

II. Der Bau der Pflanze.

§ 4. Stärke und Kristalle im Pflanzensaft.

Notwendige Gegenstände: Ein Stückchen roher Kartoffel, eine Wolfsmilchpflanze, ein Stück eines frischen Blattes einer Meerzwiebel, Rinde vom wilden Wein (*Ampelopsis*). — Objectiv III. — Objectträger und Deckgläser. — Messer, Tropfenröhrchen, Blasrohr, Glasstäbe, Löschpapier, Lackmuspapier, Spirituslampe, Reagensglas, Uhrschildchen. — Wasser, Jodjodkalium, Kalilauge. — Zeichenapparat.

Versuche:

1. Nimm mit einem Messer etwas Saft*) von der frischen Schnittfläche der Kartoffel, streiche diesen auf einen Objectträger, lass trocknen und lege ein Deckglas auf. — Betrachte durch's Mikroskop. — Was siehst Du? — Einzelne, meist länglich-runde Körnchen, welche in der Schattierung etwas Aehnlichkeit mit den früher gesehenen Luftblasen haben: dicken, schwarzen Rand und helle Mitte. Wollen wir aber den hellen Mittelpunkt genau einstellen, so müssen wir jetzt den Tubus etwas höher ziehen. — Es ist also wahrscheinlich keine Luft. — (Betrachte auch bei anderer Spiegelstellung.)
2. Bringe an den Rand des Deckglases einen Tropfen Wasser, betrachte bei richtiger Einstellung auf's neue. — Suche eine Stelle, an der die Körperchen ziemlich vereinzelt liegen. Achte auf ihre veränderte Schattierung, Durchsichtigkeit, Zeichnung und auf die Verschiedenheit in Grösse und Form. Auch solche, bei denen mehrere zusammengewachsen erscheinen, wirst Du finden. — Zeichne in Umrissen das ganze Gesichtsfeld! — Vergleiche die Grösse der Körner mit der Breite des Maßhaares. (Siehe auch Uebungsaufgabe § 3.)

*) Recht wenig, soviel etwa, als in ein kleines Nadelöhr geht.

3. Suche ein grösseres oder einige grössere auf. Betrachte das Einzelne genauer. — Du siehst einen nicht in der Mitte liegenden (d. h. excentrischen) Punkt und um diesen herum mehr oder weniger deutliche Streifung des ganzen Korns. — Zeichne!
4. Nimm das Deckglas ab, gieb noch ein Tröpfchen Wasser zu und bewege die Körner durch Anblasen mit dem Blasrohr. Beachte: in der Bewegung erkennst Du ihre Körperform genauer, da sie sich Dir von verschiedenen Seiten zeigen. — Du siehst, dass sie fast gleichmässig länglich rund und ein wenig abgeflacht sind.
5. Lege das Deckglas wieder auf, bringe an den einen Rand desselben ein kleines Tröpfchen Jodlösung und an den entgegengesetzten ein Streifchen Löschpapier (etwa 2 cm lang und $\frac{1}{2}$ cm. breit). Sieh schnell in's Mikroskop! — Was siehst Du? — Eine Bewegung der kleineren Körnchen in der Richtung vom Papier weg, also in Wirklichkeit auf's Papier zu. Die grösseren bleiben wohl meist liegen. Diese Bewegung ist durch die ansaugende (capillare) Wirkung des Löschpapiers entstanden, durch welche gleichzeitig die Jodlösung unter's Deckglas gelangt. Bald werden die Körnchen blau, zunächst heller, dann dunkler und zwar zuerst scheinbar an der dem Papier näheren Seite (also in Wirklichkeit an der Seite der Jodlösung).
6. Betrachte einige grössere hellblaue Körnchen genauer. — Die Streifung zeigt sich meist deutlicher.
7. Nimm wieder mit dem Messer etwas Kartoffelsaft auf einen Objectträger in ein Tröpfchen Wasser und bedecke. Bringe einen kleinen Tropfen Kalilauge an den einen Rand, Löschpapier an den andern. Betrachte schnell! — Die Körnchen werden ungleichmässig grösser (etwa 10—15 mal so gross) und dünner — es macht den Eindruck, als dehnten und reckten sie sich. Ihre Ränder werden schliesslich so zart, dass sie nur dem aufmerksamen Beobachter noch deutlich sind. Beachte: am Anfang dieser Quellung wird bisweilen die Streifung auf kurze Zeit deutlicher, um dann zu verschwinden.
8. Nimm von dem Präparate aus Versuch 5 das Deckglas ab, gieb zu der blauen Stärke noch einen Tropfen Wasser

und dann ein Tröpfchen Kalilauge und beobachte ohne Deckglas. — Es erfolgt Quellung, wie vorhin (7), und mehr oder weniger Entfärbung, je nach der Stärke der zusammentreffenden Flüssigkeiten.

9. Lege jetzt dies Präparat auf weisses Papier, rühre mit einer Nadel. Du merkst, dass es schleimig geworden ist. Nun bringe dazu einen Tropfen Jodlösung. — Es wird die gesamte schleimige Masse schön blau, falls genügend Jodlösung genommen wurde.
10. Betrachte das Präparat unter dem Mikroskop. — Man erkennt in der z. T. unformigen blauen Masse noch deutlich viele, mehr oder weniger gequollene Stärkekörner.
11. Bewege durch geringes Anblasen den Wassertropfen und beobachte. — Man sieht beim Rollen, dass die Körner nach den verschiedenen Seiten ungleich gequollen und z. T. aufgerollt sind.
12. Nimm ein frisches Präparat mit einem grossen Tropfen Wasser und Deckglas. Halte es vorsichtig einige Zeit über die Flamme der Spirituslampe, bis es bald kocht, lass es etwas abkühlen und untersuche. — Die Stärkekörner sind ebenso gequollen, wie bei der Behandlung mit Kalilauge und auch eben so schlüpfrig.
13. Lege an den Deckglasrand einen kleinen Tropfen Jodlösung und ziehe ihn durch Löschblatt unter das Deckglas. (5) — Auch hier zeigt sich die kräftig blaue Färbung, wenn nicht zu wenig Jodlösung benutzt wurde.
14. Ein weiteres frisch bereitetes Präparat in einem Wassertropfen und unter Deckglas behandle vom Rande her mit einem Tropfen Glycerin. — Beachte: Die Körnchen werden durchsichtiger, die Streifung verschwindet ganz.
15. Füge nach einiger Zeit vom Rande her Wasser hinzu und ziehe mit Löschblatt ab. (5) — Die Streifung wird wieder deutlicher, und viele Körner werden in der Mitte rissig.
16. Lege ein Stückchen Lackmus-Papier auf eine frisch geschnittene Kartoffelfläche. Beachte: Es wird rot, der Kartoffelsaft ist also etwas sauer.
17. Brich eine wilde Wolfsmilchpflanze durch und fange einen der an beiden Stücken hervorquellenden Milchtropfen mit

einem Objectträger auf. Betrachte ihn, ohne das Deckglas aufzulegen. — Du siehst eine Menge kleinster Pünktchen, hier und da ein grösseres, stäbchenförmiges Körperchen.

18. Lass den Tropfen auf dem Objectträger eintrocknen. Betrachte wieder! — Man sieht jetzt die Stäbchen massenhafter und deutlicher, da sie heller erscheinen als ihre Umgebung. Sie brechen das Licht nämlich anders als diese. — Zeichne!
19. Gieb ein Tröpfchen Jodlösung auf den eingetrockneten Milchtropfen und lege ein Deckglas auf. — Die Stäbchen werden blau, z. T. sehr dunkel.
20. Gieb jetzt an den Rand des Deckglases auch Kalilauge und ziehe mit Löschblatt ab. — Beachte: Die Stäbchen werden wieder hell, quellen etwas, werden dadurch breiter und länger und krümmen sich. Man kann nun wieder mit Jod nachfärben. — Es sind Stärke-Stäbchen. —
21. Untersuche einen frischen Milchtropfen mit Lackmuspapier.
22. In Blumentöpfen, am Fenster cultiviert, findet sich nicht selten die Meerzwiebel (*Scilla maritima*), auch Wundzwiebel genannt. Bricht man vom Blatte derselben ein Stückchen los, so hängen an den Bruchstellen schleimige Tropfen. Bringst Du einen solchen auf den Objectträger, so siehst Du lange helle, nadelförmige Stäbchen — teils in Bündeln, teils einzeln — durcheinanderliegen. Sie zeigen sich bei genauer Betrachtung an beiden Enden zugespitzt.
23. Untersuche mit Jodlösung. — Die Stäbchen färben sich nicht, sind also keine Stärkestäbchen. — Es sind Kristallnadeln von oxalsaurem Kalk, man nennt sie Raphiden.
24. Untersuche auch etwas frischen Saft mit Lackmuspapier. Es wird rot, der Saft ist sauer. — Das abgebrochene Blattstückchen bringe in ein Gläschen mit Alkohol zur späteren Benutzung.
25. Schabe mit einem gewöhnlichen Messer die Rinde von einem etwa 1 cm langen Stück eines (älteren) Aestchens von *Ampelopsis* bis fast an's Holz ab. Setze dies Geschabsel in einem Reagensglase unter etwas Wasser, drücke es darin aus und untersuche nun den Bodensatz des Wassers,

(besser schlämme ihn vorher im Uhrglase). — Du siehst ausser einigen Drusen (zackiger Kristall-Kugeln) lauter Raphiden, einzeln und besonders viele in festen Bündeln.

26. Benutze das Blasrohr zum Erkennen der Formen.

Controllversuche.

1. Lege auf weisses Papier einen Objectträger mit einem Tropfen Wasser unter Deckglas, gib an dessen einen Rand einen Tropfen Tinte und halte an den entgegengesetzten ein Streifchen Löschblatt. Beachte, wie zunächst das Wasser in das Löschblatt und zugleich die Tinte unter das Deckglas zieht, dann auch die Tinte in's Löschblatt.
2. Nimm zwei Objectträger mit Stärke (in Wasser) und bringe auf den einen ein kleines Tröpfchen recht verdünnte Jodlösung und auf den anderen einen Tropfen unverdünnte Lösung. Lege Deckgläser auf und vergleiche unter'm Mikroskop. — Die Körner des ersten Präparats sind hellblau, die des letzten fast schwarz.
3. Bringe ein Tröpfchen Essig auf Lackmuspapier — es wird sofort rot. Bringe auf diesen roten Fleck Kalilauge, er wird wieder blau.

Merke:

1. Um bei Massenpräparaten deutliche Bilder zu haben, sucht man am besten Stellen des Präparats auf, an denen nur wenige der zu beobachtenden Körperchen liegen.
2. Um mit besonderen Flüssigkeiten (Reagentien) zu untersuchen, bringt man von diesen einen Tropfen an den Rand des Deckglases und zieht am entgegengesetzten Rande die Flüssigkeit mit Löschpapier ab.
3. Um Körperchen möglichst von allen Seiten beobachten zu können, muss man sie im Präparat bewegen. (Blasrohr.)
4. Rotfärbung des blauen Lackmuspapiers durch eine Flüssigkeit zeigt an, dass die Flüssigkeit sauer ist, die Blaufärbung des roten, dass die Flüssigkeit alkalisch ist.
5. Jod färbt Stärke blau — ist also Reagens auf Stärke.
6. Kalilauge bringt Stärke zum Quellen.
7. Heisses Wasser bringt Stärke zum Quellen.

Uebungsaufgaben:

Schabe mit einem Messer etwas aus dem Innern einer Bohne, eines Weizenkorns, eines Haferkorns und untersuche jede Probe für sich in ähnlicher Weise wie die Kartoffelstärke. — Schriftliche Beschreibung der Versuche! Zeichnungen! — Ebenso zerreiße einen Blattstiel von Begonia unter Wasser und schlämme — untersuche den Bodensatz — Octaeder.

Erklärung:

In dem Saft der Pflanzen finden sich mancherlei feste Körper vor, unter anderem Stärke und zwar in verschiedenen Teilen der Pflanze und zu verschiedenen Zeiten mehr oder weniger. Diese erscheint in Form von Körnchen mancherlei Gestalt: muschelförmig in der Kartoffel, mit einem excentrischen Punkte (auch wohl, wenn aus 2 oder 3 Körnchen zusammengesetzt, mit mehreren) und um diesen herum Streifung über das ganze Korn; stabförmig in der Wolfsmilch; oval und zerklüftet (rissig) in der Bohne; fast kreisrund im Weizenkorn; zusammengesetzt (aus vielen einzelnen Stücken) im Haferkorn, u. s. w. Besonders angesammelt findet sich die Stärke meist in den Knollen und Samen und dient dort als Reservestoff zur Ausbildung und Ernährung der künftigen Pflänzchen, daher man solche Pflanzenteile auch Reservestoffbehälter nennt.

Das wichtigste Erkennungsmittel (Reagens) für Stärke ist das Jod, welches im Jodjodkalium wirksam ist; das Erkennungszeichen die Blaufärbung der Körner, welche man auf eine Zwischenlagerung von kleinsten Jodteilchen (Jodmolekülen) zurückführt. Auch das starke Quellen oder Schleimigwerden durch Kalilösung oder kochendes Wasser ist nebenbei bezeichnend für die Stärke (Stärkekleister).

Der Pflanzensaft ist im allgemeinen sauer. Er enthält vielfach auch Kristalle, z. B. nadelförmige, welche meist bündelweise vorhanden sind, aus oxalsaurem Kalke bestehen und Raphiden genannt werden, oder er enthält auch Kristall-Drusen, oder Octaeder u. s. w.

Fragen und Aufgaben:

1. Welche Formen haben die verschiedenen untersuchten Stärkearten?

2. Welches ist das beste Reagens auf Stärke?
3. Haben sich bei Untersuchung der Bohne alle Teile mit Jod blau gefärbt?
4. Was ist daraus zu schliessen?
5. Zu welchem Zwecke macht man bei Untersuchung der Stärke einen Zusatz von Wasser?
6. Wie wird die Stärke bei Zusatz von Kalilauge oder von kochendem Wasser?
7. Wann und weshalb ist die Anwendung des Blasrohrs wichtig?
8. Weshalb wohl ist es besser, bei Untersuchungen unter'm Mikroskop dem Präparate ein Deckglas aufzulegen?
9. Wann und warum benutzt man Löschpapier bei Anwendung von Reagentien?
10. Warum bewegen sich nur die kleineren Stärkekörner beim Versuch 5 und nicht auch die grösseren?
11. Wann wird die Stärke durch Jod heller, wann dunkler blau?
12. Was ist und wie entsteht Stärkekleister?
13. Wie untersucht man unter'm Mikroskop mit Hilfe von Reagentien?
14. In welchen Teilen der Pflanzen haben wir Stärke gefunden?
15. In welchen Pflanzen haben wir Stärke gefunden?
16. Welche anderen Körper haben wir noch im Pflanzensaft gefunden? Welche Formen haben sie? Welchen Namen führen die nadelförmigen? — Nenne die Pflanzen, in denen Du Kristalle gefunden hast?
17. Wie reagiert der Pflanzensaft?
18. Womit haben wir die Säure im Pflanzensaft nachgewiesen?
19. Beschreibe die Kartoffelstärke genauer!
20. Beschreibe die Wolfsmilch! Wo wächst sie? u. s. w.
21. Beschreibe die Versuche mit der Kartoffelstärke im Zusammenhange — mündlich! — schriftlich!
22. Beschreibe die verschiedenen anderen Arten von Stärke!
23. Beschreibe im Zusammenhange die Versuche, welche mit der Bohne angestellt wurden!

§ 5. Die Zelle.

Notwendige Gegenstände: Blatt des Mauerpfeffers (frisch). Sauerklee. Unterirdischer Stengel (in Spiritus od. frisch.) Hagebutte (reif.) — Objectiv III. — Objectträger und Deckglas. — Nadeln, Tropfröhrchen, Blasrohr, Glasstäbe, Löschpapier, Lackmuspapier. — Wasser, Jodlösung, Kalilauge, Glycerin. — Zeichenapparat.

Versuche:

1. Lege ein Blatt des Mauerpfeffers (*Sedum acre*) auf einen Objectträger und zerreisse es mit den Nadeln, hole das Innere heraus, zerkleinere es in einem Tropfen Wasser und lege ein Deckglas mit gelindem Druck auf. Beobachte unter'm Mikroskop. — Du siehst wieder viele einzelne, auch z. T. zusammenhängende, rundliche Körperchen farblos mit grünen Punkten.
2. Beobachte zunächst hauptsächlich die vereinzelt oder nur zu wenigen zusammenliegenden, ihre Gestalten und Grössen. — Die Formen sind kreisrund, oval, länglich, oder auch unregelmässig. Die Grössen sind ziemlich verschieden, die grössten wohl mehr als fünffach so gross wie die kleinsten. — Zeichne die verschiedenen Formen und Grössen nebeneinander. Vergleiche mit der Breite des Maßhaares!
3. Beachte besonders die Lage ihrer Punkte, wo selbige deutlich geschieden erscheinen. — Sie lagern in mehreren Haufen zusammen und in verschiedenen Formen angeordnet.
4. Hebe und senke den Tubus ein wenig. — Beachte: Einige Punkte in demselben Körperchen sind deutlich, wenn der Tubus höher; andere, wenn er niedriger eingestellt ist, — d. h. einige liegen oben, einige unten im Körperchen.
5. Rolle die Körperchen nach Abnahme des Deckglases mit dem Blasrohr. — Beachte: Es sind allseitig gerundete Bläschen, meist oval, vielfach kugelig und ziemlich gleichmässig dick. Manche scheinen zusammengebacken zu sein.

6. Bringe einen Tropfen Jodlösung darauf und bedecke. Beobachte. — Allmählich werden die Punkte dunkler bräunlich. Du siehst auch wohl bei sorgfältigem Betrachten zuweilen einen dreifach so grossen, weniger deutlichen, gelbbraunen Punkt inmitten der anderen. — Eine Blaufärbung tritt nicht ein. Die Körper sind also von Stärke verschieden. Es sind Zellen, die Pünktchen sind Chlorophyllkörner (Blattgrün), und der grössere gelbbraune Punkt heisst Zellkern.
7. Untersuche ein frisches Präparat mit Kalilösung. — Es tritt keine auffallend erkennbare Quellung ein, nur die Chlorophyllkörner werden schöner grün.
8. Stelle noch ein Präparat in einem Tropfen Wasser dar und bedecke. Setze am Rande des Deckglases Glycerin zu. Beachte: Vom Zellrand her zieht sich rings eine Masse (Protoplasma) zusammen, die auch alle Blattgrünkörner mitnimmt. Schliesslich bleibt vielfach ein einziges Klümpchen in der Mitte der Zelle liegen, doch haben im übrigen die Zellen dabei ihren Umfang (Zellhaut) nicht wesentlich verändert.
9. Füge nun am Rande einen Tropfen Jodlösung hinzu und betrachte wieder. — Langsam färbt sich der Klumpen im Innern braun und hebt sich nun deutlicher ab.
10. Betrachte nun in einem frischen Präparate die in grösserer Anzahl zusammenliegenden Zellen; beachte, wie sie aneinander haften, wenn auch z. T. ziemlich locker. Zeichne!
11. Zerdrücke ein Blättchen des Mauerpfeffers auf einem Streifen Lackmuspapier. — Es wird rot.
12. Suche in einem frisch bereiteten Präparate unter Deckglas, an welches Du noch ein Tröpfchen Wasser angelegt hast, eine grössere einzelne Stelle mit deutlichen Chlorophyllkörnern in hübscher Anordnung heraus und zeichne sie möglichst getreu, auch in Bezug auf die gegenseitige Lagerung der Körner. Lass das Präparat ruhig unter dem Mikroskop und betrachte es etwa in einer halben Stunde wieder. Zeichne es nun nochmals recht genau, auch vielleicht nach einer weiteren halben Stunde zum dritten Male.

13. Vergleiche die Zeichnungen. Was siehst Du? — Die Körner haben jetzt eine etwas veränderte Lagerung angenommen. Sie haben sich bewegt.
14. Am unterirdischen Stengel des Sauerklees (*Oxalis acetosella*) entlang finden sich dickfleischige Schuppen. Löse eine ältere ab und präpariere mit den Nadeln den Inhalt auf einem Objectträger. Gieb einen Tropfen Wasser und ein Deckglas darauf. Betrachte das Präparat unter dem Mikroskop. — Es sind lauter runde Zellen wie früher, z. T. vereinzelt, z. T. vereinigt. Doch fehlen hier die grünen Punkte. Statt deren sind sie mit hellen Körnchen z. T. gefüllt. — Zeichne!
15. Setze am Deckglasrande einen Tropfen Jodlösung zu. — Die Körnchen werden blau, es ist Stärke.
16. Nimm das Deckglas ab und bewege mit dem Blasrohr. — Die Zellen sind meist oval und nach den Seiten gleichmässig rund. Einzelne Stärkekörnchen aus zerrissenen Zellen schwimmen frei umher.
17. Setze nun einen Tropfen Kalilauge vom Rande her zu. — Die Körnchen quellen, bis sie die Zellen ganz erfüllen, und werden farblos.
18. Nimm aus einer reifen, schon weich gewordenen Hagebutte (der Frucht vom Heckenröschen) etwas Fruchtfleisch auf einen Objectträger in Wasser, bedecke und betrachte. — Untersuche dann mit Jodlösung. — Auch hier sind vereinzelt Zellen, aber ohne Stärke und ohne Chlorophyll.
19. Nimm Zellen aus dem Fruchtfleisch der reifen Beere von der Mistel (*Viscum album*). Untersuche erst ohne, dann mit Jod. — Du findest einen Kern mit Körnchen im Protoplasma.

Merke:

1. Die Chlorophyllkörner werden durch Jod dunkler und braun gefärbt.
2. Kalilösung färbt die Chlorophyllkörner schöner grün.

Uebungsaufgaben:

Untersuche in ähnlicher Weise das Fruchtfleisch der Mehlbeere, der Ligusterbeere, eines mehligten Apfels, einer Pfirsich u. s. w. — Notiere und zeichne!

Erklärung:

Im Innern der Pflanzenteile finden sich entweder vereinzelt oder zusammenhängend bläschenförmige Körperchen, die mit verschiedenen Substanzen gefüllt sein können und Zellen genannt werden. Die lebende Zelle besteht aus der Zellhaut und dem Protoplasma, in welchem der Zellkern mit dem Kernkörperchen liegt und worin sich ferner Chlorophyllkörner, oder Stärkekörner oder gewisse andere Stoffe befinden können. Das Protoplasma zieht sich unter Einwirkung wasserentziehender Körper (Glycerin, Alkohol u. s. w.) zusammen. Die Chlorophyllkörner bewegen sich in den Zellen und lagern sich um. Der wesentlichste Bestandteil der ganzen Zelle ist das Protoplasma. Die Zellhaut kann bei niederen Pflanzen zuweilen fehlen, ist aber bei den höheren Pflanzen stets vorhanden.

Fragen und Aufgaben:

1. Beschreibe den Mauerpfeffer!
2. Wo wächst er?
3. Zu welchen Pflanzen gehört er und warum?
4. Prüfe seine Lebensfähigkeit in der Pflanzen-Pressen. (Beachte, dass die Triebe dann ganz hell aussehen.)
5. Beschreibe die Untersuchung der Sedumzellen im Zusammenhang!
6. Welches sind die Bestandteile dieser Zellen?
7. Welcher Inhaltsbestandteil ändert seinen Ort?
8. Was geschieht unter Einfluss des Glycerin in der Zelle?
9. Wie verhalten sich die Zellen untereinander in Bezug auf Grösse, Form, Zusammenhang?
10. In welchen verschiedenen Zusammenlagerungen finden sich die Chlorophyllkörner in den Zellen?
11. Worin eingebettet sind die Chlorophyllkörner in der Zelle?
12. Wie lässt sich das nachweisen?
13. Beschreibe den Sauerklee; wo wächst er?
14. Beschreibe die Mistel! Wo wächst sie, wovon nährt sie sich, wie wird sie verbreitet? Ist sie nützlich oder schädlich?

15. Durch welche Lebenseigentümlichkeit zeichnet der Sauer-
klee sich aus? (Tag- und Nachtstellung der Blättchen).
16. Beschreibe die Untersuchung seiner Zellen im Zusammen-
hange!
17. Aus welchem Teile der Pflanze sind diese entnommen?
18. Wie kommen sie dort vor?
19. Welches ist ihr Inhalt? wie kann man das nachweisen?
20. Was sieht man in den Fruchtzellen der Mistel besonders
deutlich?
21. Wo finden wir noch vereinzelt Zellen?
22. Wie färben sich die Bestandteile des Zellinhalts mit Jod?
23. Zeichne aus der Erinnerung die gesehenen Zellen; a) ohne
Inhalt, b) mit Inhalt.

§ 6. Anfertigung von Dauerpräparaten.

Notwendige Gegenstände: Kartoffelstärke. — Objectiv III. — Objectträger, Deckgläser. — Präpariernadel, Glasstab, Spirituslampe, Eisenspatel, Pinsel 2, Putztuch, Pincette. — Glyceringelatine.

Versuche:

1. Bringe etwas, nur wenig angefeuchtete Kartoffelstärke auf die Mitte eines sorgfältig gereinigten Objectträgers.
2. Erwärme das Reagensglas mit der Glyceringelatine über der Spirituslampe in der Nähe der Oberfläche der Glyceringallerte, bis von dieser sich etwas verflüssigt hat.
3. Tauche den gereinigten Glasstab in diese Flüssigkeit, so wird beim Herausnehmen ein Tropfen an demselben hängen bleiben.
4. Bringe diesen auf die Kartoffelstärke und verrühre die Körnchen mit der Nadel ganz langsam darin.
5. Fasse das gereinigte Deckglas am Rande mit der Pincette, suche dessen Mitte auf den die Stärke haltenden Tropfen sorgfältig und ruhig aufzulegen und zieh nun die Pincette weg. Jetzt wird sich der Tropfen mit den Stärkekörnern unter das ganze Deckglas ziehen. Du hast nun durch geeignete Nachhilfe (Druck) dafür zu sorgen, dass keine Luftblasen bleiben, was leicht geschieht, wenn entweder der Tropfen zu klein oder beim Auflegen des Deckglases schon zu kalt war.
6. Sollte es sich um vereinzelte Luftblasen handeln, so kann man diese mittelst eines untergeschobenen Haares unter dem Deckglase hervorziehen, vielleicht erst nach vorhergegangener geringer Erwärmung des Objectträgers über der Lampe.
7. Betrachte nun das Object unterm Mikroskop und lege es dann, wenn es Dich befriedigt, für einige Stunden beiseite, bis es nicht nur völlig kalt geworden, sondern auch die Gelatine durch und durch genügend erstarrt ist.

8. Füge gleichzeitig einen Zettel dazu, auf welchem der Name des Objects, der Tag der Herstellung, die Art derselben (ob gefärbt und womit; ob frisch oder aus Spiritus; mit welchen Reagentien vorher behandelt, u. s. w.) und das Einbettungsmittel angeführt sind.
9. Nachdem die Gallerte genügend erstarrt ist, kratze das am Deckglasrande Ueberschiessende vorsichtig mit dem Spatel ab.
10. Tauche den Pinsel in Wasser und fahre am Deckglasrande mehrfach entlang zur Entfernung noch vorhandener Gelatinereste.
11. Trockne mit dem Putztuch nun Objectträger und Deckglas und besonders ringsum den Rand des letzteren, ohne viel hin und her zu reiben (recht vorsichtig!).
12. Klebe am Ende des Objectträgers auf dessen Oberseite jederseits eine Schutzleiste von Pappe, etwa so dick wie ein Kartenblatt, um das Deckglas gegen Zerdrücken zu schützen.
13. Schreibe auf die eine Schutzleiste die laufende Nummer des Präparats, den Namen desselben und die Art der Behandlung. Auf die andere notiere das Datum, das Einbettungsmittel und den Namen des Anfertigers.
14. Hebe dies nunmehr fertige Präparat gemeinsam mit anderen in einem besonderen, passenden, selbstgefertigten oder gekauften Kasten auf, sorgfältig vor Staub und sonstigen zerstörenden Einflüssen geschützt.
15. Führe eine Liste der Präparate (nach dem beigelegten Schema).

Uebungsaufgaben:

Präpariere ebenso Zellen von Oxalis und Sedum.

§ 7. Zellgewebe. (Parenchym, Prosenchym.)

Vorbereitung. Bringe ein kleines Stückchen trocknes Kiefernholz, mindestens 2—3 Jahresringe breit, in einem möglichst kleinen Fläschchen oder Reagensglase in Spiritus, so dass es eben bedeckt ist, und nach einigen Tagen füge etwa die Hälfte Glycerin hinzu und lass es wieder einige Tage stehen (und länger nach Belieben). (Siehe auch § 12.)

Notwendige Gegenstände: Hollundermark, Binse, Kork, Kiefernholz, Kaffeebohne. — Objectiv III. — Objectträger und Deckgläser. — Spirituslampe, Rasiermesser, Tropfröhrchen, Präpariernadeln, Pincette, Maßhaar, Lackmuspapier, Löschpapier. — Wasser, Glycerin, Spiritus, Jodlösung, Safranin, Kalilösung, Glyceringelatine.

Vorbemerkung.

Nennt man die Linie, welche man sich mitten in einem Körper seiner Länge nach gezogen denken kann, die Axe des Körpers, so nennt man jedes Scheibchen, bei dessen Herstellung man das Messer parallel dieser Axe geführt hat, einen Längsschnitt und jedes, welches dadurch entstanden ist, dass das Messer senkrecht zu dieser Axe gegangen ist, einen Querschnitt. —

Die Schnitte werden immer sofort auf einen Objectträger gelegt.

Versuche:

1. Fertige mit dem gut geschärften Rasiermesser einige (etwa fünf oder sechs) möglichst feine Querschnitte durch ein Stückchen Hollundermark, d. h. schneide zunächst die unebene Oberfläche glatt und dann trenne durch einen dem ersten parallelen Schnitt nach und nach mehrere recht feine Scheibchen ab. Hierbei wird stets das Messer nicht nur hindurchgedrückt, sondern gleichzeitig hindurchgezogen. Die Schnitte brauchen durchaus nicht vollständig zu sein; es genügt sogar, dass jedesmal nur ein kleines Stückchen, aber möglichst dünn abgeschnitten wird. — Nimm Dich in Acht, dass Du die sehr leichten Scheibchen nicht wegbläsest.

2. Schneide eine etwa einen halben cm dicke Scheibe los und fertige aus dieser einige feine Längsschnitte.
3. Betrachte einen Querschnitt unter Deckglas. — Du siehst lauter fest zusammengewachsene und polyedrische Bläschen (Zellen — das Ganze heisst Zellgewebe) ohne Inhalt, aber mit einigen Punkten, die sich nach genauer Betrachtung als Löcher (Poren) in den Zellwänden darstellen, von denen aus eine Streifung oder Zerrung der Zellwand zu gehen scheint. — Miss die Grösse! — Zeichne!
4. Bringe Wasser dazu vom Rande her. — Es wird alles heller und durchsichtiger, also diesmal ausnahmsweise undeutlicher. — In vielen Zellen zeigen sich Luftblasen.
5. Lege die anderen Schnitte direct in Spiritus und bringe dann nach kurzer Zeit Wasser dazu. — Es sind nur ganz wenige Luftblasen vorhanden. — Mit Spiritus entfernt man vielfach die Luft aus den Objecten.
6. Betrachte einen Längsschnitt in Luft. — Er sieht dem Querschnitte ganz gleich. — Zeichne!
7. Suche aus allen Schnitten die dünnsten heraus! (unter'm Mikroskop.)
8. Färbe einen dünnen Schnitt mit Jodlösung. — Ein Teil der Zellwände färbt sich heller (wo eine Zellwand fortgeschnitten ist), ein anderer Teil dunkler (wo die Zellen ganz geblieben sind, man also durch zwei Wände hindurch sieht). Ueberall sind die Poren deutlich sichtbar. Farblos sind die Stellen, an denen die Zellwände ganz weggeschnitten sind.
9. Färbe mit Saffranin. — Die Färbung ist rot und kräftiger als die vorige. Die Unterschiede treten deutlicher hervor. Die Färbung ist haltbar. — Fertige ein Dauerpräparat.
10. Mache dünne Querschnitte durch das Mark der Binse (Juncus) in verschiedener Höhe des Schaftes. Färbe mit Jodlösung oder Saffranin und betrachte. — Fertige ein Dauerpräparat. — Du siehst sternförmige Zellen, zwischen deren Strahlen grosse Räume leer bleiben, diese heissen Intercellularräume. Einen Inhalt wirst Du in den Zellen wohl kaum sehen, obgleich er vorhanden. Die der Wurzel naheliegenden Schnitte zeigen dickere Zellen und kleinere

Intercellularräume. Vielleicht siehst Du auch andere, besonders stark gefärbte Zellgruppen, diese lass einstweilen ausser Acht.

11. Betrachte einen recht feinen Korkschnitt unter Deckglas erst in Luft, dann in Wasser. — Das letztere Bild ist viel klarer, wenigstens an den dünnsten Randstellen. Der Schnitt besteht aus festverwachsenen, gelbbraunlichen, dünnwandigen Zellen ohne Poren, von quadratischem oder rechteckigem Durchschnitt, mit nicht immer geraden Seiten. Die Zellen sind ohne Inhalt, in geraden Reihen geordnet und meist noch mit Luft gefüllt.
12. Btropfe einen anderen trocknen Korkschnitt zunächst mit Spiritus, dann mit Wasser und lege ein Deckglas auf. — Du siehst, wie die meisten Zellen im dünneren Teile des Schnittes jetzt luftleer geworden sind.
13. Miss die Grösse der Zellen (der grössten, der kleinsten, bestimme die Durchschnittsgrösse) mit dem Maßhaare. — Zeichne. — Fertige ein Dauerpräparat.
14. Gib etwas Kalilauge zu dem Präparate. — Das Korkgewebe wird noch klarer und gelb gefärbt.
15. Verschiebe das Präparat. Vielleicht findest Du auch reihenweise dazwischen Zellen mit dicken Wänden (und verästelten Porengängen darin) und einem ziemlich kleinen freien Raum (Lumen genannt) im Innern. (Solltest Du sie hier nicht finden, so findest Du sie nesterweise im Fleische der Birne; sie heissen Steinzellen.)
16. Fertige einige Querschnitte durch das in Glycerin-Spiritus liegende Stückchen Kiefernholz. Beachte dabei, welches die innere Seite und welches die äussere (nach der Rinde gelegene) ist. Betrachte in Wasser. — Färbe mit Jod und betrachte wieder. — Miss die Zellen. — Zeichne und beschreibe! — Du siehst ein Gewebe aus lauter mehr oder weniger dickwandigen Zellen ohne Inhalt, von fast quadratischem Querschnitt. Bei vielen sind die Wände sehr dick und das Lumen sehr klein. Diese liegen zusammen, sind kleiner als die anderen und nach der einen Seite (nach aussen) plötzlich mit scharfem Strich von grösseren Zellen mit dünneren Wänden und grossem Lumen begrenzt. Nach der entgegengesetzten Seite (nach innen)

gehen die dickwandigen kleinen Zellen ganz allmählich in die dünnwandigen grossen über. Durch Jod werden die dickwandigen Zellen dunkler gefärbt als die dünnwandigen, und man unterscheidet deutlich zwischen ihnen noch dunklere, scharfe, schmale Begrenzungslinien (die Inter-cellular-Substanz), auch wohl an ihren Wänden concentrische Schichten.

Im übrigen lagern die sämtlichen Zellen in radialen Reihen und zwischen diesen Reihen siehst Du vielfach dunklere Radien verlaufen, die schmalere sind, als die Breite der verdickten Zellen und welche Markstrahlen heissen.

17. Färbe einen ausgesucht dünnen Schnitt, der womöglich mehrere Reihen verdickter Zellen enthält, mit Saffranin und fertige ein Dauerpräparat.
18. Stelle einen Längsschnitt von Kiefernholz tangential zum Stamme her. Betrachte in Wasser. — Färbe mit Jod und betrachte wieder. — Zeichne. — Du hast ein Gewebe vor Dir aus langen, an beiden Enden zugespitzten und auf diese Weise fest zusammengewachsenen, spindelförmigen Zellen ohne Inhalt. Du wirst Mühe haben, zunächst einzelne ganze Zellen ihrer Länge nach vollständig zu übersehen. Im einzelnen siehst Du noch gewisse Gebilde von Kettenform aus 4—6 ringförmigen, an den Enden kleineren Gliedern bestehend. Es sind die Zellen der vorhin als dunkle Radien gesehenen Markstrahlen. — Von anderen Einzelheiten müssen wir bei der geringen Vergrößerung vorläufig absehen.
19. Betrachte den Querschnitt (16) und Längsschnitt (18) durch Objectiv I. Du übersiehst jetzt das Ganze besser: im ersten Falle die abwechselnden dicken und dünnen Zell-Schichten, im letzten die langen, spindelförmigen, fest mit einander ohne Inter-cellularräume verwachsenen Holzzellen.
20. Jede reife Kaffeebohne hat als Hülle ein dünnes Häutchen und eine pergamentartige Haut. Beide sind meist, wenn Du rohen Kaffee durchsuchst, von den Bohnen entfernt und nur vereinzelt noch vorhanden. Schüttest Du eine Düte mit Kaffee um, so findest Du unten drin noch eine Menge solcher Häute, meist dünne, seltener dicke.

Eine solche dünne Haut befeuchte zuerst mit Spiritus und dann mit Wasser auf einem Objectträger und betrachte sie mit Objectiv III. — Eine Menge längerer, verdickter Zellen heben sich deutlich, parallel ausgerichtet von einem Häutchen mit undeutlicher Structur ab.

21. Bringe Kalilauge dazu. — Das Ganze wird bedeutend klarer.
22. Koche es kurze Zeit in einigen Tropfen Kalilauge (auf dem Objectträger, oder in einem Uhrglase, oder Reagensglase). Nachher wasche ab und schabe mit der Nadel oder dem Spatel von der Aussenseite des Häutchens die verdickten Zellen ab. Es gelingt leicht, da die Kalilauge die Inter-cellularsubstanz z. T. zerstört hat. Betrachte sie. — Färbe mit Jod (oder Saffranin und fertige ein Dauerpräparat.) — Zeichne und beschreibe! — Du siehst leere, gestreckte Zellen, deren Gestalt und Grösse verschieden, deren Wände sehr stark verdickt sind und kleine Poren besitzen, die, wie an den Seitenwänden ersichtlich, durch die ganze Wand hindurchgehen und mit denen der anstossenden Zelle communicieren.
23. Koche auch ein dickes, pergamenthartes Häutchen mit Kalilauge und zerfasere es mit den Nadeln. Wasche aus und betrachte die Teile. — Es sind lauter kleine Hautstückchen, z. T. auch Einzelzellen. Letztere sind viel länger und schlanker als die auf den dünnen Häutchen befindlichen, auch fast ohne Lumen. Sie bilden in mehreren ausserordentlich dichten Lagen von wechselnder Zellrichtung die dicke Haut.

Merke:

1. Beim Schneiden mit dem Rasiermesser zieht man dasselbe unter sanftem Druck durch den Gegenstand. Zum bessern Gelingen des Schnittes muss man auf das Rasiermesser meist einen Tropfen Wasser (od. Glycerin u. s. w.) bringen.
2. Man fertigt stets mehrere Schnitte, aus denen man zur Beobachtung die besten herausucht.
3. Schnitte brauchen nicht immer vollständig zu sein, wenn sie nur die wesentlichen Teile enthalten und entsprechend dünn sind.

4. Reinige stets nach dem Gebrauch sorgfältig alle Instrumente. Insbesondere reinige und trockne das Rasiermesser immer sofort, ehe Du es aus der Hand legst.
5. Ziehe zeitweise das Rasiermesser auf dem Streichriemen ab. Sehr häufig ist am Nichtgelingen guter Schnitte die zu geringe Schärfe des Messers schuld.
6. Um die Luft aus einem Präparat zu entfernen, legt man dasselbe, wenn es angeht, einige Zeit in Spiritus (z. B. Holz).
7. Damit sich spröde Pflanzenteile (Holz) besser schneiden, legt man sie in passende Flüssigkeiten (z. B. Glycerin).
8. Nimm auf den Objectträger im allgemeinen zunächst lieber zu sparsam Wasser, als zuviel — es läuft sonst leicht herab und benetzt dann den Mikroskopisch oder vielleicht sogar das Objectiv (was sich durch ganz neblige Bilder kund giebt).
9. Korkgewebe wird durch Kalilauge gelb gefärbt!
10. Kochende Kalilauge zerstört die Intercellularsubstanz!

Uebungsaufgaben:

- 1) Suche Steinzellennester im Querschnitt der reifen Bohne.
- 2) Untersuche Querschnitte und Tangentialschnitte vom Holz der Fichte und Lärche. — Vergleiche!
- 3.) Untersuche die Wand des Kernhauses beim Apfel (auch beim getrockneten) oder das Häutchen am Dattelkern, sie stimmen mit der harten Schale der Kaffeebohne überein.

Erklärung.

Die Teile der höheren Pflanzen setzen sich zusammen aus einzelnen Zellen von verschiedener Gestalt (kuglig, polyëdrisch, sternförmig, würfelförmig, spindelförmig u. s. w), welche meist fest miteinander zu einem Gewebe, dem echten Zellgewebe, verbunden und vielfach leer (lufthaltig) sind. Besteht dieses aus Zellen, welche nach allen Richtungen hin ungefähr gleichmässig ausgedehnt sind, so nennt man es Parenchym; sind dessen Zellen aber hauptsächlich nach der Längsrichtung ausgedehnt, wie bei der Kiefer, so heisst es Prosenchym. Sind, wie bei älteren Zellen häufig, die Zellwände verdickt, so haben sie Poren

vermöge deren sie mit den Nachbarzellen, welche anstossende Poren besitzen, in Austausch der Stoffe treten können. Diese Poren können entweder durch ein dünnes Häutchen geschlossen oder ganz offen sein. Die Wände der Korkzellen sind dünn und entbehren der Poren. Sie sind von einem besonderen Stoffe, dem Korkstoff oder Suberin durchdrungen, welcher sie im allgemeinen wasserdicht macht. Das Korkgewebe wird durch Kali gelb gefärbt. Auch die Holzzellen enthalten einen besonderen Stoff, das Lignin oder den Holzstoff.

Die zum Zellgewebe vereinigten Zellen sind vermittelst der Intercellularsubstanz verbunden, die durch Umwandlung des Stoffes der Zellhaut entstanden zu sein scheint. Diese Substanz wird gelöst 1. auf natürlichem Wege in der lebenden Pflanze durch gewisse Wachstumsprozesse (wie bei Sedum, Oxalis und mehligten Früchten. (§ 5), 2. künstlich durch Kochen, Faulenlassen (§ 9) und im äussersten Falle durch Maceration mitscharfen chemischen Agentien, welche die Zellen ganz lassen.

Wo drei und mehr Zellen zusammenstossen, bleiben vielfach Räume zwischen denselben frei, diese heissen Intercellularräume und sind meist mit Luft gefüllt. Sie ziehen sich zusammenhängend durch die ganze Pflanze und sind mehr (Juncus) oder weniger ausgebildet, je nachdem das Bedürfnis der Durchlüftung und der Zufuhr von Sauerstoff zu den entfernteren Zellen bei der Pflanze in mehr oder minder hohem Grade vorhanden ist.

Diese Lufträume können durch Auseinanderweichen von Zellen entstehen, aber auch durch Absterben und Zerstörung ganzer Zellcomplexe.

Fragen und Aufgaben.

1. Was ist ein Querschnitt, ein Längsschnitt?
2. Wie bezeichnet man die Gesamtheit zusammengewachsener Zellen?
3. Welche Substanz hält die Zellen aneinander?
4. Bleiben Räume zwischen den Zellen frei?
5. Was enthalten diese, wie heissen sie und welchem Zweck entsprechen sie?

6. Was führen viele Zellen im Innern?
 7. Wie lassen sich die Zellen von einander trennen?
 8. Wird die Intercellularsubstanz auch in der lebenden Pflanze zuweilen zerstört? Beispiele!
 9. Angabe einer Pflanze mit grossen Intercellularräumen!
 10. Welche Arten von Zellgewebe unterscheidet man? Gib die Unterschiede an!
 11. Wodurch können die Lufträume zwischen den Zellen entstehen?
 12. Bei welchen Zellen findet man Poren und wozu?
 13. Führe einige Zellformen an! Beispiele!
 14. Wie sehen die Korkzellen aus?
 15. Was für Stoffe enthalten die Wände der Korkzellen oder der Holzzellen?
 16. Was sind Steinzellen und wo finden sie sich?
 17. Wie sehen die Holzzellen der Kiefer aus?
 18. Zeichne aus der Erinnerung mit wenigen Strichen die Zellen des Hollundermarks, der Binse u. s. w.!
 19. Zeichne aus der Erinnerung etwas genauer Teile der verschiedenen Zellgewebe, die Du gesehen hast!
 20. Beschreibe die Gewebe von Sambucus, Juncus u. s. w.!
 21. Wiederhole den Gang der Untersuchung der Gewebe!
 22. Beschreibe die Binse möglichst vollständig, nebst Angabe ihres Standorts und ihrer Lebensbeziehungen u. s. w.!
 23. Beschreibe die Kaffeepflanze, gib ihre Heimat an!
 24. Beschreibe die Anfertigung eines Dauerpräparates, z. B. vom Korkgewebe!
-

§ 8. Zellinhalt (wesentlicher).

Notwendige Gegenstände: Zwiebel, Funaria, (Sellerieblättchen, Orchisstengel, Frucht v. Viscum, Opuntia), Spirogyra, Zygnema, Cereus. — Objectiv III. — Objectträger und Deckgläser. — Rasiermesser, Tropfröhrchen, Blasrohr, Präpariernadeln, Pincette, Pinsel (2 u. 3), Lackmuspapier, Löschpapier. — Wasser, Spiritus, Jodlösung, Saffranin, Kalilösung.

Versuche:

1. Schäle eine gewöhnliche Zwiebel, bis Du zu den weissen »Zwiebelschalen« gelangst. An diesen befindet sich auf der Innenseite die Oberhaut meist schon abgelöst, wenn nicht, so ziehe etwas davon mit der Pincette ab. Ein Stück eines solchen dünnen Häutchens lege in Wasser auf einen Objectträger unter Deckglas. Betrachte! — Du siehst lauter längliche, fest verwachsene Zellen von wenig regelmässiger Gestalt und in deren Innerem jedesmal den Kern. (Bei stärkerer Vergrösserung würdest Du hier noch Fäden, vom Kern nach dem Wandplasma gezogen, sehen und das Ganze in Bewegung finden.)
2. Setze Jodlösung zu! — Die Bilder werden ganz deutlich, die Kerne treten braungelb hervor. — Zeichne!
3. Lass gleichzeitig vom Rande her Glycerin zufließen! — Du siehst, wie sich von der Zellwand rings eine gleichmässige Masse, die auch den Kern mitnimmt, loslöst und in der Mitte zusammenzieht. Dies ist das Protoplasma.
4. Setze zu einem anderen Präparat Saffranin und etwas Glycerin. — Die Kerne werden sehr deutlich dunkelrot, das zusammengezogene Protoplasma etwas heller. — Dauerpräparat!
5. Nimm eine jener dicken, weissen »Zwiebelschalen« und quetsche zwischen Daumen und Zeigefinger einen Tropfen Flüssigkeit heraus, lass ihn aber nicht gleich abfallen, sondern etwa eine halbe Minute hängen und dann berühre

mit dem Tropfen einen Objectträger. (Oder zerklainere ein Stück Schale durch Schaben und drücke das Geschabsel auf einen Objectträger aus; oder: Schneide eine frische Wurzelfaser in mehrere Stückchen und zerdrücke diese zwischen Deckglas und Objectträger in einem Wassertropfen.) — Betrachte zunächst ohne Deckglas. — Du siehst neben ganz feinem Gerinnsel auch viele ganz durchsichtige, ziemlich kreisrunde, nicht eben grosse, aber scharf umrandete Körperchen (vielleicht auch einzelne Zellen)!

6. Untersuche den Saft auch mit Lackmuspapier!
7. Füge Jödlösung zu dem Präparat! — Die Körperchen werden gelbbraun, etwas dunkler als das Uebrige, und in jedem siehst Du jetzt deutlich 2 kleine, helle Kreise. Es sind Zellkerne (1) mit ihren Kernkörperchen.
8. Bewege sie mit dem Blasrohr! — Beachte: sie sind nicht überall gleichmässig dick, sondern flach, linsenförmig.
9. Fertige von einem Stücke der weissen »Zwiebelschalen« unter Benutzung des Rasiermessers mit Wasser einige recht dünne Längsschnitte. Bringe sie auf den Objectträger in Wasser mit etwas Jödlösung und unter Deckglas. Suche den dünnsten aus und betrachte ihn genauer. — Du siehst länglich runde Zellen mit grossen, schönen, runden Zellkernen (und in jedem zwei Kernkörperchen), genau solchen, wie Du sie vorhin (5) frei herumschwimmen sahst.
10. Nimm von einer Hyazinthenzwiebel die innere Haut einer Schale und untersuche ähnlich. — Hier zeigen die Kerne sehr verschiedene Formen: rund, länglich, spindelförmig, eingeschnürt u. s. w.
11. Lege ein mit der Pincette abgepflücktes Blättchen eines Wettermoospflänzchens, welches am Tageslichte gestanden hat, in einen Tropfen Wasser auf einen Objectträger unter Deckglas und betrachte. — Das Blatt besteht aus einer einzigen Lage von fest miteinander verwachsenen Zellen. (Zellfläche.) Die in der Mitte und nach der Spitze des Blattes liegenden Zellen erscheinen ganz mit Chlorophyllkörnern angefüllt, während in den Zellen, die nach der Basis hin liegen, die Körner mehr vereinzelt erscheinen. Vielfach siehst Du diese Körner in der Mitte eingeschnürt, sie beginnen dann, sich zu teilen.

12. Nimm nun den Objectträger vom Tische weg, hebe das Deckglas ab, füge zum Präparat noch einen Tropfen Wasser und lege das Ganze unter ein umgestülptes Wasserglas, über welches dann noch eine Blechbüchse gestülpt wird, damit das Präparat im Finstern liegt. Nach etwa zwei Stunden hole das Präparat hervor und betrachte es (bald!). — Jetzt sind in den vorher gefüllten Zellen die Chlorophyllkörner meist aus der Mitte verschwunden, dagegen sehen die Ränder jetzt dicker aus. Die Chlorophyllkörner sind (§ 5,12) von den oberen und unteren Wänden an die Seitenwände gewandert (Dunkelstellung der Chlorophyllkörner). — Zeichne eine leicht wieder aufzufindende mittlere Zelle!
13. Lass jetzt das Präparat wieder am Lichte unter einem Wasserglase liegen, nachdem Du, wenn nötig, noch etwas Wasser zugegeben hast. Betrachte nach abermals zwei Stunden. — Die Chlorophyllkörner haben ihre vorherige Lage meist wieder eingenommen. (Lichtstellung derselben.) — Zeichne wieder dieselbe Zelle!
14. Ein Querschnitt durch ein Blättchen von *Funaria* erfordert schon geübtere Hände. Du erhältst ihn, wenn Du ein Pflänzchen zwischen die Hälften eines der Länge nach durchgeschnittenen Stückchens Hollundermark legst und nun von diesem Querschnitte machst. — Du schneidest dabei gleichzeitig durch die Blättchen des Mooses und musst nun sofort auf dem Rasiermesser diese Schnittchen mit der befeuchteten Nadel abnehmen und auf den Objectträger in Wasser bringen. Aus den Schnitten suche die besten heraus und betrachte sie genauer. — Du siehst, dass, ausser in der Mittelrippe, nur eine einzige Zellreihe mit ziemlich runden Zellen, die noch Chlorophyllkörnchen enthalten, vorhanden ist. Im ganzen Blättchen liegen also nur einzelne Zellen in einer Fläche zusammen, daher hast Du hier eine Zellfläche vor Dir. (11.)
15. Gieb zu einem Blättchen, dessen Chlorophyllkörner Dunkelstellung zeigen, einen Tropfen Jodlösung zur Fixierung (und ebenso zu einem mit Lichtstellung der Chlorophyllkörner) — nachher noch ein Tröpfchen Glycerin und präpariere nun beide Blättchen für die Sammlung!

16. In Tümpeln und Teichen findest Du nicht selten Luftblasen haltende Watten von grünen Fäden. Es sind Algen. Wir betrachten die der Gattung Spirogyra (oder Zygnema) angehörigen. Nimm einige Fäden in Wasser unter's Mikroskop. — Du siehst einfache Fäden aus einzelnen cylindrischen Zellen bestehend, die bei Spirogyra mehr oder weniger dichte, grüne, am Rande gezackte Schraubenlinien (Chlorophyll) mit vereinzelt hellen Flecken enthalten. Vielleicht kannst Du hier und da in der Mitte der Zelle einen Kern mit Kernkörperchen an einzelnen strahlenartigen Fäden hängen sehen. Verfolge eine Schraubenlinie durch Einstellung.
17. Drücke an einer Stelle das Deckglas etwas fest gegen den Objectträger! — Dabei zerdrückst Du einige Zellen und siehst grosse Chlorophyllstücke mit jenen weissen Körperchen und auch einzelne Zellkerne herumschwimmen. Dagegen sind die Zellen ziemlich leer oder auch scheinbar ganz leer geworden.
18. Füge Jod vom Rande aus hinzu! — Der Inhalt der ganz gebliebenen Zellen wird bräunlich und besonders die grünen Streifen ziemlich braun. Die vorher hellen Flecken sind jetzt scharf begrenzt und bräunlich blau mit einem hellen Punkt im Innern. — Es sind Stärkeherde mit einem anderen Körper in der Mitte (Pyrenoid genannt). Du kannst jetzt auch sehen, dass die schwarzen Punkte in regelmässigen Abständen auf dem Spiralbände stehen. In der Mitte vieler Zellen siehst Du nun recht deutlich einen gelblich braunen Kern aufgehängt mit einem grossen, dunkelbraunen Körperchen. In den zerdrückten, scheinbar leeren Zellen hat sich eine noch vorhandene feinere Masse gelblich braun gefärbt. Es ist Protoplasma.
19. Bringe jetzt Kalilösung an den Deckglasrand! — Du kannst sehr schön beobachten, wie die schwarzen Körner langsam zur doppelten und dreifachen Grösse anschwellen und sich dabei entfärben. Gleichzeitig dehnt sich der Zellkern, und das Körperchen verschwindet. Der übrige Inhalt der Zelle wird hellgrün.
20. Nun färbe noch einmal mit Jod, nachdem Du das Kali mit Wasser abgespült hast. — Die dunklen Stärkeherde sind jetzt grösser und etwas heller, wie früher, lassen auch

im Innern deutlich eine grössere, hellere Stelle erkennen. Hier und da sind auch, statt der vorher zackig begrenzten Bänder, von Schlangenlinien begrenzte entstanden, in denen die Stärkeherde liegen.

21. Bringe zu mehreren frischen Fäden in einem Tropfen Wasser ein wenig Saffranin und etwas ziemlich verdünntes Glycerin. — Beobachte, wie sich das Innere in verschiedenen Fäden verschieden schön von der Zellwand langsam und gleichmässig abzieht und in der Mitte zusammendrängt. In einzelnen Zellen entstehen prächtige Kugeln und Eiformen. Gleichzeitig färben sich die Zellwände und allmählich auch der Inhalt. Dabei verlieren dann meist die prachtvollen Kugeln ihre Form wieder.
22. Die Fäden von *Zygnema* haben in jeder Zelle zwei Chlorophyllsterne, welche durch ein Plasmaband verbunden sind, in dem sich der Kern mit dem Körperchen befindet. Gieb zu einigen Fäden, die in einem Tropfen Wasser liegen, (ohne Deckglas) ganz wenig Glycerin. Der Inhalt der Zellen zieht sich zusammen. Wenn dies geschehen, gieb bald viel Wasser dazu, dann dehnt sich meist der Inhalt wieder aus und erfüllt von neuem die Zelle.
23. Gieb nun, nach Entfernung des Wassers, Spiritus dazu, sofort sind die sämtlichen Zellen völlig weiss, — der Chlorophyllfarbstoff wird durch Spiritus gelöst!
24. Nimm einen recht dünnen Querschnitt durch ein kleines Stückchen der wohl überall zu erreichenden Cactusart *Opuntia*. — Betrachte die Zellen mit Chlorophyllkörnern, besonders in der Nähe der Oberhaut. In den Chlorophyllkörnern siehst Du ziemlich deutlich kleine, helle Körnchen (Stärkekörnchen) eingelagert. — Noch besser ist ein Tangentialschnitt, aber nicht ganz an der Oberfläche. (Eine stärkere Vergrösserung, ca. 250, ist hier wünschenswert.)
25. Färbe mit Jodlösung. — Die kleinen Körnchen werden blau. Behandle mit Kalilösung.

Merke:

1. Man sucht nach Möglichkeit die allmähliche Einwirkung der Reagentien zu beobachten, indem man dieselben an den Deckglasrand bringt und während der Beobachtung am entgegengesetzten Rande mit Löschpapier abzieht.

2. Will man in einem Wassertropfen ein Präparat längere Zeit frisch erhalten, so stürzt man ein Wasserglas darüber, um das schnelle Verdunsten des Tropfens zu verhindern.
3. Um von feinen oder kleinen Körperchen Schnitte zu fertigen, legt man dieselben zwischen Hollundermark (Rübenscheibchen, Korkstückchen u. s. w.) und stellt nun daraus die Schnitte her.

Uebungsaufgaben: (Beschreibe und zeichne!)

1. An den käuflichen Sellerieknollen findet man noch meist junge Blättchen. Von dem Stiele eines solchen betrachte einen Querschnitt in Jodlösung. — Jeder Zellkern, deren sich vielfach 2 in einer Zelle finden, hat ein Kernkörperchen. Untersuche genauer!
2. Betrachte die Zellen unter der Haut des Orchisstengels!
3. Untersuche die Fäden von Zygnema ähnlich wie die von Spirogyra!
4. Untersuche die innere Haut einer jüngeren Zwiebelschale genauer, besonders beachte das sehr helle Protoplasma (mit Strahlen vom Kern zur Wand), ziehe es durch vorsichtiges Hinzufügen verdünnten Glycerins von der Wand ab und färbe mit Jod oder Saffranin.
5. Betrachte genauer die Zellen in der Frucht von *Viscum album* (schöne Kerne, Fetttropfen und Protoplasma) oder von *Opuntia* (Kern, Chlorophyllkörnerbewegung. § 5.)

Erklärung:

Die wesentlichen Bestandteile der lebenden Zelle sind, wie bereits früher gezeigt, die Zellhaut, das Protoplasma und der Zellkern mit dem Kernkörperchen. Die Zellhaut wird vom Protoplasma, welches zusammen mit dem Zellkern als der wichtigste Teil der Zelle erscheint, ausgeschieden. Nicht so der Zellkern, der sich zwar stets innerhalb des Protoplasmas befindet, nämlich entweder an der Zellwand, oder im Zellinnern, wo er dann mit Protoplasmafäden, die zur Wand hingehen, aufgehängt ist, der aber nur

durch Teilung eines bereits vorhandenen Zellkerns entsteht. In dem Protoplasma, (einer schleimigen, kleinkörnigen, lebendigen Masse, welche in fließender, z. T. strömender Bewegung ist) lagert ferner — jedoch auch nicht von ihm ausgeschieden — das Chlorophyll oder Blattgrün, welches entweder körnig oder bandförmig oder sternförmig erscheint und immer (mehr oder weniger deutlich) Stärkekörner enthält, die es unter Einfluss des Lichtes bildet. Die Chlorophyllkörner vermehren sich durch Teilung.

Im Finstern gewachsene Pflanzen sehen weiss oder hellgelb aus und enthalten kein Blattgrün, sie ergrünen aber bald unter Einfluss des Lichtes. Ein solcher Einfluss zeigt sich auch darin, dass sich die Chlorophyllkörner im Dunkeln anders lagern als im Lichte. Die Vermehrung der Chlorophyllkörner geschieht durch Teilung, wie man vielfach, besonders bei stärkerer Vergrößerung, an ihren Formen erkennt.

Die Zellkerne, deren die Zelle einen oder mehrere, sogar viele besitzen kann, können verschiedene Gestalten haben, sind aber im allgemeinen linsenförmig und enthalten ein oder mehrere Körperchen.

Das Protoplasma, welches im Innern der Zelle noch einen mit wässrigem Zellsaft gefüllten Raum (Lumen) umschliesst, lässt sich durch wasserentziehende Mittel (Glycerin, Alkohol) von der Zellwand abziehen und durch Wasserzusatz wieder ausdehnen, falls es nicht bei längerer Anwendung oder stärkerer Concentration der wasserentziehenden Flüssigkeiten bereits abgetötet war. Ist dies der Fall, so lässt es sich auch färben, während lebendes Protoplasma keine Farbstoffe annimmt. Durch Jodlösung wird es gelb gefärbt, der Zellkern dunkler und das Kernkörperchen noch dunkler. Kali zerstört die Kerne mit den Körperchen.

In den toten Zellen, deren Wände meist verdickt sind, findet sich kein Protoplasma mehr, sondern nur Luft oder Stoffe, die nicht mehr für die Pflanze verwertbar sind (z. B. Kristalle).

Wir unterscheiden je nach der Lagerung der Zellen: Zellfäden, Zellflächen, Zellkörper.

Fragen und Aufgaben:

1. Welche Bestandteile hat die Zelle?
2. Welches ist der hauptsächlichste Bestandteil?
3. Welche Teile ändern ihren Ort?
4. Wobei hast Du dies früher schon gesehen?
5. Auf welche Art wurde es nachgewiesen?
6. Beschreibe den Gang des Nachweises am Blatte von *Funaria* genauer!
7. Welche Teile scheidet das Protoplasma aus? Was umschliesst dasselbe?
8. Welche Teile finden sich ausserdem noch darin?
9. Wodurch kann man das Protoplasma von der Wand abziehen?
10. Wieviele Kerne hat die Zelle? — Beispiele.
11. Wieviel Körnchen sind in den Kernen? — Beispiele.
12. Wodurch wird der Kern recht deutlich gemacht?
13. Wie erkennt man die Linsenform des Kerns?
14. Wo findet man andere Kernformen?
15. Was ist ein Zellfaden, eine Zellfläche, ein Zellkörper?
16. Wodurch unterscheiden sich *Spirogyra* und *Zygnema*?
17. Zu welchen Pflanzen gehören beide? (Auch nach dem Standorte?)
18. Bei welchen Pflanzen lässt sich Stärke im Chlorophyll deutlich nachweisen?
19. Was findet sich in toten Zellen?
20. Wodurch unterscheiden sich lebende Zellen von toten in Bezug auf Inhalt?
21. Wie unterscheidet man durch Reagentien das lebende Protoplasma vom getöteten?
22. Welchen Zellen fehlt das Protoplasma mit seinem Inhalte? — Beispiele.
23. Was kann ausser den wesentlichen Bestandteilen sich in der Zelle finden? (§ 5.)
24. Gieb die verschiedenen Pflanzen an, von denen Du bisher Teile gesehen hast!

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

Ben

25. Gib kurz an, was bei dieser Pflanze bemerkenswert (neu) war!
26. Beschreibe genauer, was Du bei den einzelnen Pflanzenteilen gesehen hast!
27. Gib den Gang der Untersuchung in § 8 an!
28. Zeichne eine Spirogyra-Zelle aus dem Gedächtnis. — Beschreibe!
29. Zeichne und beschreibe eine Zygnema-Zelle!
30. Wie kannst Du *Funaria* im Zimmer kultivieren?
31. Wo findest Du dies Moos?
32. Weshalb wurden Spirogyra und Zygnema erwähnt?
33. Zu welchen Pflanzen gehört *Funaria*?
34. Fertige Dauerpräparate von Spirogyra und Zygnema! (Die Alge muss vorher ganz allmählich in Glycerin gebracht werden, indem man sie zunächst in einem grossen Tropfen Wasser, der mit einem winzigen Tröpfchen Glycerin gemischt ist, auf einen Objectträger staubfrei liegen lässt, so dass das Wasser verdunstet.)

Bemerkung:

Die strömende Bewegung des zähschleimigen Protoplasmas an der Zellwand entlang oder durch die Mitte der Zelle, vom Kern weg und zu ihm hin gerichtet, wird sich bei Anwendung so geringer Vergrösserungen nur ganz ausnahmsweise zeigen lassen. Immerhin wird dies dann möglich sein, wenn in einer ziemlich grossen und durchsichtigen Pflanzenzelle in den mehr oder weniger dicken Strömen auch genügend grosse Körnchen mitgeführt werden, wie dies bei den Staubfadenhaaren der *Tradescantia virginica* fl. alb., so lange sie noch frisch sind, häufig der Fall ist, auch selbst dann noch, wenn die Pflanzen schon einen Tag und länger im Wasser standen. Sind aber die Haare selbst bereits einige Stunden unbedeckt auf einem Objectträger in Wasser gewesen, so sind die grossen Körnchen in lauter kleinste zerfallen und bei geringer Vergrösserung ist dann nichts mehr zu erkennen, obgleich die Bewegung noch nicht aufgehört hat. Am besten ist die Bewegung sichtbar, wenn man einen Tropfen lauen Wassers zu den frisch abgeschnittenen Fäden giebt, ein Deckglas locker auflegt und nach 3—5 Minuten betrachtet.

Ein Object, welches man jederzeit zur Hand haben kann und in dessen Oberhautzellen man die Protoplasma-bewegung (freilich auch nur mit etwas stärkeren Vergrösserungen) leicht nachweisen kann, ist *Sedum* (*acre* u. A.) welches man im Blumentopfe ohne grosse Mühe pflegt.

Ausserordentlich brauchbar schon für unsere geringe Vergrösserung ist *Hydrocharis*, in dessen Wurzelhaaren ein sehr deutlicher Wandstrom rotiert. Zur Beobachtung bringt man eine ganze Wurzelspitze, etwa 3 cm lang, unter's Deckglas in Wasser. Die Strömung hält bei guter Pflege des Präparats (unter Glasglocke) tagelang an. Auch die Hüllblätter sind geeignet, da die Ströme in Fäden ziehen und Chlorophyllkörner führen, oft sogar ganze Klumpen.

Das empfehlenswerteste, freilich nicht bequemste Object, in welchem bei unserer geringen Vergrösserung das Leben der Zelle deutlich sichtbar ist, dürfte ohne Frage *Vallisneria spiralis* sein, die doch wohl von jedem Handlungsgärtner zu beziehen ist. Freilich kann man hierin das Protoplasma nicht direct beobachten, sondern nur auf seine Bewegung schliessen aus derjenigen der vielen mitgerissenen Chlorophyllkörner, vielfach sogar des Zellkerns. Auch zeigt sich die Strömung nicht immer sofort, sondern mitunter erst nach einigen Minuten und geht nur gleichmässig an der Zellwand entlang, aber nicht quer durch die Zelle wie bei *Tradescantia*, doch ist sie stets ganz ausserordentlich deutlich und nach einiger Zeit auch recht lebhaft.

Man fertigt bei *Vallisneria* das Präparat, indem man ein Blatt über den Zeigefinger legt, mit dem Daumen und Mittelfinger festhält und mit dem Rasiermesser der Dicke nach halbiert. Die Stücke werden, mit der Innenseite nach oben, in einen Tropfen Wasser gelegt und ein Deckglas darüber. Nun betrachtet man die grossen Innenzellen. Im Präparate zeigt sich, wenn es frisch gehalten wird, noch am achten Tage in vielen Zellen die Strömung, allerdings dann verlangsamt.

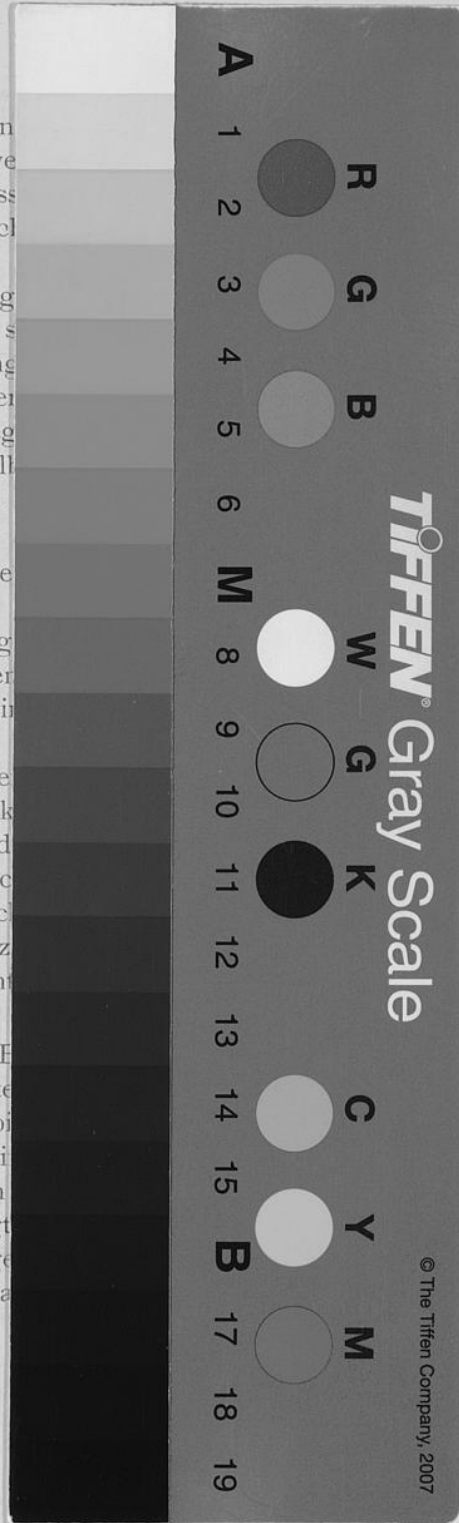


kann
bewe
gröss
welch

Verg
ein s
bring
unter
Pfl
Hüll
und

Obj
das
Frag
jeder
hier
nur
viele
Zellk
sond
gleich
durc
ganz
rech

ein E
Mitte
halb
in ei
Nun
zeigt
Tage
verla



t zur Hand haben
n die Protoplasma-
as stärkeren Ver-
Sedum (acre u. A.)
osse Mühe pfl
für unsere geringe
sen Wurzelhaaren
Zur Beobachtung
etwa 3 cm lang,
ung hält bei guter
gelang an. Auch die
e in Fäden ziehen
r ganze Klumpen.

nicht bequemste
en Vergrößerung
ist, dürfte ohne
doch wohl von
Freilich kann man
obachten, sondern
as derjenigen der
vielfach sogar des
nicht immer sofort,
ten und geht nur
, aber nicht quer
doch ist sie stets
einiger Zeit auch

iparat, indem man
dem Daumen und
sser der Dicke nach
enseite nach oben,
Deckglas darüber.
llen. Im Präparate
, noch am achten
, allerdings dann

© The Tiffen Company, 2007

