

§ 9. Zellinhalt (zufälliger).

Vorbereitung. Lege ein Stückchen einer Georginenknolle einige Tage in Alkohol.

Notwendige Gegenstände: Kartoffel (Knolle von *Canna indica*), Weizenkorn, Georginenknolle (frisch und aus Spiritus), fast reife Hagebutte (Frucht), Blumenblatt von *Tradescantia*, Rinde von *Ampelopsis* (od. *Cereus*, Oberhaut), *Iris Pseudacorus*-Knolle, trockene Zwiebschalen (*Begonia*- und *Tradescantia zebrina*-Stengel im Winter).

Objectiv III. — Objectträger und Deckgläser. — Rasiermesser, Tropfröhrchen, Blasrohr, Präpariernadeln, Pincette, Pinsel 2 und 3, Lackmuspapier, Löschpapier, — Wasser, Spiritus, Glycerin, Jodlösung, Safranin, Kalilösung.

1. Schneide eine kleinere Kartoffel durch und nimm aus dem Innern, indem Du das Rasiermesser mit Wasser benetzest, einige recht dünne Schnitte auf den Objectträger, befeuchte sie mässig mit Wasser, lege ein Deckglas auf und untersuche. — Es sind zusammenhängende, meist mit Stärke gefüllte Zellen. Um diese herum schwimmen massenhaft einzelne Stärkekörner, die durch Zerschneiden von Zellen frei geworden sind. Solltest Du dazwischen noch anders geformte Elemente bemerken, so beachte sie einstweilen nicht weiter.
2. Hebe das Deckglas wieder ab, tropfe auf das Präparat mehrere Tropfen Wasser und lasse diese durch Schräghalten des Glases abfließen. Wiederhole dies einigemal (d. h. wasche das Präparat mit Wasser aus). Lege das Deckglas wieder auf und betrachte. — Viele Zellen sehen leer aus und dann ähnlich denen des Hollundermarks. Die meisten vorher frei umherschwimmenden Stärkekörner sind entfernt.
3. Bringe von neuem auf diese Schnitte mehrere Tropfen Wasser. Halte die einzelnen mit einer Präpariernadel und fahre mit einem feinen Pinsel mehrere mal sanft darüber (d. h. reinige mit dem Pinsel). Hebe dieselben mit dem Pinsel auf, drehe sie auf die andere Seite und reinige auch diese. Darauf spüle noch mit Wasser ab, decke zu und betrachte. — Es sind jetzt viel mehr Zellen leer geworden

als vorhin, indem viele, die vorher schon zerstört, aber noch nicht entleert waren, durch dieses Verfahren entleert sind. Suche nun die dünnsten Schnitte aus. — Zeichne eine passende Stelle.

4. Einen der ausgesuchten Schnitte behandle mit Jodlösung unterm Deckglase — beobachte und behandle weiter mit Kalilösung. — Beschreibe!
5. Einen anderen Schnitt behandle zuerst mit Kalilauge unterm Deckglase. Beobachte und hebe dann die Röhre etwas. — Du wirst die Zellen, welche gequollene Stärke enthalten und daher völlig rund und prall geworden sind, hell mit dunklem Rande hervortreten sehen. (Durch Safranin werden diese Zellen dunkler rot gefärbt als die übrigen.)
6. Färbe nun, vom Rande her mit Jodlösung. — Betrachte. — Notiere!
7. Lege ein ganz winziges Stückchen einer gekochten Kartoffel unter. — Betrachte. Färbe mit Jodlösung (vergleiche mit 14 und 16). Beschreibe. — Es sind viele Zellen durch's Kochen vereinzelt. Es ist also dadurch das Bindemittel zwischen ihnen (die Intercellularsubstanz) gelöst.
8. Schneide mit dem benetzten Rasiermesser an irgend einer Stelle der Schale der Kartoffel einen recht dünnen Schnitt ab, hebe ihn auf (10.) und fertige nun aus den darauf folgenden Lagen einige weitere sehr dünne Schnitte. Wasche diese mit Wasser ab, lege das Deckglas auf und untersuche. — Die Zellen enthalten viel weniger Stärke und viel kleinere Körner als die aus dem Innern. Auch sind viele Zellen ganz stärkefrei.
9. Färbe mit Jodlösung. — Betrachte. — Viele der leeren Zellen werden allmählich gelb, heller oder dunkler, in diesen tritt für den sorgfältig Beobachtenden deutlich genug der runde Zellkern etwas dunkler hervor, auch ein Kernkörperchen ist darin recht deutlich erkennbar. Betrachtet man dann solche gelbgewordene Zellen, in denen kleinere Stärkekörnchen vorhanden sind, so wird man auch hierin vielfach bei genauer Beobachtung den Zellkern gelbbraun hervortreten sehen. — Man kann daraus schliessen, dass wir es bei Stärkefüllung mit lebenden Zellen zu thun haben.
10. Untersuche den ersten Tangentialschnitt der Kartoffel, nachdem zunächst die Luft mit Spiritus entfernt worden, dann

- ein Tropfen Wasser zugesetzt. — Benutze Kalilauge. — Die Zellen werden gelb. Es sind Korkzellen (vergl. § 7).
11. Nimm ein Blumenblatt einer *Tradescantia virginica*, die Du vielfach in Gärten angepflanzt findest, ziehe die obere oder untere Haut mit der Pincette davon. — Betrachte. — Du findest die welligen Zellen, aus denen die Haut besteht, mit blauvioletter Saft gleichmässig angefüllt (Farbstofflösung) und in diesem siehst Du deutlich (noch besser mit Jod) in der Nähe der Seitenwand den helleren Zellkern von Protoplasmastrahlen umgeben. — Die Zellen sind lebende. — Zeichne.
 12. Fertige einige dünne Schnitte aus einer fast reifen Frucht der wilden Rose (*Hagebutte*) dicht unter der Schale. — Betrachte. — Du findest verschieden gestaltete gelblichrote Körperchen in den Zellen. Es sind Farbkörperchen. — Zeichne.
 13. Lege ein Weizenkorn zwischen zwei Korkstückchen und fertige unter Befeuchtung mit Glycerin einige Querschnitte davon, ungefähr in der Mitte. Betrachte. — Färbe mit Jod und betrachte wieder. — Jeder Querschnitt zeigt am Rande des Kornes eine ziemlich dicke Hautschicht, darauf nach innen eine Schicht Zellen von quadratischem Querschnitt, welche mit Körnchen gefüllt sind, die durch das Jod gelbbraun gefärbt wurden (*Klebermehl*). Erst innerhalb dieser Schicht findet man polyedrische Zellen mit Stärkekörnern gefüllt. — Zeichne einen Teil! Kali bringt das Klebermehl (*Aleuron*) nicht zum Quellen!
 14. Schneide aus einem Stückchen frischer *Georginenknolle* einige dünne Längsschnitte und betrachte sie. — Du findest überall Zellgewebe aus Zellen mit etwa rechteckigem Durchschnitt, scheinbar leer.
 15. Schneide eine Querscheibe aus der Knolle einer *Georgine*, die ganz oder stückweise einige Tage in Alkohol gelegen hat. Fertige von einem Stückchen dieser Scheibe zwischen *Hollundermark* (§ 8) Längsschnitte der Knolle unter Befeuchtung des Messers mit Glycerin. Benutze auch auf dem Objectträger statt Wasser nur Glycerin. Betrachte. — Es findet sich dasselbe Gewebe wie bei 36, aber Du siehst jetzt in vielen Zellen an den Wänden mehr oder weniger vollständige Kreise und Kreisbildungen, in denen die Radien

- sich vielfach deutlicher abzeichnen. Es sind kristallinische Bildungen von einem besonderen Stoffe der durch Alkohol auskristallisiert ist und Inulin genannt wird. — Zeichne!
16. Hebe vom vorigen Präparate das Deckglas ab, spüle schnell das Glycerin mit etwas Wasser davon und lege dann das gereinigte Deckglas wieder auf. Gieb noch einen Tropfen Wasser an den Rand und betrachte. — Allmählich verschwindet das Inulin — es löst sich in Wasser auf.
 17. Nimm einen neuen Schnitt mit Inulin und gieb heisses Wasser dazu. — Das Inulin löst sich schneller.
 18. Bringe zu einem anderen Schnitte Kalilauge. — Das Inulin löst sich sehr schnell.
 19. Fertige einen recht dünnen Querschnitt durch die Rinde eines älteren (oder allenfalls auch jüngeren) Stammteils von *Ampelopsis quinquefolia*. — Du findest viele Zellen mit Raphidenbündeln. Behandle mit Kali; diese Zellen treten viel deutlicher hervor. — Zeichne schematisch, wie diese Zellen ausgerichtet sind. — Beschreibe. — In einigen Zellen finden sich auch Sterne, auch dies sind Kristalle und zwar Drusen. (Vergleiche mit § 4.)
 20. Nimm einige gute Tangentialschnitte durch dieselbe Rinde. — Behandle mit Kali. — Zeichne.
 21. Färbe mit Safranin (19 und 20), nachdem Du genügend ausgewaschen hast. — Fertige Dauerpräparate.
 22. Koche einige gut gefärbte Schnitte in Kali, wasche einen aus und betrachte. — Er ist viel mehr aufgehellt, die Kristalle sind noch vorhanden. Die Zellen sind in ihrer Verbindung gelockert, einige gelöst. Du siehst jetzt, dass die Raphidenbündel in besonderen grösseren Zellen liegen.
 23. Benutze das Blasrohr, um ihre Gestalt genauer zu betrachten. — Sie sind länglich, walzenförmig an den Enden abgerundet.
 24. Fertige ein Dauerpräparat.
 25. Die übrigen Schnitte (aus 22) lass etwa zwei Tage in der Kalilauge liegen. Betrachte. — Die Raphiden sind verschwunden, statt deren ist in den leicht kenntlichen Raphidenzellen eine kräftig rot gefärbte, mehr oder weniger voluminöse Masse. Die Raphidenbündel waren in diese Masse (Schleim) eingebettet.

26. Lege einen Schnitt durch den Wurzelstock von *Iris Pseud-acorus*. — Du siehst einzeln Kristalle oder zu zwei (Zwillinge) von langer prismatischer Gestalt zwischen den Zellen liegen. — Zeichne.
27. Weise nach wie bei *Ampelopsis*, dass diese Kristalle auch in ganz langen, schmalen, der Grösse des Kristalls angepassten Zellen liegen, die von den übrigen Zellen recht verschieden aussehen. (No. 21—25.)
28. Betrachte ein Stück trockener Zwiebelchale, womöglich aus der Nähe des Kuchens genommen, unterm Mikroskop mit Wasser. — Du siehst in allen Zellen prächtige säulenförmige Kristalle, z. T. kreuzweise durchwachsen und im ganzen schön ausgebildet. — Helle mit Kalilauge auf, ziehe ein Häutchen davon ab, koche auch wohl mit Kalilauge, fertige ein Dauerpräparat.

Merke:

1. Um ein Präparat von äusseren Verunreinigungen zu befreien, wäscht man es mit Wasser aus, wenn nötig mit Hilfe des Pinsels.
2. Inulin lässt sich in den Zellen durch Einlegen derselben in Alkohol sichtbar machen und dann wieder durch Wasser oder Kalilauge lösen.
3. Kleber wird durch Jodlösung gelbbraun gefärbt, löst sich in Kalilauge nicht.
4. Will man Gewebe aufhellen, dessen Zellen gefüllt sind, so benutzt man im allgemeinen am besten Kalilauge.

Uebungsaufgaben:

1. Betrachte und untersuche einen Schnitt durch das Fleisch eines unreifen Apfels, durch eine Frucht der Rosskastanie, durch ein Maiskorn, durch die Knolle von *Canna*. — Zeichne, notiere, vergleiche!
2. Stelle einige Schnitte her von der Oberfläche des Weizenkorns und dicht darunter. Betrachte und vergleiche sie untereinander und mit 13. Du siehst 1. Oberhaut, 2. Zellen mit Aleuron und 3. innerhalb, solche mit Stärke.
3. Nimm einige Querschnitte durch die junge unfruchtbare Pflanze von *Equisetum arvense*. (Protoplasma mit Fäden.)
4. Fertige Schnitte aus den Wurzeln von *Cichorium*, oder *Taraxacum*, die einige Zeit in Spiritus gelegen haben. — Inulin!

5. Betrachte und untersuche einen ersten Tangentialschnitt durch *Opuntia* (Kristalldrusen). Untersuche auch den Querschnitt genauer (Kerne, Kork). — Notiere!
6. Betrachte und untersuche ein Stückchen Zwiebelblatt (oder Porree) aus der Suppe. — Die Zellen sind durch Kochen von einander gelöst. — Kristalle.
7. Lege ein Stück frischer Georginenknolle in Wasser und lass es darin faulen. — Die Zellen trennen sich dadurch. Das Inulin wird in kristallinen Klumpen erhalten.
8. Binde etwas Weizenmehl in einen Serviettenzipfel und schwenke diesen in Wasser so lange, bis dasselbe sich nicht mehr trübt. Du findest dann im Tuch eine gummiähnlich elastische Masse — Kleber.
9. Entnimm der reifen Frucht von *Viscum album* eine geringe Menge Fleisch und bringe es mit Wasser unter ein Deckglas, drücke es zugleich etwas breit. Du siehst vereinzelt und zusammenhängende Zellen mit Kernen und Protoplasma (Jod!) und in jeder einen stark glänzenden und scharf schattierten Tropfen. Es ist Fett.

Erklärung:

Ausser dem wesentlichen Inhalte der Zellen, der im vorigen Paragraphen besprochen wurde, findet sich in den lebenden Zellen noch Stärke, Kleber, Inulin, Zucker und Fette, Farbkörper oder gelöste Farbstoffe — in den toten Zellen sind Kristalle (z. T. Raphiden, Drusen) von oxalsaurem Kalk, Luft, Harz, ätherisches Oel und anderes. Die Nachweisung dieser Stoffe ist nicht immer leicht und muss jedenfalls hier im weiteren übergangen werden.

Fragen und Aufgaben:

1. Nenne die verschiedenen Stoffe, welche sich in den Zellen finden, und gieß Beispiele dazu.
2. Wie sieht Klebermehl aus?
3. Wie lässt sich Kleber von Stärke unterscheiden?
4. Wo findet sich in besonderen, deutlich abgegrenzten Zellen Klebermehl?
5. Wo findet man Farbkörper, wo Farblösungen?
6. Wie kann man Pflanzen auf Inulin untersuchen?
7. Was lässt sich aus dem Vorhandensein von Zellkernen und Protoplasma in den stärkehaltigen Kartoffelzellen oder in

den Oberhautzellen des safthaltigen Blumenblattes von *Tradescantia* schliessen?

8. Wie kann man den Kleber frei gewinnen?
9. Wie kann man das Inulin frei bekommen?
10. Wo finden sich lange prismatische Kristalle?
11. Wo findet man dicht gedrängt Kristalldrüsen?
12. Wo findest Du in jeder Zelle einen schönen Kristall?
13. Beschreibe die Untersuchung der Kartoffelschnitte aus diesem Paragraphen.
14. Wiederhole die Untersuchung des Inulins.
15. Gib Pflanzen an, in denen sich Inulin findet und vergleiche die verschiedenen Erscheinungsformen desselben.
16. In welche Klasse gehören *Cichorium*, *Taraxacum* und *Dahlia*?
17. Beschreibe *Iris Pseudacorus*. Wo findest Du sie?
18. Welche Bedeutung haben die Teile der Zwiebel, die man gewöhnlich als Schalen bezeichnet?
19. Gib an, wie man die Zellen kristallfrei und so die Hülle vielfach erst deutlich machen kann.
20. Fertige Dauerpräparate von den wichtigsten und besten Stücken an.
21. Wiederhole alles, was Du bisher über Stärke kennen gelernt hast.
22. Ebenso alles über Kristalle Handelnde.
23. Gib an, was bei Anfertigung von Schnitten zu merken ist.
24. Miss einige grösste und kleinste Zellen mit dem Maßhaare, notiere!
25. Wo hast Du Korkzellen gesehen?
26. Wodurch werden Zellen getrennt, d. h. die Intercellularsubstanz zerstört?
27. Wo kommen sehr deutliche Fett-Tropfen in jeder Zelle vor?
28. Beschreibe *Viscum* (Verästelung).
29. Wo findet sich *Viscum*? (Schmarotzergewächs, Schaden.)
Wie verbreitet sie sich?
30. Beobachte einen Kern aus der Frucht von *Viscum*, den Du auf ein Ästchen eines Apfelbaums geklebt hast. Beschreibe (mit Zeitangabe).

§ 10. Oberhaut.

Vorbereitung: Lege ein Stück eines Blattes der Meerzwiebel (*Scilla maritima*) in Spiritus.

Notwendige Gegenstände: *Tradescantia virginica* (Blatt), Zwiebel (Blatt), *Scilla maritima* (Blatt), Weizen (grüner Stengel), *Opuntia*, *Ilex aquifolium* (Blatt), *Nuphar luteum* (Blatt), *Nicotiana tabacum* (Blüte mit Kelch, siehe auch § 11).

Objectiv III, Objectträger, Deckgläser, Pincette, Rasiermesser, Tropfröhrchen, Hollundermark. — Wasser, Jodlösung, Safranin.

Versuche:

1. Ziehe mit der Pincette ein Stück Haut von der unteren Seite des Blattes von *Tradescantia virginica* ab und betrachte es. Du siehst ein Gewebe länglicher prismatischer Zellen, in welchem an bestimmten Stellen, in unregelmässige Längsreihen geordnet, kleine nierenförmige Zellen paarweise mit der hohlen Seite gegeneinander stehen, indem sie eine schmale, längliche Oeffnung zwischen sich lassen. Diese Zellen heissen Schliesszellen, und die Oeffnung ist die Spaltöffnung. Während Du in allen übrigen Zellen nur Kerne deutlich erkennst, siehst Du die Schliesszellen ausserdem erfüllt mit Körnchen. In mehrere Längsreihen geordnet, findest Du auch weit schmalere und längere Zellen zwischen den prismatischen, innerhalb dieser aber dann keine Schliesszellen. Diese Reihen lagen über den Blattnerven. — Zähle die im Bilde liegenden Schliesszellenpaare. Notiere und zeichne.
2. Ziehe nun auch ein Stück Haut von der oberen Seite desselben Blattes und untersuche diese. Zähle wieder. Du findest hier ein ähnliches Bild, bemerkst aber etwas weniger Spaltöffnungen wie vorhin.
3. Färbe das Präparat der unteren Haut mit Jod. Du siehst jetzt die Zellkerne gelbbraun und deutlicher hervortreten, um dieselben auch in vielen Zellen zusammengezogenes Protoplasma. In den Schliesszellen siehst Du in der Mitte den gelb gefärbten Zellkern und an den Enden die dunkel

gefärbten kleineren Körnchen. Du erkennst letztere jetzt als Chlorophyllkörner und Stärkekörner.

4. Betrachte die Umgebung eines Schliesszellenpaares genauer. Du siehst an deren Seiten je eine kleine Zelle, nicht länger, aber breiter als die Schliesszellen selbst und mit grossem Kerne. Ueber und unter diesen vier Zellen schliesst sich je eine meist grössere Oberhautzelle an. Diese ganze Zusammenstellung heisst ein Spaltöffnungsapparat. — Zeichne denselben.
5. Ziehe mit der Pincette die äussere Haut von einem Zwiebelblatte ab und betrachte sie. (Färbe!) Du siehst die länglich rhombischen kernhaltigen Zellen, zwischen deren Enden meist Schliesszellenpaare, zu Längsreihen geordnet, liegen. Vergleiche mit der früher gesehenen inneren Schalenhaut, die ohne Schliesszellen war (§ 8,1). Zähle die Schliesszellenpaare im Bilde. Es sind mehr als bei *Tradescantia*. Zeichne.
6. Ziehe die obere und untere Haut vom Blatte der Meerzwiebel (*Scilla maritima*). (§ 4,22.) Betrachte. Du erkennst sehr lange rhombische Zellen, zwischen deren Spitzen vielfach schöne grosse Schliesszellenpaare mit deutlich körnigem Inhalte sich befinden. Vielleicht siehst Du hier und da noch unter den Oberhautzellen die kleinen kugelförmigen, aneinander gereihten, meist grünen Zellen der nächsten Schicht. Färbe mit Jod.
7. Nimm einige recht zarte Querschnitte durch ein Meerzwiebelblatt, welches längere Zeit in Spiritus gelegen. Suche die Ränder nach Schliesszellenpaaren ab. Du siehst sie jetzt im Querschnitte als kleine kreisrunde gefüllte Zellen etwas tiefer stehen als die Oberhautzellen und von deren Spitzen überragt. Die Oberhautzellen bilden eine einfache Lage. Fügt Du Jod hinzu, so treten die Schliesszellen deutlich dunkel hervor, und Du erkennst, dass unter ihnen ein grosser Interzellularraum, die Atemhöhle, sich befindet, welcher mit den übrigen Interzellularräumen in Verbindung steht und in die Spaltöffnung mündet.
8. Schneide mit dem Rasiermesser (das Abziehen gelingt hier schlecht) ein Stückchen Oberhaut vom Stengel des Weizens und betrachte sie. Du siehst die Spaltöffnungen in durchaus regelmässigen Reihen zwischen den prächtig welligen Oberhautzellen angeordnet und bemerkst hier, dass da-

zwischen abwechselnd Längsreihen liegen, in denen keine Spaltöffnungen vorkommen. Andere deutlich unterscheidbare Längsreihen schmalerer Zellen ohne zwischengelagerte Schliesszellen sind auch hier vorhanden und deuten auf einen darunter befindlichen Nerven. — Zeichne.

9. Stelle einen Tangentialschnitt von *Opuntia* her und einen zweiten Schnitt dicht darunter. Im ersten siehst Du die Spaltöffnungen mit den Schliesszellen. Im zweiten sind die grossen Atemhöhlen, quer durchschnitten, als ziemlich kreisrunde, freie Stellen zahlreich vorhanden.
10. Schneide die obere Oberhaut des Blattes von *Ilex aquifolium* dünn herunter. (Abziehen lässt sie sich schlecht.) Suche nach Schliesszellen. — Es sind keine vorhanden.
11. Nimm nun die untere Oberhaut desselben Blattes zum Vergleich. Du findest sehr viele kleine Schliesszellenpaare, ziemlich ungeordnet und auch verschieden gerichtet.
12. Nimm vom Blatte einer Wasserpflanze, etwa *Nuphar luteum*, die obere Epidermis mit dem Rasiermesser dünn ab. Beobachte die ausserordentlich grosse Anzahl kleiner Schliesszellenpaare. Beachte ihre Richtung.
13. Untersuche ebenso die untere Epidermis. Hier findest Du keine Spaltöffnungen.
14. Schneide vom Kelche einer Tabaksblüte (*Nicotiana tabacum*) die Epidermis ab und untersuche. Du findest auch hier Schliesszellen.
15. Ziehe nun die äussere Oberhaut von der Blüte selbst ab und suche nach Schliesszellen. — Auch hier sind solche vorhanden.

Uebungsaufgaben:

Untersuche die Oberhaut der Blätter und anderer Teile von *Zea*, *Iris*, *Lilium* (*Hyazinthus*, *Cordyline*, *Amaryllis*), *Orchis* und andererseits von *Phlox* und vergleiche die Form, Grösse, Anordnung, Richtung und Zahl der Schliesszellen untereinander und mit den früheren. Fertige besonders bei *Iris* auch Querschnitte (auch vom Schafte der *Scilla*). Nimm Querschnitte vom Blatte einer *Begonia Rex* und beachte, dass hier die Oberhaut aus mehreren Lagen besteht.

Erklärung:

Fast sämtliche Pflanzenteile sind mit einer Oberhaut (Epidermis) bekleidet, welche meist aus einer, manchmal

auch aus mehreren Zelllagen besteht. Sie enthält Zellen, die bei verschiedenen Pflanzen von verschiedener Form sind, fast immer nach aussen zu dickere Wände besitzen und meist zwischen sich, etwas tiefer liegend, kleinere, Chlorophyll und Stärke enthaltende, nierenförmige Zellen haben. Diese, die sogenannten Schliesszellen, treten paarweise auf, liegen mit ihren hohlen Seiten gegeneinander und lassen dort eine Oeffnung, welche Spaltöffnung heisst. Immer ist in ihnen auch ein Zellkern vorhanden. Die übrigen Oberhautzellen sind zwar zuweilen luftthaltig, meist indes mit Protoplasma und einem Zellkern versehen. Unter den Schliesszellen findet sich die Atemhöhle, welche in die Spaltöffnung mündet und andererseits mit den Interzellularräumen im Innern der Pflanze in Verbindung steht. Durch die Spaltöffnungen wird die Ausdünstung der Pflanze geregelt, da jene durch veränderte Spannung im Gewebe weit geöffnet oder auch ganz geschlossen werden können. So erklärt sich auch der Name Schliesszellen. So erklärt sich ferner die Tatsache, dass bei denjenigen Wasserpflanzen, deren Blätter mit der Unterseite dem Wasser aufliegen, auf dieser sich keine Spaltöffnungen finden, dagegen viele auf der Oberseite, die der Luft zugekehrt ist — während sonst bei den Luftpflanzen gerade die Unterseite überhaupt nur, oder doch die meisten Spaltöffnungen enthält. Die Anzahl der Spaltöffnungen ist bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden, ebenso ihre Anordnung und Richtung, doch pflegen sie bei den Monocotyledonen ziemlich regelmässig in Längsreihen gleichmässig längsgerichtet zu stehen. Auch bilden sie vielfach mit den umgebenden Zellen eine bestimmte Zusammenstellung, die man den Spaltöffnungsapparat nennt. Bei der Wurzel finden wir keine Spaltöffnungen. Ueber den Oberhautzellen liegt, nur durch Macerationsmittel ablösbar und erkennbar, noch ein in sich gleichmässiges, äusserst dünnes Häutchen, die Cuticula.

Fragen und Aufgaben:

1. Womit sind ursprünglich sämtliche Pflanzenteile bekleidet?
2. Woraus besteht die Oberhaut?
3. Wie viele Schichten sind vorhanden?
4. Welchen Inhalt haben die Oberhautzellen?

5. Was für Zellpaare finden sich meist zwischen den Oberhautzellen?
6. Bei welchem Pflanzenteile fehlen diese Zellpaare?
7. Welche Form haben die Schliesszellen?
8. Liegen diese in derselben Höhe wie die übrigen Zellen der Oberhaut?
9. Warum heissen sie Schliesszellen?
10. Was haben sie zwischen sich?
11. Was liegt unter den Schliesszellen?
12. Womit steht die Atemhöhle in Verbindung?
13. Welches ist der Zweck der Spaltöffnungen?
14. Finden sich auf beiden Seiten eines Blattes immer gleich viel Spaltöffnungen?
15. Auf welcher Seite finden sich meist mehr?
16. Bei welchen Pflanzen zeigt die Blattoberseite mehr Oeffnungen?
17. Sind bei allen Pflanzen auf gleicher Fläche ungefähr gleich viel Spaltöffnungen vorhanden?
18. Sind die Spaltöffnungen regelmässig geordnet?
19. Bei welchen Pflanzen zeigt sich eine gewisse Ordnung?
20. Wo findet man eine ganz regelmässige Anordnung?
21. Sind die Schliesszellen der verschiedenen Pflanzen gleich gross?
22. Was enthalten die Schliesszellen immer?
23. Wodurch unterscheiden sich also die Schliesszellen wesentlich von den eigentlichen Oberhautzellen?
24. Wie kann man die Schliesszellen recht deutlich hervortreten lassen?
25. Welche Form haben die Oberhautzellen?
26. Gib einige Formen von Oberhautzellen nebst den Pflanzen, bei denen sie sich finden, an.
27. Was liegt noch über den Oberhautzellen?
28. Wie nennt man die Oberhaut noch?
29. Sind die Wände der Oberhautzellen alle gleich dick?
30. In welchen Oberhautzellen sieht man sehr deutliche Zellkerne?
31. Bei welcher Pflanze fandest Du in der oberen Epidermis keine Oeffnungen?
32. Bei welcher waren in der unteren keine?
33. Was ist ein Spaltöffnungsapparat?
34. Beschreibe diesen Apparat der Tradescantia genauer.

35. Zeichne einen solchen Apparat schematisch.
36. Zeichne die Oberhaut der verschiedenen betrachteten Pflanzen schematisch.
37. Beschreibe die Untersuchungen dieses Paragraphen im Zusammenhange.
38. Gieb das Resultat der Untersuchungen im Zusammenhange.
39. Wo hast Du früher schon eine Epidermis ohne Spaltöffnungen, mit schönem Protoplasma und grossen Kernen in den Zellen gesehen?
40. Vergleiche das neuerdings Gesehene mit ähnlichem früher Gezeigten.

§ 11. Oberhautanhänge.

Vorbereitung: Lass einige Weizenkörner im Feuchten keimen, etwa zwischen Löschblättern, oder in den Poren eines Schwammes.

Notwendige Gegenstände: *Viola tricolor* (Blüte), Weizen (keimendes Korn mit Wurzelfasern), *Verbascum* (Blüte und Blatt), Kürbis (Knospe und Blatt), *Matthiola annua* (Blatt), *Nicotiana tabacum* (Blüte, siehe § 10), *Lysimachia nemorum* (Blüte), Haselnuss (junger Zweig), Epheu (junges Blatt), *Eleagnus* (Blatt), *Deutzia* (Blüte), Brennnessel (Blatt).

Objectiv III, Objectträger, Deckgläser, Pincette, Rasiermesser, Hollundermark, Tropfröhrchen, Spiritus, Wasser.

Versuche:

1. Ziehe von dem sammetartigen Blumenblatt einer *Viola tricolor* ein Stückchen Oberhaut ab. — Unterm Deckglase siehst Du besonders am Rande des Präparats deutlich, dass die etwa mit violetter Saft gefüllten Zellen sich nach aussen zu spitz pyramidenförmig erheben, man nennt sie kegelförmig. Ihre Form verursacht das sammetartige Aussehen der Oberfläche von Blumenblättern.
2. Nimm ein Wurzelfäserchen des Weizenkorns in einen Tropfen Spiritus (zur Entfernung der Luft), dann in Wasser. Beobachte die vielen kleinen Haare an demselben. Sie sind einzellig und dünnwandig und enthalten Protoplasma.
3. Entnimm der Blüte des Wollkrauts ein Staubgefäss, entferne den Staubbeutel und betrachte den Staubfaden. Du siehst ihn vollständig mit Haaren bewachsen, welche einzellig und an der Spitze keulenförmig erweitert sind. Sie haben keine glatte, sondern eine feinkörnige Oberfläche.
4. Reisse mit der Pincette aus dem Innern einer Kürbisknospe oder -Blüte einige möglichst lange Haare ab und betrachte sie. Du siehst einen Zellfaden aus vielen Zellen mit gelbkörnigem Inhalte und einer dichteren Mitte, in welcher der Zellkern liegt.

NB. In diesen Haaren kann man bei stärkerer Vergrösserung auch Protoplasma sehen.

5. Rasiere einige Haare vom Blatte von *Matthiola annua*. — Sie sind einzellig, geweihartig.
6. Betrachte einige Haare vom Blatte oder Stengel des Wollkrauts. — Sie sind mehrzellig, ästig.
7. Betrachte das im vorigen Paragraphen bereits erwähnte Präparat der äusseren Oberhaut der Tabaksblüte in Bezug auf die an dieser Oberhaut bemerkbaren Haare. Sie sind am Ende keulenförmig und mehrzellig. Das keulenförmig verdickte Ende erscheint nicht leer, sondern inhaltsreich und ganz anders als bei dem Staubfadenhaare von *Verbascum*. Wir haben hier Drüsenhaare vor uns. Aus dem Endköpfchen schwitzt ein klebriger Saft aus.
8. Nimm einige Querschnitte durch den Staubfaden von *Lysimachia nemorum*. — Auch hier sind ringsumher kleine Drüsenhaare zu sehen, wie Pilze gestaltet mit einzelligem Stiele. An einem besonders gelungenen dünnen Schnitte kannst Du vielleicht auch erkennen, dass diese Haare der Oberhaut angehören.
9. Betrachte einen dünnen Querschnitt durch einen jungen Zweig der Haselnuss. — Die vorhandenen Drüsenhaare haben einen Zellkörper als Stiel.
10. Rasiere von einem jungen Epheublatt die Haare. — Sie haben einen kurzen Stiel und darauf einen Stern von vier bis acht Zellen. Man nennt sie Sternhaare.
11. Schabe von einem Blatte (oder dem Stengel) des *Eleagnus* die silberglänzenden oder braunen Fleckchen. — Es sind stiellose Sterne, aus vielen langgestreckten Zellen bestehend, welche radial um den Mittelpunkt in einer Fläche verwachsen sind. Man nennt sie Schuppen.
12. Ziehe die äussere Oberhaut vom Blumenblatte einer *Deutzia* und betrachte das prächtige Bild. — Du siehst die Haut mit vielen fünfstrahligen Sternen übersät. Es sind ebenfalls Schuppen.
13. Rasiere sorgfältig möglichst grosse Haare von den Rippen eines Blattes der Brennnessel, ohne die Spitzen der Haare abzurechen. Betrachte sie. — Du siehst eine ziemlich dicke, vielzellige Basis, welche scheinbar in eine einzellige Spitze ausläuft. In Wirklichkeit sitzt diese eine Zelle, welche deutlich Protoplasmastränge zeigt, mit ihrem flaschenförmig erweiterten, gerundeten Ende mitten zwischen den

anderen. Die Spitze dieser Zelle ist etwas seitwärts ausgebogen und mit einem kleinen Knopfe versehen, sie splittert bei der leisesten Berührung, z. B. mit der Hand, ab. Die scharfe Bruchstelle, welche hierbei entsteht, ritzt die Haut und lässt den Inhalt der Zelle (Ameisensäure) z. T. in die Wunde fließen; dadurch wird das Gefühl des Brennens verursacht, woher diese Haare den Namen Brennhaare führen.

14. Fertige einen Querschnitt durch ein Blatt von *Eleagnus*. — Du siehst, dass die Schuppen zur Oberhaut gehören.

Übungsaufgaben:

Untersuche die Haare vom jungen Platanenblatte, am Blütenblatt von *Verbascum*, die Schuppen am Blatte von *Deutzia*, einen Stengelquerschnitt von *Saxifraga umbrosa*, von *Senecio viscosus*, *Pelargonium* u. s. w. Ferner die Stacheln von *Opuntia* mit Widerhaken, die Haare im Blütenschlund von *Viola tricolor*, auf der Hülse von *Vicia faba*, auf dem Kelche von *Cichorium Intybus* und vor allem auf dem Blatte einer *Drosera*.

Erklärung:

Viele Zellen der Oberhaut wachsen nach aussen hin in besonderer Weise aus, indem sie sich verlängern und dann wohl auch in dieser Richtung teilen oder sonst umbilden. Dadurch entstehen zunächst die kegelförmigen Zellen und die Haare, welche nicht nur einfach — und dann einzellig (kolbig erweitert oder auch knorrig) oder mehrzellig — sondern auch mehr oder weniger stark verästelt sein können.

Tragen sie am Ende ein Knöpfchen, aus einer oder mehreren Zellen gebildet, welches eine klebrige Flüssigkeit absondert, so nennt man sie Drüsenhaare. Eine besondere Form haben noch die Brennhaare. Ferner entstehen durch eigenartiges Auswachsen der Oberhautzellen die Schuppen.

In den Haaren kann man bei entsprechender Vergrößerung vielfach die Protoplasmabewegung beobachten.

Besonders hervorzuheben sind endlich die einzelligen, meist langen Wurzelhaare, welche an den Wurzelfasern fast aller Pflanzen sich finden und eine ganz dünne Zellhaut besitzen. Hierdurch sind die Wurzelhaare geeignet, in Stoffaustausch mit ihrer Umgebung zu treten und somit

die Tätigkeit der Wurzel und das Leben der ganzen Pflanze zu erhalten.

Fragen und Aufgaben:

1. Welche Oberhautgebilde entstehen durch besonderes Wachstum der Oberhautzellen?
2. Welche Arten von Haaren hast Du gesehen?
3. Wie nennt man Haare mit einem besonderen Knöpfchen am Ende?
4. Was scheidet dieses Knöpfchen aus?
5. An welchen Pflanzen hast Du Drüsenhaare gesehen?
6. Wie sehen Brennhaare aus?
7. Wo kommen Brennhaare vor?
8. Woher kommt der Name Brennhaare?
9. Wo hast Du Schuppen gesehen?
10. Wodurch unterscheiden sich Schuppen von Haaren?
11. Welche Haare sind für die Pflanzen ganz besonders wichtig?
12. Wie sehen die Wurzelhaare aus?
13. Was enthalten die Zellen der Haare?
14. Welche Formen hast Du an den Haaren in der Blüte von *Viola tricolor* beobachtet?
15. Wo hast Du sonst noch kolbig erweiterte einzellige Haare gesehen?
16. Wo hast Du kegelförmige Zellen gesehen?
17. Woran kann man meist schon mit bloßem Auge erkennen, ob die Oberhaut aus kegelförmigen Zellen besteht?
18. Skizziere mit dem Stifte die verschiedenen Formen der Haare aus dem Gedächtnisse.
19. Skizziere besonders die Formen der Drüsenhaare und der Brennhaare.
20. Zeichne Schuppen aus dem Gedächtnisse.
21. Zeichne Schuppen im Querschnitte.
22. Beschreibe die Versuche dieses Paragraphen im Zusammenhange aus dem Kopfe.
23. Gib an, was wir in diesem Paragraphen Neues erfahren haben.

§ 12. Zellwandverdickung.

Vorbereitung: Lege Kiefernholz in Glycerin mit Spiritus (siehe § 7).

Notwendige Gegenstände: Gewürznelke; Aestchen von Oleander, Lärche, Taxus; Stück von Opuntia; Kiefernholz (in Spiritus und Glycerin).

Objectiv III, Objectträger, Deckgläser, Rasiermesser, Tropfröhrchen, Präpariernadel, Pincette, Kork — Wasser, Jodlösung, Safranin (Material zur Herstellung von Dauerpräparaten).

Versuche:

1. Schneide aus einer Gewürznelke zwischen Kork einige feine Querschnitte. Es gelingt sehr leicht. Bringe diese in einem Tropfen Wasser auf den Objectträger. Beachte, wie sie schnell bedeutend aufquellen. Färbe nun mit Safranin und beachte besonders die kräftig roten Zellen. Sie liegen zu wenigen zusammen und sind fast ohne Lumen. Ihre Wand ist sehr dick und scheint aus mehreren concentrischen Schichten zu bestehen. (Beachte dabei auch die Inter-cellularräume und fertige auch Tangentialschnitte u. s. w. — Beschreibe und zeichne!)
2. Nimm einige Querschnitte eines 1—2jährigen Aestchens vom Oleander in Wasser mit Jodlösung und betrachte die im inneren Teile der Rinde liegenden kräftig gelb gefärbten grösseren Zellhaufen. Auch diese Zellen haben wenig Lumen, aber eine dicke Zellwand mit vielen concentrischen Schichten. Es sind, wie die Zellen im vorigen Präparate, Bastzellen.
3. Führe einige Querschnitte durch die Rinde eines Aestchens der Lärche und färbe. (Wenn nötig, helle zunächst auf.) — Du findest kräftig gefärbt hervortretende ästige Zellen mit stark verdickten Wänden, an denen auch vielfach die Schichtung zu erkennen ist.
4. Betrachte einen recht dünnen Längsschnitt durch ein Aestchen vom Taxus. — Du siehst, dass die Wände noch besonders durch Spiralfäden verdickt sind, die scheinbare

Kreuzung kommt daher, dass Du Oberseite und Unterseite zugleich siehst.

5. Nimm einen innern Längsschnitt von *Opuntia* an der Stelle, wo eine Ader verläuft und betrachte besonders die Zellen mit prachtvoll ringförmigen Verdickungen. (Durch Faulenlassen eines Stückchens in Wasser kann man sie vereinzeln.)
6. Suche einen recht dünnen radialen Längsschnitt durch Kiefernholz herzustellen und beachte die Zellwände besonders. Du siehst an einzelnen Stellen kleine Tüpfel mit grösseren Ringen darum. Es sind sogenannte gehöfte Tüpfel, die durch eine eigenartige Verdickung der Zellwand entstehen.

Merke: Die (verdickten) Bastzellen nehmen den Farbstoff besonders gut an.

Uebungsaufgaben:

Untersuche Zellen der trockenen Zwiebelchale aus dichtester Nähe des Zwiebelkuchens. Fertige Schnitte durch das Blatt der *Camellie* (ästige Zellen), durch den älteren Stengel von *Tradescantia zebrina* und *Hoya carnosa* (schöne Verdickungen und Porenkanäle), durch einen älteren holzigen Wurzelteil von *Philodendron* (benutze Kali), durch das Holz der Lärche (gehöfte Poren). Nimm den zweiten Tangentialschnitt von *Opuntia* (Wände mit sehr schönen Poren). Färbe überall mit Safranin.

Erklärung:

Die älteren Zellen sind mehr oder weniger verdickt. Diese Verdickungen sind, wenn sie die Zellwand im ganzen betreffen, durch Schichten entstanden, die sich an der Zellwand abgelagert haben. Hierbei bleiben indes einzelne Stellen der Wände dünn (Poren) und zwar immer entsprechende bei benachbarten Zellen. Diese Poren oder Tüpfel dienen der Communication des Inhalts und können auch gehöft sein. Nicht immer ist aber die ganze Wand stark verdickt, und dann erscheinen die Verdickungen als Spiralen, Ringe u. s. w.

Fragen und Aufgaben:

1. Bei welchen Pflanzen haben wir Zellen kennen gelernt, in denen das Lumen durch Verdickung der Wände fast verschwunden ist?
2. Wie erfolgt dann der Verkehr von Zelle zu Zelle?

3. Wie nennen wir die gebliebenen dünnen Stellen?
 4. Welche besondere Art von Poren finden wir bei der Kiefer und Lärche?
 5. Welche Pflanze zeigt spindelförmige Zellen mit spiraligen Leisten?
 6. Worin finden sich ringförmige Verdickungen?
 7. In welchen Pflanzen finden wir ästige Zellen mit verdickten Wänden?
 8. Wie kann man alle diese verdickten Zellen deutlicher aus ihrer Umgebung hervortreten lassen?
 9. Welche Zellen kann man durch Färbung besonders deutlich machen?
 10. Wo hast Du früher schon verdickte Zellen gesehen?
 11. Wo hast Du früher schon schöne Poren in den Zellen gesehen?
 12. Beschreibe die Untersuchungen dieses Paragraphen im Zusammenhange.
 13. Skizziere aus dem Kopfe mit einigen Strichen die gesehenen Zellen und vergleiche dann die Skizzen mit den früher angefertigten vollständigeren Zeichnungen.
 14. Stelle alles das zusammen, was Du bisher von den Zellen überhaupt kennen gelernt hast.
-

§ 13. Gefäße.

Vorbereitung: 1. Stelle ein Stück junges Schilfrohr mit dem gerade über einem Knoten befindlichen Teile in Wasser, es wird langsam faulen. 2. Koche ein Stück Zwiebelblatt weich. 3. Lass ein Stück Rhizom des Adlerfarns in Wasser faulen. 4. Ebenso ein Stück Georginenknolle. 5. Lege ein Stückchen eines vorjährigen Aestchens vom Nussbaum in Spiritus und Glycerin (§ 7). 6. Lege ein (etwa 1 m von der Spitze abgeschnittenes) Stückchen eines Kürbisstengels in Spiritus.

Notwendige Gegenstände: Junger Sambucusstengel, Zwiebelblatt (gekocht), Adlerfarn (Wurzelstock gefault), Georginenknolle (gefault), Nussbaumästchen (vorjährig), Balsamine (Stengelknoten), Schilfstengel (gefault), Kürbisstengel (in Spiritus).

Objectiv III, Objectträger, Deckgläser, Präpariernadel, Blasrohr, Maßhaar, Tropfröhrchen. — Wasser, Safranin, Kali. — Utensilien zur Anfertigung von Dauerpräparaten.

Versuche:

1. Brich einen saftigen jungen Trieb von Sambucus vorsichtig durch. Du siehst zwischen den beiden Bruchstellen feine Fäden sich ziehen. Entferne die Teile etwa 2 cm von einander und lege sie so auf einen Objectträger. Dann lege auf die Fäden ein Deckglas, bringe ein Tröpfchen Wasser an dessen Rand und entferne die Stücke des Triebes. Die Fäden reißen an den Enden ab und liegen nun unter'm Deckglase. — Bei mikroskopischer Betrachtung stellen sie sich als spiralig abgerollte Fäden dar.
2. Drücke ein kleines Stückchen des gekochten Zwiebelblattes mit einem Deckglase auf dem Objectträger etwas breit. Beachte die langen Röhren mit enger spiraliger Streifung. — Es sind Gefäße, die ihrer Streifung wegen Spiralfgefäße heißen. — Färbe und beachte, wie sich gerade die Gefäße besonders stark färben.
3. Suche aus einem anderen Stückchen des Zwiebelblattes diese Gefäße mit der Nadel heraus zu präparieren und fertige ein Dauerpräparat.

4. Zerlege mit den Nadeln etwas von dem Inhalte des gefaulten Wurzelstocks vom Adlerfarn. Du findest weniger lange Röhren mit schöner Streifung, welche leiterartig oder treppenartig erscheint. Es sind Treppengefäße oder Leitergefäße. — Färbe! — Benutze das Blasrohr!
5. Suche aus der gefaulten Knolle der Georgine mit den Nadeln die Fäden heraus und bringe sie unter's Mikroskop. Es sind ebenfalls Gefäße (punktierte bis netzförmige), bei denen Du noch sehen kannst, wie sie aus einzelnen Zellen entstanden sind.
6. Fertige einige Längsschnitte vom Nussbaumholz, am leichtesten durch ein vorjähriges Aestchen (nach Vorbereitung mit Spiritus und Glycerin, § 7). Du findest zwischen den Holzzellen breite punktierte Röhren, in denen querstehende Zellwandränder noch auf die Entstehung hindeuten. Es sind punktierte Gefäße.
7. Führe einige Radialschnitte durch einen Stengelknoten der Balsamine, beachte besonders die zu mehreren zusammenliegenden Röhren. Hier siehst Du Netzgefäße, oder auch z. T. Treppengefäße, bei denen noch vielfach die Umrisse der Zellen erhalten sind und ihre Entstehung erkennen lassen. — Vielfach findest Du sogar noch einen Teil der Zellen mit Zwischenwänden. — Im Notfalle helle mit Kali auf und färbe. Vergleiche ihre Dicke mit der des Maßhaares.
8. Nimm den unteren, etwas angefaulten Teil des in Wasser stehenden Schilfs in Untersuchung. Du findest prächtige Röhren darin mit vielen Ringen in regelmässigen Abständen, in der einen Röhre enger, in der andern weiter stehend. Es sind Ringgefäße. Miss ihre Dicke.
9. Fertige einige Radialschnitte aus einem Stückchen Kürbistengel, das Du etwa 1 m oder mehr von der Spitze entfernt abgeschnitten und in Spiritus aufbewahrt hast. Beachte zunächst die sehr weiten Röhren mit unregelmässig netzförmig durchlöcherter Wand. — Es sind Netzgefäße wie bei der Balsamine. Miss ihre Dicke!
10. Färbe ein solches Kürbispräparat mit Safranin. Beachte nun hauptsächlich die neben den stark gefärbten Netzgefäßen liegenden langen Röhren, die scheinbar noch aus einzelnen langen Zellen bestehen, in welchen an den

Querwänden der Inhalt stark gefärbt und aus einer Zelle in die andere überzugehen scheint. — Es sind Siebröhren, so genannt, weil die scheinbaren Querwände siebförmig durchlöchernte Platten sind, die den Inhalt durchtreten lassen.

Merke: Die Gefäße nehmen den Farbstoff besonders stark an.

Uebungsaufgaben:

Untersuche das Blatt von *Cordyline vivipara*, die gefaulte Knolle von *Canna indica*, den Blattstiel von *Rheum*, die Luftwurzeln von *Philodendron*, ein Stück gefaulter Gurke, den Stamm von *Ampelopsis* (längs), *Scorzonera* (längs), die Wurzel von *Leontodon Taraxacum* (längs).

Erklärung:

Ausser den Zellen finden wir in den meisten Pflanzen (in den höheren nämlich) auch Gefäße, d. h. mehr oder weniger weite Röhren mit verdickten Wänden, die meist von der Art der Wandverdickung ihre Namen erhalten haben und als Spiralgefäße, Ringgefäße, punktierte Gefäße, Treppengefäße, Netzgefäße auftreten. Ausserdem finden wir noch die sogenannten Siebröhren. Diese Gefäße sind, wie vielfach der Augenschein lehrt, dadurch entstanden, dass in einer Längsreihe von Zellen die Querwände verschwunden (resorbiert!) sind. Die Spiral- und Ringgefäße finden sich besonders in jüngeren Pflanzenteilen, die anderen in den älteren.

Fragen und Aufgaben:

1. Was sind Gefäße?
2. Wie sind die Gefäße entstanden?
3. An welchen Pflanzen können wir erkennen, wie die Gefäße entstanden sind?
4. Haben alle Pflanzen Gefäße?
5. Nenne Pflanzen ohne Gefäße!
6. Welche Arten von Gefäßen haben wir kennen gelernt?
7. Wo haben wir Spiralgefäße gesehen?
8. Wo finden sich Ringgefäße?
9. In welchen Teilen der Pflanze finden sich besonders Ring- und Spiralgefäße?
10. In welchen Pflanzen sahen wir Treppengefäße?
11. Woher kommen die Namen der Gefäße?
12. In welchen Pflanzen sahen wir Netzgefäße?

13. Welche Arten von Gefässen kommen in älteren Pflanzenteilen vor?
14. Worin finden sich Siebröhren?
15. Woher haben die Siebröhren ihren Namen?
16. Wo kommen punktierte Gefässe vor?
17. Wie lassen sich die Gefässe im Präparate besonders hervorheben?
18. Gib die Untersuchungen dieses Paragraphen im Zusammenhange an.
19. Führe im Zusammenhange die Arten der Gefässe nebst den Pflanzen, in denen wir sie sahen, an.
20. Skizziere die verschiedenen Gefässarten und vergleiche mit den vorher (bei der Beobachtung) angefertigten Zeichnungen.
21. Vergleiche die in den verschiedenen Pflanzen gesehenen Gefässe in Bezug auf ihre Weite.

§ 14. Gefässbündel.

Vorbereitung: Koche ein Stückchen Blattstiel vom grossen Wegerich (*Plantago major*) weich.

Notwendige Gegenstände: *Plantago major* (Blatt mit Stiel), Mais (Stengel), *Typha latifolia* (Schaft), Kürbis (Stengel in Spiritus, wie in § 13), *Aristolochia Siphon* (einjähriges Aestchen).

Objectiv III. — Hollundermark, Rasiermesser, Präpariernadeln, Tropfröhrchen, Objectträger, Deckgläser. — Wasser, Safranin, Kali, Jodlösung.

Versuche:

1. Schneide ein Blatt vom grossen Wegerich (*Plantago major*) mit dem Stiel ab. Betrachte zunächst den Stiel mit blossen Auge. Du siehst auf der Unterseite viele grosse Rippen, die in die Blattrippen auslaufen. Nun reisse den Stiel etwa mitten durch vom Blatte ab. Du findest dicke Fäden am Blatte hängen und kannst einzelne, die Du über den Rücken des Blattes herziehst, mit ihren im Blatte steckenden Verlängerungen erhalten.
2. Lege ein dickes Stück eines solchen Fadens quer zwischen Hollundermark und fertige einige Längsschnitte des Fadens an. Es wird nicht eben leicht sein, gute, d. h. der Fadenaxe genau parallele Schnitte zu erhalten, doch werden wenigstens immer dünne Stellen an einzelnen Schnitten sein, an denen Du unter'm Mikroskop folgendes unterscheiden kannst: 1. ganz dünne Spiral- und Ringgefässe in der Mitte; 2. lange verdickte Faserzellen, welche jene umgeben.
3. Zerfasere mit den Nadeln recht fein ein Stückchen eines solchen Fadens und betrachte. Du erkennst auch hier die Gefässe und die Faserzellen rings um jene. Färbe mit Safranin. Du siehst, wie die Gefässe sich mehr carminrot, die Faserzellen sich mehr orangerot färben.
4. Fertige zwischen Hollundermark einige feine Querschnitte der Fäden an. Färbe mit Safranin und betrachte! Du siehst an einem gelungenen Exemplare eine länglichrunde Form, welche aus einem innern halbmondförmigen Teile

mit grossen Löchern besteht, um den ringsherum dichtliegende, sehr dickwandige Zellen mit kleinem Lumen sichtbar sind. Der halbmondförmige Teil ist carminrot gefärbt — er enthält die Gefässe, das andere ist hellorangerot — es sind die Faserzellen, ihrer Dicke wegen auch Sklerenchymfasern genannt. Da die Gefässe in einem ganzen Bündel zusammenliegen, so nennt man das Ganze ein Gefässbündel. Die Faserzellen bilden die Scheide desselben.

5. Fertige nun einen dünnen Querschnitt durch den Blattstiel. In einem gelungenen Schnitte findest Du jetzt schon mit blossen Auge so viele solche Gefässbündel, als Du vorhin Rippen zähltest. Du siehst, dass die hohle Seite des Halbmonds nach der hohlen Seite (Innenseite) des Blattstiels liegt. Färbe mit Safranin und beachte auch die z. T. deutlich mit Luft gefüllten Intercellularräume und den Inhalt der Zellen. Bei genauer Betrachtung bemerkst Du auch, dass sich die hellroten Faserzellen vielfach tief zwischen die Gefässreihen schieben, welche letztere in jedem Bündel radial von innen nach aussen angeordnet sind.
6. Nimm einen neuen Querschnitt durch den Stiel, behandle ihn mit Kali und dann, nach hinreichendem Auswaschen, mit Jodlösung. Betrachte ein Gefässbündel. Du findest jetzt rings um dasselbe, dicht anliegend einen einreihigen Zellring hellblau gefärbt. Es mag auch wohl sein, dass der Kreis nach innen zu nicht ganz schliesst. Die Färbung deutet auf Stärke, die Du vorher leicht übersehen konntest, weil die Zellen nur mässige Mengen enthalten. Diesen Zellring nennt man Stärkescheide. Vergleiche nun einen frischen Querschnitt.
- 6a. Koche ein kleines Stückchen vom Blattstiel weich und zerfasere es dann mit den Nadeln recht fein. Du kannst die Parenchymzellen und die Sklerenchymzellen sehr schön trennen und z. T. vereinzelt sehen. Auch die Gefässe lassen sich ebenso leicht trennen. Du erkennst sie jetzt deutlicher, besonders wenn Du färbst.
7. Fertige möglichst zarte Querschnitte durch den Stengel von Zea Mais. Färbe mit Jod. Betrachte. Du findest im Parenchym zerstreut eine Menge dunkler gefärbter, gerundeter Partien mit mehreren grossen Löchern. Es sind Gefässbündel, die hier zerstreut liegen. Betrachte ein

ziemlich nach der Mitte des Stengels hin befindliches. Orientiere Dich über die Richtung nach der Mitte des Stengels und nach dem Rande. Nach diesen beiden Richtungen findest Du hauptsächlich braun gefärbte Zellen mit etwas verdickten Wänden (Sklerenchymzellen). Ganz dunkelbraune Wände haben die grossen runden Löcher. Es sind dies Gefässe, und sie werden von den Sklerenchymzellen gleich einer Scheide umgeben, die nach aussen zu stärker ist und auch auf beiden Seiten der Gefässe noch vorhanden, wenn auch dort recht dünn. Nach aussen hin zwischen den beiden grossen Gefässen und dem Sklerenchym sieht die Fläche fast einem Damenbrett ähnlich. Dort liegt der sogenannte Siebteil des Gefässbündels. Derjenige Teil des Gefässbündels, welcher die Gefässe und zwischen ihnen noch kleinere Parenchymzellen enthält und welcher nach dem Innern der Pflanze hin liegt, heisst der Gefässteil. Die Parenchymzellen im Gefässteile heissen Gefässparenchym. In dem Siebteile sind die hellen Felder grösser, die dunklen kleiner. Erstere sind die durchschnittenen Siebröhren, die dunklen heissen Geleitzellen. Nach innen zu, gerade in der Mittellinie findet man schon bei ziemlich oberflächlicher Betrachtung, anstossend an die kleineren Gefässe einen grossen Interzellularraum im Gefässparenchym und sieht wohl fast stets noch einen oder auch einige Ringe eines zerstörten Ringgefässes hineinragen. Da das Gefässbündel kein ganz junges Bildungsgewebe enthält, so vergrössert es sich nicht mehr und heisst deshalb ein geschlossenes, und da sein Siebteil nur an einer Seite an den Gefässteil anstösst, so heisst es ein collaterales.

8. Vergleiche ein Bündel aus der Mitte mit solchen, die näher und näher am Rande liegen. — Beachte, letztere sind mehr und mehr unvollständig gebaut. — Zeichne!
9. Fertige Längsschnitte recht fein und wo möglich einen, der radial mitten durch ein Bündel gelegt ist. Betrachte sie und suche in ihnen die vorhin gesehenen Elemente auch in Längsansicht auf. Du wirst vereinzelt Ringe, schmale und breite Zellen, leere und gefüllte finden. Es wird zunächst nicht leicht, Schnitte herzustellen, die genügend fein sind, um eingehende Erkenntnis zu erlangen. Immerhin wirst Du auf dem einen Schnitte das eine, auf dem anderen

anderes genauer sehen und jedenfalls im allgemeinen bemerken, dass, während das Gesamtgewebe (Grundgewebe) aus sehr regelmässig übereinander gelagerten würfelförmigen Zellen mit meist mehreren schönen Kernen besteht, in der Nähe der Gefässe die Zellen länger werden. Du wirst bemerken können, dass die beiden grösseren Gefässe punktierte und z. T. Netzgefässe sind, die mittleren kleineren aber Ringgefässe. Nur auf ausnahmsweise gut gelungenen Schnitten wirst Du mit unserem Apparate noch die Zellen der Scheide als verhältnismässig lange, schmale, etwas verdickte und zum Teil zugespitzte mit kleinen Poren erkennen können.

10. Nimm einige Querschnitte und Längsschnitte durch den Schaft eines Rohrkolbens (*Typha angustifolia*). Vergleiche die Bündel mit den zuletzt gesehenen. Beachte dabei besonders die sehr schönen Siebröhren mit z. T. grossen Siebplatten.
11. Fertige durch ein Stück Kürbisstengel, welches etwa 1 m oder mehr von der Spitze entfernt ist und in Spiritus aufbewahrt wurde, einige recht saubere Querschnitte. Betrachte zunächst mit blossem Auge den quer durchschnittenen Stengel. Du siehst, dass er innen hohl ist und zwischen fünf erhabenen Leisten ebenso viele Furchen nach innen und aussen zeigt. In jeder Leiste erblickst Du ein ziemlich deutlich an grossen Löchern erkennbares Gefässbündel, im ganzen also deren zehn zu je fünf in zwei Ringe geordnet. Der innere Ring enthält die grösseren, der äussere die kleineren Bündel.
12. Betrachte nun ein grosses Bündel unter dem Mikroskop, nachdem Du Dich orientiert hast, was innen und was aussen ist. Du findest zunächst zwei ausserordentlich grosse Ringe, zwischen denen nach innen hin und an Grösse abnehmend viele kleinere z. T. in Reihen geordnet liegen. Es sind dies Gefässe, die grösseren, wie Du auf einem Längsschnitte sehen kannst (§ 13,9), Netzgefässe, die kleineren Spiralgefässe. Zwischen ihnen liegt Gefässparenchym. An der Aussenseite der beiden grossen Gefässe ziehen sich, beide berührend, sehr deutlich mehrere Reihen dünnwandiger und in radialer Anordnung befindlicher Zellen entlang, an deren seitliche Fortsetzungen sich noch

mehrfach geteilte Zellen des Grundgewebes finden. Diese Zellen sind jung, protoplasmagefüllt, teilungsfähig und heissen Bildungsgewebe oder Cambium. Ausserhalb desselben findet sich nun der halbmondförmig nach den Gefässen zu gekrümmte Siebteil des Bündels. Die Siebplatten der ausserordentlich weiten Siebröhren sind so deutlich wie nirgend wieder, dazwischen liegen die engen Geleitzellen. Aber auch auf der Innenseite des Gefässteils siehst Du einen sehr deutlichen Siebteil liegen, dessen Krümmung ebenfalls nach den Gefässen zu, also jetzt nach aussen gerichtet ist. Solche Gefässbündel heissen wegen des quer durchgehenden Cambiums, welches sie dem Wachstum offen hält, „offene“ und weil sie nach aussen wie nach innen einen Siebteil haben, „bicollateral“. Eine Scheide aus verdickten Zellen suchst Du hier vergeblich um das einzelne Bündel. Vielmehr gehen die äusseren Zellpartien allmählich ins Grundgewebe über, ja das letztere schiebt sich an den Seiten des Bündels ziemlich tief zwischen den inneren Siebteil und die grossen Gefässe hinein.

13. Lege einige gute Längsschnitte teils radial, teils tangential durch ein Stückchen Kürbisstengel zwischen Hollundermark, suche die entsprechenden Teile auf und stelle auch hier ihr Aussehen und ihre Reihenfolge fest.
14. Fertige einige recht feine Querschnitte durch ein einjähriges Aestchen von *Aristolochia Siphon*. Du siehst bei der Betrachtung unterm Mikroskop grössere und kleinere, meist punktierte Gefässe im Gefässparenchym liegen. Daran schliesst sich nach aussen prächtiges, dünnwandiges Cambium sehr deutlich an, welches seinerseits wieder aussen vom Siebteil begrenzt wird. Ganz besonders schön und deutlich geteilt sind hier diejenigen Grundgewebszellen, welche eine seitliche Fortsetzung des Cambiums bilden und deren radiale Reihen bis zum nächsten Cambium gehen und gewissermassen ein eigenes Cambium zwischen den Bündeln bilden (daher *Interfascicularcambium* genannt). Auch das Cambium ist radial angeordnet, und man kann diese Anordnung sowohl in den Siebteil, als auch in den Gefässteil des Bündels hinein verfolgen, wodurch deren Entstehung aus dem Cambium augenscheinlich wird. Diese Gefässbündel nennen wir offene, collaterale. Falls das Bild

durch grossen Stärkegehalt nicht frei genug erscheint, so bringe zunächst die Stärke durch Kali zum Quellen und wasche das letztere dann wieder heraus. Viel deutlicher wird noch der Schnitt, wenn Du nun mit Safranin färbst. Die Gefässe werden ganz braunrot, das Cambium hellrot, die Siebteile bleiben ziemlich hell und das innere Gefässparenchym z. T. auch, doch treten hier einige ganz enge Erstlingsgefässe deutlich hervor.

Uebungsaufgaben:

Untersuche Quer- und Längsschnitte durch den Stengel von Asparagus, Phragmites, Bryonia, durch den Wurzelstock von Pteris (schöne Gefässbündel, dunkle Sklerenchym-scheide und prächtige Stärkescheide). — Durchsuche die früher angefertigten Dauerpräparate in Bezug auf Gefässe und Gefässbündel. — Vergleiche in jeder der obigen Pflanzen die Bündel am Rande mit denen in der Mitte. — Zeichne und notiere immer!

Erklärung:

Die Gefässe liegen in der Pflanze in mehr oder weniger grossen, vielfach durch eine Scheide von Sklerenchymfasern noch gestützten Bündeln zusammen, welche Gefässbündel genannt werden. Man unterscheidet in denselben im allgemeinen nach innen hin die Gefässe (Gefässsteile oder Holzteil des Gefässbündels), nach aussen hin die Siebröhren, der Siebteil oder Bastteil genannt. Erstere liegen in Gefässparenchym eingebettet, sind meist von verschiedener Weite und Ausbildung und leer oder mit wässriger Flüssigkeit gefüllt. Letztere führen schleimige Massen und wechseln meist mit engeren, langen Geleitzellen ab, welche Protoplasma und Kern enthalten.

Findet sich zwischen dem Gefässsteile und Siebteile des Bündels noch Bildungsgewebe oder Cambium, dann heisst das Gefässbündel „offen“, im anderen Falle, wenn das Cambium fehlt, geschlossen“. Ist der Siebteil nur an einer Seite des Bündels, so heisst dasselbe „collateral“, befinden sich an beiden Seiten des Gefässsteils Siebteile, so heisst es „bicollateral“. Setzt sich das Cambium auf das Grundgewebe durch die Bündel hindurch fort, so heisst es dort Interfascicularcambium. Oft befindet sich um das

einzelne Bündel oder um die Gesamtmasse eine Reihe von (Stärke haltenden) Zellen, die sogenannte Stärkescheide.

Fragen und Aufgaben:

1. Was sind Gefässbündel?
2. Woraus sind die Gefässbündel zusammengesetzt?
3. Wie heissen die Teile der Gefässbündel der Reihe nach?
4. Welcher Teil fehlt bei vielen Pflanzen?
5. Wie nennt man solche Bündel, denen das Cambium fehlt?
Und warum?
6. Wie heissen die Bündel, welche Cambium enthalten?
7. In welchen Pflanzen hast Du offene Bündel gesehen?
8. In welchen Pflanzen waren geschlossene Gefässbündel vorhanden?
9. Wie verhalten sich die Teile der Bündel gegen Färbung?
10. Was sind Siebröhren?
11. In welchem Teile kommen die Siebröhren vor?
12. Woran erkennt man die Siebröhren?
13. Wie heissen die Zellen zwischen den Siebröhren?
14. Welche Gestalt haben diese und welchen Inhalt?
15. Wodurch unterscheidet man die Geleitzellen sonst von den Siebröhren?
16. In welchem Teile des Bündels finden sich die eigentlichen Gefässe?
17. Was findet sich zwischen den eigentlichen Gefässen?
18. Wovon ist das Gefässbündel oft eingeschlossen?
19. Welche Teile des Gefässbündels liegen dem Innern der Pflanze zu, welche nach aussen?
20. Woran kann man das Cambium erkennen?
21. Sind alle Gefässbündel in demselben Querschnitte gleich gebaut?
22. Wie unterscheiden sich die im Innern, von denen, welche nach dem Rande zu liegen, im allgemeinen und bei einer bestimmten Pflanze (z. B. Zea Mais)?
23. Sind die Gefässe der Bündel alle gleich gross?
24. Stimmen die Bündel desselben Querschnitts immer an Zahl der Gefässe ungefähr überein?
25. Stimmen die Bündel verschiedener Pflanzen in der Form und an Zahl, Form und Grösse der Gefässe ungefähr überein?
26. Was findet sich in den Gefässen?

27. Was findet sich in den Siebröhren?
28. In welcher Pflanze findet man sehr deutliche Siebplatten?
29. Skizziere die Gefässbündel von Cucurbita, Aristolochia, Zea aus dem Gedächtnisse, vergleiche mit den früher gefertigten Zeichnungen.
30. Wie nennt man Gefässbündel, die nur einseitig einen Siebteil besitzen?
31. Wo sahen wir solche?
32. Wie nennt man die Bündel, bei denen sich an den Holzteil nach aussen und innen ein Siebteil anschliesst?
33. Welche Pflanze zeigte diese?
34. Wie heisst die Fortsetzung des Cambiums in's Grundgewebe zwischen den Gefässbündeln?
35. Wo konntest Du solches sehr deutlich sehen?
36. Gieb das über die Gefässbündel Gefundene im Zusammenhange !



- 27. W
- 28. Ir
- 29. Sl
Ze
fe
- 30. W
Sie
- 31. W
- 32. W
nac
- 33. We
- 34. Wi
zwi
- 35. Wo
- 36. Gie
han

© The Tiffen Company, 2007

TIFFEN® Gray Scale

A	1	R	2	G	3	G	4	B	5	M	6	W	8	G	9	G	10	K	11	C	14	Y	17	M	19
----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	---	----------	----	----------	----	----------	----	----------	----	----------	----

deutliche Siebplatten?
 ecurbita, Aristolochia,
 mit den früher ge-
 nur einseitig einen
 sich an den Holzteil
 schliesst?
 ns in's Grundgewebe
 sehen?
 ene im Zusammen-