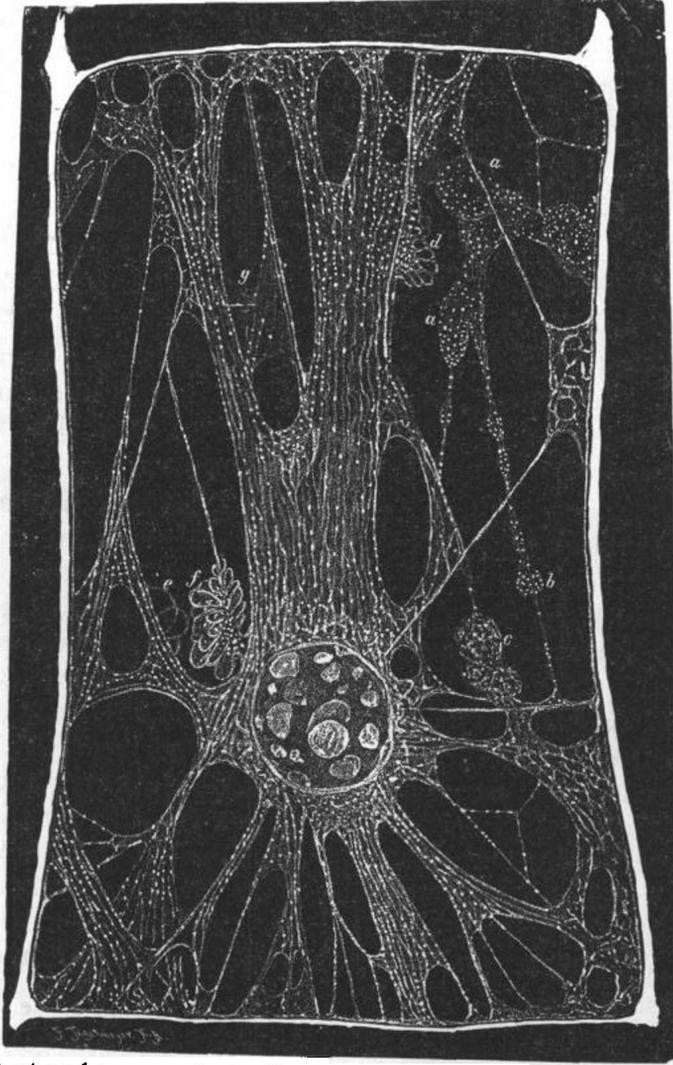


Fig. 6. Cytoplasma einer Haarzelle des Kürbis, *Cucurbita pepo*. Die Membran ist weiß eingetragen; der Plasmaschlauch, der ihr anliegt, ist außerordentlich dünn; von dem Kern gehen nach oben ein mächtiger Cytoplasmastrang, nach unten sehr zahlreiche zartere Stränge zur Membran. Bei *a* und *b* breiige Plasmotropfen, bei *c*, *d*, *e* und *f* wabige Massen und bei *g* und anderwärts segelartige Lamellen.
Nach M. HEIDENHAIN.

Öltropfen kugelig ab. Doch kann die Zähigkeit oder Viskosität des Plasmas in verschiedenen Zellen verschieden groß sein und sie ist in einer Zelle keine konstante Größe, sondern