

Erste Anleitung
zum
Mikroskopieren

zugleich als Einleitung

in die

Pflanzenanatomie

I. Teil

von

Prof. Dr. Stoltz,
Director der Städt. Realschule
zu Dortmund.

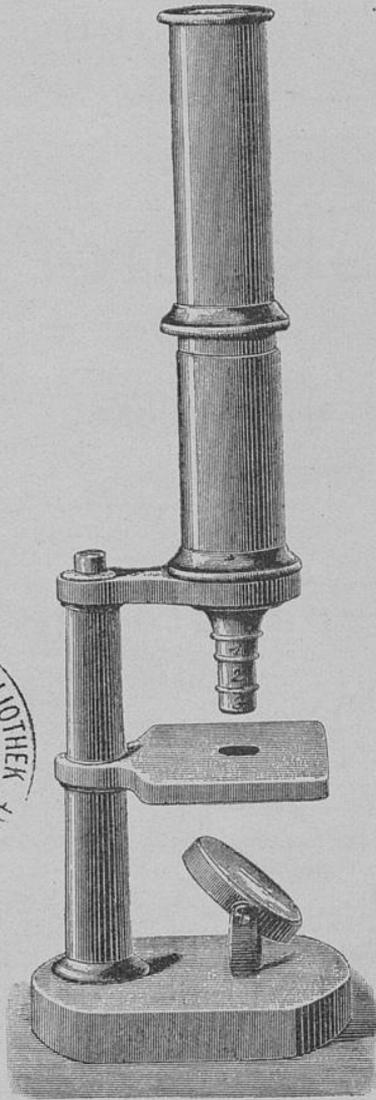


Buchdruckerei Ed. Herfort, Dortmund.

1898. 397.

900
7 (1898)

3976.



..... Ocular.

..... Tubus.

..... Messinghülse.

..... Objectiv.

..... Tisch.

..... Spiegel.

..... Fuss.

Vorwort.

Jeder, der das innere Leben der Pflanze kennen lernen will oder muss, sei es, um sich eine Quelle dauernder, wahrer Freuden, geistigen Genusses und tieferer Natureinsicht während der Mussestunden zu erschliessen, — sei es, weil die sonstige Beschäftigung es wünschenswert macht oder unumgänglich erfordert, wie dies mehr oder weniger beim Land- und Forstwirt, beim Gärtner und Brauer, beim Apotheker und Arzt, auch besonders beim zukünftigen Lehrer der beschreibenden Naturwissenschaften, beim Seminaristen und beim Schüler der Fall ist — muss zunächst das Haus genauer kennen lernen, in welchem dieses Leben pulsiert, muss die äusseren und inneren Organe der Pflanze und ihre Zusammengehörigkeit studiert haben, ehe ihm das Verständnis ihrer Funktionen und damit die Lebentätigkeit des ganzen Organismus klar werden kann.

Nun existiert allerdings eine ganze Reihe vortrefflichster Werke über diesen Gegenstand: in erster Linie nenne ich die sehr eingehenden von Strassburger, Sachs und Dippel.

Sie leiden aber mit den vielen übrigen hauptsächlich daran, dass sie (auch das „kleine“ bot. Praktikum von Strassburger zunächst) nicht für den wirklichen Anfänger, der noch nie ein Mikroskop in der Hand hatte und dem kein Mentor zur Seite steht, geschrieben sind, dass sie diesen ausserdem noch durch die Fülle des Materials und die Schwierigkeit der Aufgaben, die sofort an ihn herantreten, verwirren und abschrecken können; dass sie auch wenigstens z. T. nicht directe Anleitungen, sondern wissenschaftliche Ergebnisse enthalten; dass sie endlich noch sehr bedeutende Anforderungen an die Geldmittel (wegen der verhältnismässig theuren Apparate und sonstigen Hilfsutensilien) stellen.

So ist denn der Zweck dieser Arbeit gerade der, dem **ersten Anfänger** zu dienen und ihn an der Hand der **einfachsten und billigsten Hilfsmittel** ganz allmählich in methodischer Weise durch **directeste Anleitung** und **Aufgabenstellung** in die **Kenntnis des Mikroskops** und seiner Anwendung und in die **des Pflanzenbaues** einzuführen.

Als hauptsächlichstes Hilfsmittel wird das zusammengesetzte Mikroskop, aber ausschliesslich in seiner einfachsten Form benutzt, wie es zum Preise von 20—30 Mark von den meisten optischen Instituten zu beziehen ist. Es ist klar, dass der Uebende sowohl die Zusammensetzung, als auch den Gebrauch eines solchen einfachen Instruments, die in den ersten Paragraphen gezeigt werden, in verhältnismässig kurzer Zeit und mit entsprechender Leichtigkeit kennen lernen wird. Diese Ueberlegung und besonders die andere, dass der billige Preis des Instruments eine recht weite Verbreitung ermöglicht, waren für die Wahl gerade eines solchen Instruments bestimmend.

Neben demselben werden nur ganz einfache Gerätschaften und sonstige Hilfsmittel angewendet, welche zur Darstellung und Verdeutlichung der Präparate durchaus notwendig erscheinen. Jede schwierigere Handleistung ist vermieden. Freilich kann vom Gebrauche eines Rasiermessers zwar am Anfange, aber nicht wohl auf die Dauer abgesehen werden; doch sind auch bei dessen Anwendung zunächst leichter darzustellende Schnitte behandelt, so dass immerhin der schwereren Arbeit eine gewisse Uebung vorhergeht.

Um hier und da in genügender Deutlichkeit die Präparate erscheinen zu lassen, konnte von der Benutzung gewisser Flüssigkeiten nicht ganz abgesehen werden, doch ist nach Möglichkeit Beschränkung auf gefahrlosere eingetreten. Leider liess sich die Anwendung einer mässig starken Kalilauge zur Aufhellung und des Jodjodkaliums zur Färbung nicht ganz vermeiden, wenn nicht mancherlei wichtige Proben hätten unterbleiben sollen.

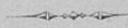
Was die Methode betrifft, so wird selbstverständlich vom Leichterem zum Schwereren fortgeschritten und besonders darauf Gewicht gelegt, dass trotz einfachster Hilfsmittel und gerade nur mit diesen doch möglichst deutliche und übersichtliche Bilder gegeben werden. Dies ist durch eine aus langjähriger eigener Praxis hervorgegangene sorgfältige Auswahl solcher Pflanzenteile erstrebt, bei denen das zu Zeigende sich hervorragend einfach, übersichtlich, charakteristisch und klar darstellt. Allerdings hat das nun wieder die Unannehmlichkeit im Gefolge, dass man sich nicht auf wenige Pflanzen beschränken kann, sondern das Gute nehmen muss, wo man es findet — so wünschenswerth es auch wäre, mit möglichst wenigen bekannten, weit verbreiteten und wohl auch sonst interessanten Pflanzen zu arbeiten.

Unterstützt wird die Deutlichkeit der Bilder durch hervorhebende Färbung. Zur Unterscheidung des Hauptsächlichen vom Nebensächlichen, gewissermassen zur Hervorhebung des Schemas — und anderseits zur Erkennung der Verschiedenartigkeit der Organe müssen freilich auch mannigfache Bilder derselben Art gezeigt werden, wodurch die Zahl der zu untersuchenden Pflanzenteile wiederum vermehrt wird.

Die eigene Arbeit, das selbständige Beobachten und Finden wird nachher durch Uebungsaufgaben eingeleitet und das Verständnis durch Zusammenfassen der Resultate und durch gestellte Fragen erleichtert und controllirt. Ueberall ist dabei die Notwendigkeit fortwährender schriftlicher Notizen und regelmässigen Zeichnens betont.

In den ersten Paragraphen habe ich geglaubt, mehr unterstützen und die einzelnen Schritte genauer unterscheiden zu müssen, mit einem Worte, eine ausführlichere Anleitung geben zu dürfen und erst später ist mehr und mehr zusammengefasst und den Wissensdurstigen bei knapperen Andeutungen freiere Hand gelassen worden. Insbesondere sind auch die Forderungen: zu beschreiben, zu zeichnen, zu präparieren später immer seltener hingestellt in der Annahme, dass diese Thätigkeiten dem Studierenden allmählich zur Gewohnheit geworden seien.

Dr. Stoltz.



I. Das Mikroskop und seine Anwendung.

§ 1. Das Mikroskop.*)

Vorbemerkung.

Achte darauf, wie das Mikroskop im Kasten liegt und versuche nach dem Herausnehmen, dasselbe sofort wieder richtig einzulegen. Beachte auch seine Länge im Kasten, diese muss, wenn sie verändert wurde, später annähernd wieder hergestellt werden, ehe man es einlegen kann.

Betrachtung des Ganzen:

1. Hebe das Mikroskop aus dem Kasten, stelle es auf den Tisch und beachte: Die Hauptmasse ist von Metall, einzelne Teile von Glas.
2. Der unterste Teil ist eine schwere gusseiserne Platte und heisst der Fuss. Er ist schwer, damit das Ganze sicher steht und nicht leicht umgeworfen werden kann.
3. Auf dem Fusse ist eine eiserne Säule befestigt, an welcher sich ungefähr in der Mitte eine feste, geschwärzte (Metall-) Platte befindet. Diese Platte heisst der Tisch. Derselbe hat in seiner Mitte eine kreisrunde Oeffnung und dient zum Auflegen der zu betrachtenden Gegenstände. (Vielleicht bildet eine doppelte Platte den Tisch. Dann trägt der untere Teil wohl eine Stellschraube mit grossem Kopfe, mittelst deren der obere federnde Teil dem unteren genähert und entrückt werden kann.)
4. Unter dem Tische hat man an der Säule oder auf dem Fusse einen Spiegel angebracht, welcher zur Durchleuchtung der Gegenstände von unten (bei Beobachtung im durchfallenden Lichte) dient.

*) Bei der Besprechung halten wir uns an die einfachste brauchbare Form des zusammengesetzten Mikroskops, dessen stärkste Vergrösserung etwa 90—120 ist.

5. Ueber dem Tische befindet sich ein Messingrohr (Tubus) in einer Messinghülse verschiebbar*). Die Hülse ist durch ein Zwischenstück an der Säule befestigt. Sie ist der Länge nach aufgeschnitten, damit sie »federt«.

Versuche:

1. Ziehe die Röhre vorsichtig senkrecht aus der Hülse und halte sie in dieser Stellung. — Sie lässt sich ganz heraus ziehen. Sie ist oben durch ein Glas geschlossen.
2. Hebe das Glas sorgfältig heraus. — Es sitzt, befestigt in einem kleinen Rohre, nur lose in der Röhre. Es heisst das Ocular und ist derjenige Teil, vor welchen man beim Hineinsehen in's Mikroskop das Auge bringt.
3. Drehe nun erst die Röhre um und besieh das andere Ende. — Es ist plötzlich verengt und auch mit Glas geschlossen.
4. Fasse mit der linken Hand die Röhre und mit der rechten den verengten Teil und drehe letzteren links herum, (d. h. entgegengesetzt der Richtung, in welcher der Uhrzeiger geht). — Dieser engere Teil lässt sich abschrauben. Es ist derjenige Teil, unter welchen man (auf den Tisch) den zu beobachtenden Gegenstand (das Object) legt und heisst Objectiv.
5. Betrachte die Röhre inwendig. — Sie ist, wie auch Ocular und Objectiv, innen matt geschwärzt, damit nicht beim Gebrauche zurückgestrahltes Licht die Beobachtung störe. Ausserdem sieht man in ihr einen Ring befestigt mit bedeutend kleinerer Oeffnung. (Eine Blende.)
6. Lege Röhre und Gläser behutsam zur Seite und bewege den Spiegel. — Er ist beweglich.
7. Versuche, dem Spiegel eine beliebige Lage zu geben. — Er lässt sich nach allen Lagen einstellen, doch nicht stets unter der Mitte des Tisches wegrücken, unter dessen Oeffnung dann sein Mittelpunkt immer bleibt.
8. Drehe den Spiegel herum, so dass Du seine Rückseite siehst. — Er ist auf der Rückseite mit Metall gedeckt und dieses geschwärzt.
9. Achte darauf, dass der Spiegel blank ist, sonst putze ihn mit einem weichen leinenen (oder ledernen) Lappen.

*) Vielleicht vermittelt einer Schraube stellbar, und dann lässt sich das Rohr nicht immer herausnehmen.

10. Nimm das Objectiv zur Hand und betrachte es genau. — Du siehst drei (od. zwei) Messingreifen daran.
11. Fasse die beiden unteren Messingreifen fest zwischen dem Daumen und Zeigefinger der rechten Hand und den oberen mit der linken und drehe links herum (4.) — Der obere Teil schraubt sich ab und enthält ein Glas in Messingfassung.
12. Lege den grösseren Teil aus der rechten Hand sorgsam auf den Tisch und betrachte das Glas in der linken genauer, ohne seine Fläche zu berühren. Beachte seine Form, seine Flächen, seine Durchsichtigkeit. — Das Glas ist kreisrund und nach einer oder beiden Seiten hervorgewölbt, ohne Bläschen, völlig klar und durchsichtig.
13. Halte dies Glas dicht über den Druck eines Zeitungsblattes, sieh hindurch und entferne es dann langsam, bis die Buchstaben deutlich erkennbar sind. — Das Glas vergrössert den Druck. Ein solches Glas nennt man eine Linse (und insofern es zum Vergrössern gebraucht wird, eine Lupe). Das Messing, in welches es gefasst ist, heisst die »Fassung«.
14. Lege diese Linse, (Objectivlinse 3) sorgfältig weg, nimm den vorher aus der Rechten gelegten grösseren Teil und schraube von ihm die weiteren Stücke ab. — Er enthält noch zwei Linsen in Messingfassung. Merke deren Reihenfolge (Objectivlinse 2 und 1.)
15. Gib acht, dass die Linsenflächen rein sind, sonst putze sie (9.)
16. Schraube die Linsen wieder in richtiger Reihenfolge fest aneinander. — Du hast jetzt ein Linsen-System.
17. Lege dieses System (das Objectiv) sorgfältig aus der Hand. Nimm und betrachte das Ocular. — Es ist ein kurzer Messingcylinder, oben und unten mit einer Linse geschlossen.
18. Schraube die obere Linse ab und blicke in den Cylinder. — Er ist innen geschwärzt und enthält eine Blende (5.)
19. Vergleiche die beiden Linsen des Oculars. — Die untere ist bedeutend grösser, sie heisst Collectiv. Auch sie lässt sich abschrauben. Es ist aber nicht ganz leicht, sie wieder richtig anzuschrauben.
20. Beachte, ob die Linsen rein sind, sonst reinige sie (9) und schraube die obere Linse wieder auf. Sollte das Collectiv auf der Innenseite Staubteilchen haben, so kehre diese vorher mit einem Pinsel ab.

21. Schraube nun das Objectiv wieder an die Röhre. Schiebe die Röhre, nachdem sie aussen mit einem besonderen Lappen abgewischt ist, wieder vorsichtig in die Hülse, doch nicht so tief, dass der Tisch berührt wird und setze dann das Ocular oben ein.

Erklärungen:

1. Der Name Mikroskop bedeutet »Kleinseher«, d. h. ein Instrument, vermittelt dessen man das Kleine, mit blossen Auge nicht Erkennbare, deutlich sehen kann.
2. Der Teil des Mikroskops, welcher bleibt, wenn Ocular und Objectiv abgenommen werden, heisst Stativ.
3. Wenn die Objectivlinse 1 allein an der Röhre gelassen wird (2 u. 3 also abgeschraubt), so ist die Vergrösserung am geringsten (etwa 30—40). Werden die beiden ersten Linsen allein angeschraubt (also 3 weggelassen), so ist die Vergrösserung stärker (ca. 70—80)*. Wird das ganze Objectiv angeschraubt, so ist die Vergrösserung am stärksten (ca. 100—120)**).
4. Unter Vergrösserung schlechthin verstehen wir hier die lineare Vergrösserung, d. h. die Zahl, welche uns angiebt, wie oft mal so lang eine Linie im Bilde erscheint, als sie in Wirklichkeit ist.
5. Ist also die Vergrösserung z. B. 10, so heisst dies: das Bild, welches wir von der Linie sehen, ist 10 mal so lang als die Linie selbst. Bei dieser Vergrösserung würde man einen Gegenstand 10 mal so lang und 10 mal so breit, also in der Fläche 100 mal so gross sehen.

Merke:

1. Schraube nicht unnötigerweise die Linsen des Oculars und des Objectivs auseinander.
2. Denke daran, dass das Ocular nur lose in der Röhre sitzt und beim Umdrehen derselben leicht herausfallen kann, wenn Du nicht vorsichtig bist.

Fragen und Aufgaben:

1. Aus welchen zwei Hauptteilen besteht das Mikroskop?
2. Wie viele Teile hat das Stativ? Nenne sie!
3. In wie viele Teile darfst und kannst Du das Mikroskop ohne Schädigung desselben zerlegen?

*) Wir wollen diese Zusammenstellung der Linsen „Objectiv II“ nennen.

**) Ebenso „Objectiv III.“

4. Wie heisst der schwerste Teil des Mikroskops?
5. Welche anderen sind damit fest verbunden?
6. Warum ist der Fuss am schwersten?
7. Wie heisst der Teil, in welchem Ocular und Objectiv sitzen?
8. Worin kann der Tubus verschoben werden?
9. Schätze die Länge des Tubus, a.) ohne Linsen, b.) mit Linsen. Miss nach!
10. Wie heissen die beiden Linsensysteme?
11. Welcher Teil heisst Ocular, welcher Objectiv?
12. Warum heissen diese Teile so?
13. Wie sitzt das Ocular in der Röhre im Vergleich zum Objectiv?
14. Wie viele Linsen enthält das Ocular, wie viele das Objectiv?
15. Welche Grösse zeigen die verschiedenen Linsen? Miss dieselben, ohne die Systeme auseinander zu nehmen!
16. Wie heisst die grösste Linse?
17. Wie nennt man den Metallring im Ocular?
18. Warum ist das Innere vom Tubus, vom Ocular und vom Objectiv geschwärzt?
19. Was ist aus demselben Grunde noch geschwärzt?
20. Wo befinden sich Blenden?
21. Welcher Teil ist drehbar angebracht?
22. Welchen Zweck hat der Spiegel?
23. Wohin werden die zu beobachtenden Gegenstände gelegt?
24. Wie hoch ist das ganze Mikroskop von der Standfläche aus gerechnet?
25. Wie lang und breit und dick ist der Tisch?
26. Beschreibe das Mikroskop im Zusammenhange a) mündlich, b) schriftlich.
27. Entwirf in einfachen Strichen eine **Zeichnung** des Mikroskops, aus welcher die Anordnung der Teile erkennbar ist!
28. Denke Dir sowohl das Ocular, als auch das Objectiv längs durchgeschnitten und fertige eine **Zeichnung** dieser Durchschnitte in einfachen Strichen!

u. s. w.

§ 2. Die Hilfsgegenstände.

Zur geeigneten Herrichtung der zu betrachtenden Objecte sind noch mancherlei, meist einfachere Instrumente und Utensilien nötig. Wenn schon im Ganzen der Grundsatz gilt: »je besser die Instrumente, desto leichter das Präparieren und desto besser die Präparate«, so lässt sich doch auch mit einfacheren auskommen. Hierher gehören:

I. Instrumente und ähnliche Utensilien.

1. **Objectträger.** Es sind im allgemeinen rechteckige Gläser von gewöhnlichem, doch möglichst reinem Fensterglas, die man sich von jedem Glaser beliebig zuschneiden lassen kann, von denen aber hauptsächlich zwei Formen weitere Verbreitung erlangt haben.

Das englische Format ist 76 mm lang und 26 mm breit, das Giessener oder Vereins-Format ist 48 mm lang und 28 mm breit. Wir benutzen das letztere und beziehen die Gläser aus der Handlung mikroskopischer Utensilien von Heinr. Vogel in Giessen, das Hundert zu 75 Pfennigen. Auf diese Gläser wird das zu besichtigende Object gelegt.

2. **Deckgläser.** Es sind kleine, verschieden geformte Stücke sehr dünnen Glases, welche zum Bedecken des Objectes bei der Besichtigung dienen.

Wir benutzen quadratische Gläschen von etwa 10 mm Seitenlänge (aus derselben Handlung, das Hundert zu 75 Pfennigen).

3. **Präpariernadeln** mit feinen Spitzen zum Zerstückeln oder Richten und Verschieben des Objectes auf dem Objectträger. Zwei Stück können genügen.

Man stellt sich solche selbst her, indem man von einem geraden Aestchen der Weide oder Haselnuss Stücke von der Länge eines Bleistifts abschneidet und in diese kräftige Nadeln etwa in der Stärke von Stopfnadeln fest einsetzt. Die Spitzen werden, wenn nötig, auf schon gebrauchtem Schmirgelpapier zugerichtet und auf einem Abziehsteine (Oelsteine od. Schiefer) verfeinert.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

4. Ein **Blasrohr**, d. i. ein Glasröhrchen, etwa einen Finger lang und an einem Ende in eine Spitze ausgezogen, am anderen mit einem vielleicht einen Fuss langen Stücke Gummischlauch versehen.

Es dient zum Bewegen von Flüssigkeit auf dem Objectträger durch Anblasen. Das Ende des Gummischlauchs, an welches man auch ein besonderes Mundstück ansetzen kann, wird dabei in den Mund genommen und die Spitze des Röhrchens gegen die Flüssigkeit gerichtet und nun während der Beobachtung geblasen.

5. Ein **Tropfröhrchen**, in jeder Apotheke zu haben, besteht aus einem Glasröhrchen (wie bei 4.,) dessen nicht ausgezogenes Ende mit einer Gummikappe versehen ist. Ein Druck auf diese letztere bewirkt den Austritt von Luft. Taucht man gleichzeitig die Spitze in Wasser und lässt dann mit dem Drucke nach, so steigt Wasser in die Röhre, welches nun wieder tropfenweise herausgedrückt werden kann.
6. Einige dünne **Glasstäbchen** von etwa 1 cm Länge. Taucht man ein solches in eine Flüssigkeit, so bleibt beim Herausziehen ein kleiner Tropfen daran hängen, den man dann weiter verwenden kann.
7. Eine **Pincette** wird meist schon dem Mikroskop beigelegt. Sie findet vielfache Verwendung.
8. Drei **Pinsel**. 1. Ein mittelgrosser weicher zum Reinigen der Linsen von Staub. — 2. Ein mittelgrosser schärferer zum Reinigen der Präparate, falls Dauerpräparate angefertigt werden sollen. — 3. Ein ganz kleiner weicher Pinsel zum Auswaschen von Präparaten.
9. Ein **Rasiermesser**, um von Pflanzenteilen feine Scheibchen abzuschneiden. (Schon gebrauchte kann man vom Barbier ziemlich billig erhalten, freilich wird gerade durch ein gutes und gut gepflegtes Rasiermesser manche spätere Enttäuschung fern gehalten.)
10. Ein **Streichriemen** und ein Abziehstein, um das Rasiermesser in brauchbarem, schneidigem Zustande zu erhalten.
11. Ein gutes, scharfes **Taschenmesser**, um die Gegenstände zum Gebrauch des Rasiermessers vorzubereiten und somit dieses letztere möglichst zu schonen.

12. Einige Stücke weichen **Kork** (oder Wollkrautmark) und mehrere Stücke **Holundermark**. Letztere am besten aus vertrockneten Aestchen vom vorigen Jahre. Beide werden zum Einklemmen kleiner Teilchen beim Schneiden verwendet. Mit Holundermark wischt man wohl auch die Linsen ab.
13. Ein in Millimeter geteilter **Masstab** (auf einem Stückchen weisser Pappe oder Holz, etwa 1 dm lang) den man sich selbst sauber anfertigen kann.
14. Ein Stück Filtrier- (weisses Lösch-) Papier, wovon man kleine Streifen zum Ansaugen von Flüssigkeiten verwendet.
15. Einige Streifen Lakmus-Papier — blaue und rote. In jeder Apotheke kann man dieselben erhalten. Man stellt solche selbst her, indem man sich in der Apotheke etwas Lackmus in Stücken kauft, mit Wasser etwa einen Tag stehen lässt, die obere, klare, blaue Flüssigkeit abgiesst und dann von Filtrierpapier aufsaugen lässt. Fügt man vorher zu einem Teile der Flüssigkeit einen Tropfen Essig, so wird diese Flüssigkeit rot, und durch Hineintauchen von Filtrierpapier erhält man das rote Lackmuspapier.

Merke: Man erkennt an der Rotfärbung des blauen Papiers durch eine Flüssigkeit, dass dieselbe sauer ist, an der Bläuung des roten Papiers, dass ein alkalischer Körper vorhanden ist.

16. Mehrere weiche leinene **Tücher** (ausgediente Taschentücher) zum Abputzen, Trocknen u. s. w., darunter eins, welches nur für die Linsen benutzt wird.
17. Ein **Spirituslämpchen**, in jeder Apotheke zu erhalten.
18. Ein Eisenspatel ist zwar nicht durchaus notwendig, aber doch recht angenehm. Man stellt es sich selbst her, indem man ein etwa 1 dm langes, von einem elastischen Schirmdraht abgebrochenes Stück an einem Ende glüht und dann gleichmässig hämmert, wodurch eine ziemlich breite dreieckige Fläche entsteht, wenn man das gerundete Ende gerade feilt. Dieses dreieckige Stück wird auf einem Schmirgelpapier glatt und glänzend gemacht und an seiner Basis meisselförmig geschärft. Dann wird es mässig gehärtet, indem man es wieder glüht, glühend in kaltes Wasser taucht und noch einige Male bis zum Gelbanlaufen durch die Flamme zieht. Hierauf wird nochmals Schmirgelpapier angewendet.

19.

20.

NB.

Obj
deu
erhä
dun
tiee
Mec
Fläs
mar

Breit
den
Besti
bring

Dieses Instrument dient als Messer, um auf dem Objectträger Gegenstände zu beschneiden (abzustechen), oder als Löffel zum Uebertragen von Präparaten, endlich auch zum Reinigen von Dauerpräparaten. Es erhält einen Griff wie eine Präpariernadel.

19. Ein **Haar** (etwa Katzenschnurrhaar), an einer Präpariernadelspitze mit einem Seidencoconfaden fest gemacht, leistet zur Entfernung von Luftblasen unter dem Deckglase oder zum Ordnen einzelner Teilchen eines Präparats gute Dienste.
 20. Ein **Masshaar**, wozu ein Kopfhaar ganz brauchbar ist. Man schneidet aus Visitenkartenpappe zwei Rähmchen, die locker über einen Objectträger passen und klebt zwischen beiden von der Mitte der einen Längsseite zur Mitte der gegenüberliegenden*) das Haar fest.
- NB. Einige **Uhrschälchen** und **Reagensgläser** würden den Apparat wesentlich ergänzen. (Neben dem Mikroskop würde zur vorläufigen Orientierung eine gute Lupe (Vergrößerungsglas) von etwa acht- bis zehnfacher Vergrößerung ganz gute Dienste thun können. Vielfach könnte eine solche allein schon genügen.)

2. Die Flüssigkeiten.

Zur trockenen Beobachtung eignen sich nur sehr wenige Objecte. Durch Befeuchtung schon gewinnt man meist ein deutlicheres Bild. Durch Benutzung besonderer Flüssigkeiten erhält man auch über manche Punkte Aufschluss, die sonst dunkel blieben, oder man erreicht ein Hervorheben gewisser Partien des Bildes, oder ein Klären (durch Entfernen trübender Medien.) Diese Flüssigkeiten hält man sich am besten in kleinen Fläschchen, durch deren Korke Glasstäbchen gesteckt sind, die man beim Gebrauch auf das Präparat abtropfen lässt.

Die notwendigsten Flüssigkeiten sind:

*) Will man kleine Gegenstände messen, so muss man sich zunächst die Breite dieses Haares (in Wasser) genau bestimmen lassen und kann, wenn man dann den Rahmen über ein anderes Object legt, ziemlich bequem annähernde Grössen-Bestimmungen machen. Man wird dann das Haar am besten nur zu Objecten bringen, die in Wasser liegen.

1. **Destilliertes Wasser.** (Vielfach genügt auch gutes Leitungswasser oder Regenwasser). Es wird fast überall zunächst angewendet, dient ausserdem zum Reinigen, Ausspülen, Auswaschen, Lösen, Verdünnen u. s. w.
2. **Glycerin,** (rein) wird hauptsächlich zum Durchsichtigmachen und zum Verhindern des Austrocknens gebraucht.
3. **Alkohol** von ca. 90⁰/₀ dient zum Einlegen und einstweiligen Aufbewahren von Pflanzenteilen, zum Entfernen von Luft aus den Präparaten, zum Auflösen von Harzen u. s. w.
4. **Jodjodkalium** (Vorsicht!*) aus der Apotheke zu beziehen, dargestellt durch Sättigen einer concentrirten wässrigen Lösung von Jodkalium mit Jod und Verdünnen von 1:10. Es wird dunkel aufbewahrt, indem man das Fläschchen in eine schwarze Papierhülse steckt.
Es dient zum Nachweis von gewissen Pflanzenstoffen und Gewebeteilen durch besondere Färbungen, die indess nicht dauernd haltbar sind.
5. **Kalilauge,** dünn, (Vorsicht!*) zum Reinigen und Aufklären der Schnitte durch Quellenmachen gewisser Stoffe.
6. **Glyceringelatine** am besten in einem Reagensglase, von einer Handlung oder aus der Apotheke bezogen, dient zum Einlegen der Gegenstände bei Anfertigung von Dauerpräparaten.
7. **Saffranin** in viel Wasser gelöst, zur Färbung von Gewebeteilen, Zellkernen u. s. w., ähnlich wie Jodjodkalium. Die Färbung ist hierbei dauernd haltbar, daher für Dauerpräparate geeignet.

3. Das Notizbuch nebst Zubehör.

1. Ein **Notizbuch.** Eine gewöhnliche Kladde ohne Linien zum Einschreiben des Beobachteten mit Tinte und zum Zeichnen des Gesehenen mit Blei, bunten Stiften, Tuschen u. s. w.
2. Ein **Frageblatt,** locker im Notizbuche liegend, nach dem angefügten Schema zur Regelung und Leitung der Beobachtungen. (Siehe Arbeitstabelle.)
3. Ein härterer und ein weicherer **Bleistift,** auch vielleicht Buntstifte oder Wasserfarben mit Pinsel.

*) Bei Benutzung dieser Flüssigkeiten ist Vorsicht anzuwenden, da sie giftig sind.

Not

Ver

1.

2.

3.

4.

5.

6.

§ 3. Vorübung.

Notwendige Gegenstände: Kochsalz. — Objectträger, Deckgläschen. — Tropfengläschen, Maßhaar, Maßstab. — Wasser, Alkohol, Glycerin. — Notizbuch und Zeichenutensilien.

Versuche.

1. Bringe mitten auf einen Objectträger mit dem Tropfenglas einen Tropfen Wasser, lege in dieses ein Körnchen Kochsalz, so gross wie ein kleiner Stecknadelknopf. Beachte, wie es zergeht. Stelle das Ganze nun einstweilen an einen möglichst staubfreien Ort, bis das Wasser verdunstet, also der Objectträger wieder trocken ist.
2. Sage, was Du jetzt mit blossem Auge siehst. — Es findet sich auf dem Objectträger ein weisses Fleckchen. Betrachte dasselbe genau. — Es zeigt eine Menge weisser Pünktchen und einen ziemlich starken weissen Rand. (Nimm die Lupe zu Hilfe.)
3. Nimm das Mikroskop aus dem Kasten und ziehe vorsichtig die Röhre heraus. Halte dabei die Hand locker über das Ocular, damit dasselbe nicht herausfällt. Schraube die beiden untersten Linsen des Objectivs zusammen ab und lege sie, sorgfältig in Seidenpapier gewickelt, in den Kasten zurück.
4. Sieh zu, dass die Objectivlinse 1 auf ihrer Aussenfläche rein sei, — wenn nicht, so putze sie ab. Ebenso sieh nach der oberen Linse des Oculars. Staub streicht man einfach mit dem Pinsel ab.
5. Stelle das Mikroskop wieder zusammen, (vorsichtig!) und so vor Dich hin, dass es Dir die Säule zukehrt (aber nicht in die Sonne).
6. Sieh oben hinein, möglichst immer mit dem linken Auge und suche dabei den Spiegel so zu drehen, dass der mehr oder weniger helle Kreis, den Du siehst (das **Gesichtsfeld**), möglichst hell wird (d. h. **stelle den Spiegel ein**). Sorge aber dafür, dass nicht etwa die Sonne auf den Spiegel scheint.

7. Bringe nun den vorbereiteten Objectträger mit dem weissen Fleck nach oben so auf den Tisch des Mikroskops, dass dieser Fleck sich über der runden Oeffnung des Tisches befindet. Lege auf den Fleck ein Deckgläschen. 14.
 8. Schiebe, indem Du dabei von der Seite her siehst und das Auge etwa in die Höhe des Mikroskoptisches hältst, die Mikroskopröhre bis nahe an den Objectträger heran, so dass sie etwa noch um die Dicke des Tisches davon absteht. 15.
 9. Nun sieh wieder in das Mikroskop hinein und ziehe zugleich, indem Du mit der linken Hand die Säule recht ruhig hältst, mit der Rechten die Röhre ganz besonders langsam und allmählich höher, bis Du ein deutliches Bild im Gesichtsfelde hast. Versuche, ob durch geringe Verschiebung der Röhre das Bild noch deutlicher wird (das heisst: **stelle das Object genau ein.**) 16.
 10. Sage, was Du siehst! — Es erscheinen mancherlei Formen im Gesichtsfelde, darunter besonders deutlich und schön kleinere und grössere Quadrate (wie viele?) in dunklerer Umgebung mit dunklen Rändern und diesen parallelen Strichen. Auch die Mitte ist meist dunkler und die Diagonalen erscheinen sehr deutlich, sind aber meist nicht ganz gerade. In manchen Quadraten findet man auch kleine dunkle Ringe. — Es sind Kochsalzkristalle, in Wirklichkeit aus Würfeln bestehend, z. T. Luftblasen (die Ringe) enthaltend. 17.
 11. Betrachte ein recht schönes Quadrat genau. Schätze die Länge seiner Seite unter Zuhilfenahme des Maßstabes. Bestimme sie genauer durch Auflegen des Maßhaares und Vergleichen mit dessen Breite. 18.
 12. Zeichne die Umrisse des soeben beobachteten Quadrats aus der Erinnerung. Versuche dann auch die dunklen Striche möglichst genau einzuzeichnen. Beachte dabei die Helligkeitsunterschiede. Controlliere die Zeichnung durch wiederholtes Betrachten des Bildes im Gesichtsfelde. 19.
 13. Verschiebe jetzt den Gegenstand (das Object), während Du wieder in's Mikroskop siehst, d. h. lege den Daumen und Zeigefinger der rechten Hand locker auf den Tisch des Instruments und in Berührung mit den Rändern des Objectträgers und versuche, ganz langsam drückend, diesen zu bewegen. 20.
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.

14. Was fällt Dir dabei auf? — Die Kristalle scheinen viel schneller fortzurücken als Du sie bewegst und zwar nach der dem Drucke entgegengesetzten Seite.
15. Versuche in dieser Weise ein recht schönes und grosses Quadrat genau in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bekommen. — (Es wird nach einigen vergeblichen Bemühungen gelingen.) — Zeichne auch dieses.
16. Versuche jetzt während der Betrachtung des Objectes auch das rechte Auge, welches Du wahrscheinlich bisher stets geschlossen hattest, offen zu halten. — Es wird Dir unbequem sein und am Anfange die Deutlichkeit des Bildes beeinträchtigen. Trotzdem musst Du Dich ein für alle Mal daran gewöhnen, **beide Augen offen zu halten**.
17. Suche das kleinste und grösste Quadrat auf, indem Du das Object recht langsam weiter rückst! Vergleiche deren Grösse!
18. Wie viele deutliche Quadrate mögen überhaupt ungefähr auf dem Objectträger vorhanden sein? Schätze deren Zahl!
19. Finden sich auch noch andere Formen? — Zuweilen Rechtecke und undeutliche, dunklere, gerundetere Körper.
20. Betrachte auch den Rand des Fleckes. Woraus besteht er? — Hier finden sich die Kristalle im Einzelnen weniger gut ausgebildet, dagegen meist zu vielen zusammenhängend.
21. Suche nun den zuerst gezeichneten Kristall (12) wieder auf und bringe ihn in die Mitte des Gesichtsfeldes. — Vergleiche ihn noch einmal mit der Zeichnung. — Corrigiere, wenn nötig!
22. Schätze die Länge des Durchmessers vom Gesichtsfelde mit Hilfe des Maßstabes (Maßhaares).
23. Zeichne das Gesichtsfeld nach dieser Schätzung in seiner ganzen Grösse. Zeichne die in demselben sichtbaren Quadrate nach ihrer Lage und Grösse möglichst genau hinein.
24. Drehe, während Du einen Kristall beobachtest, den Spiegel unter dem Tische, sodass das Gesichtsfeld dunkler wird und beachte jetzt das Aussehen der Kristalle. Sage, was Du siehst!
25. Suche den Spiegel so zu stellen, dass die eine durch eine Diagonale abgeschiedene Hälfte des beobachteten Kristalls dunkel, die andere hellglänzend erscheint. — Zeichne und schattiere!

26. Stelle nun den Spiegel so, dass nur eins der durch beide Diagonalen entstandenen vier Dreiecke hell beleuchtet erscheint. — Zeichne und schattiere! 36.
27. Drehe den Spiegel so, dass das Gesichtsfeld ganz dunkel wird. — Auch jetzt kannst Du die Kristalle noch sehen, denn sie werden noch von oben her beleuchtet. — Erhelle nun das Gesichtsfeld wieder. 37.
38.
28. Miss, wie weit die untere Linse vom Objecte absteht und notiere dies.
29. Drehe nun vorsichtig, ohne das Object zu verschieben, die Röhre aus der Hülse heraus und schraube die zweite Objectivlinse noch unten daran. Schiebe dann den Tubus wieder langsam ein (wie bei 9) bis nahe an das Object. Ziehe die Röhren endlich, während Du oben hinein blickst, recht langsam höher, bis Du das Object wieder deutlich siehst, — (d. h. stelle das Object ein). Wie viele Quadrate siehst Du jetzt im Gesichtsfelde? 39.
30. Miss die Grösse des Gesichtsfeldes, zeichne es, wie früher (23) mit den Quadraten im Umriss und vergleiche die früher gefertigte Zeichnung mit dieser. Welches ist der Unterschied? — Es sind jetzt weniger Kristalle zugleich zu sehen, dagegen sind die einzelnen grösser und ihre Zeichnung ist genauer zu erkennen. — Notiere dies ins Buch! 40.
41.
31. Zeichne den schon vorhin ausgesuchten einzelnen Kristall (12, 21) auch jetzt möglichst genau. Vergleiche dies mit der ersten Zeichnung (12). — Es sind viel mehr Streifen und Striche zu sehen.
32. Miss jetzt den Abstand der unteren Linse vom Objecte und notiere, vergleiche mit vorhin (28). — Der Abstand ist kleiner geworden.
33. Verändere die Spiegelstellung wie vorher (25—27).
34. Schraube nun auch die dritte Objectivlinse an. Zeichne wieder das Gesichtsfeld und den einzelnen Kristall und vergleiche. Notiere! 42.
35. Versuche auch, jetzt das Object zu verschieben. — Es scheint jetzt noch schneller von der Stelle zu rücken, als vorhin (14).

36. Versuche, den gezeichneten Kristall (34) wieder in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen und deutlich einzustellen. Es macht viel mehr Mühe als früher (15).
37. Miss den Abstand des Objects vom Objectiv auch jetzt und notiere.
38. Vergleiche die Abstände der unteren Linsen vom Objecte, wenn nur eine, zwei oder alle Linsen angeschraubt sind. Ebenso vergleiche die Vergrößerung in diesen Fällen. Welchen Schluss kann man daraus ziehen? — Bildet nur eine der Linsen das Objectiv, so ist bei grösstem Abstände die geringste Vergrößerung. Je stärker die Vergrößerung wird, desto näher rückt auch das Objectiv an's Object heran.
39. Lass nun aus dem Tropfengläschen einen Tropfen Wasser sorgfältig an den Rand des Deckglases auf den Objectträger fallen und sieh schnell oben hinein. Sage, was Du siehst! — Die Kristalle werden durchsichtiger, die Schattierung wird heller, die scharfen Kanten und Ecken runden sich; die Kristalle werden von aussen kleiner und auch die Mitten verschwinden. Allmählich werden sie von aussen und innen zugleich aufgelöst.
40. Verschiebe jetzt das Object. Sage, was Du siehst! — Dunkle Kreise z. T. mit weissen Punkten im Innern. Es sind Luftblasen.
41. Stelle eine grössere Luftblase so ein, dass Du das Innere weiss leuchtend siehst und nachher so, dass Du den Rand scharf begrenzt erblickst. Beachte: Du musst, um aus der ersten in die letzte Stellung zu gelangen, den Tubus etwas heraufziehen (heben). — Der Rand liegt eben höher als die hell leuchtende Unterseite (man kann hierdurch die Dicke des Objects erkennen). — Stellst Du wieder langsam tiefer ein (d. h. senkst Du den Tubus), so kannst Du schliesslich auch das deutliche Bild der Lichtquelle, die Du benutzt, in dem hellen Inneren sehen (etwa das Fenster mit dem Fensterkreuz).
42. Auf einen weiteren, ebenso (wie in 1) vorbereiteten Objectträger bringe statt des Tropfens Wasser einen Tropfen Alkohol. Was siehst Du? — Die Kristalle werden durchsichtiger, die dunkleren Linien verschwinden mehr, die Ränder runden sich ein wenig, nehmen an Schärfe und

Regelmässigkeit ab. Ihre Umgebung ist klarer geworden. Auch die anfangs gesehenen dunkleren Körper (19) sind jetzt heller und durchsichtiger, lassen scharfe Ränder erkennen und zeigen sich als andere Kristallformen.

43. Was siehst Du, wenn der Spiritus verdunstet ist, ausser dem früher Gesehenen? — Bildungen, die den Eisblumen an der Fensterscheibe ähnlich sind.
44. Noch ein solches Präparat (1) wird mit einem Tropfen unverdünnten Glycerins ähnlich behandelt. Notiere die Anfangszeit. Beschreibe die Art des Verschwindens. Vergleiche gegen früher (39). Es geht viel langsamer. — Fertige einige Ansichten desselben Kristalls zu verschiedenen Zeitpunkten der Lösung und notiere bei jeder die Zeit.
45. Wie lange dauerte es von Beginn bis zur völligen Lösung (in Glycerin) a) des bestimmten Kristalls, b) der ganzen Masse?

Uebungsaufgabe :

Betrachte in ähnlicher Weise ein Stück Menschenhaar, ein Fäserchen Wolle, Baumwolle, Leinen und Seide. Vergleiche und unterscheide! Zeichne und notiere! — Hebe auch dieses Haar zur vergleichenden Grössenbestimmung auf, suche zu diesem Zwecke dessen Breite genau zu ermitteln oder ermitteln zu lassen und klebe es, ähnlich wie das erste Maßhaar, ein.

Merke:

1. Sieh stets vor der Benutzung des Mikroskops nach, ob auch die obere Linse des Oculars und die untere des Objectivs auf ihren äusseren Seiten rein sind. Sonst reinige sie mit einem besonders dazu bestimmten weichen leinenen Lappen.
2. Sorge stets, dass diese Linsen nach dem Gebrauche (vor dem Einlegen in den Kasten) jedesmal nachgesehen und, wenn nötig, gereinigt werden.
3. Soll die Beobachtung im warmen Raume stattfinden, während das Instrument für gewöhnlich im Kalten steht,

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10. J

11. C

12. J

Frage

1.

2.

3.

4.

(

so muss dasselbe schon einige Zeit vorher bei geöffnetem Kasten in den warmen Raum gebracht werden, da sonst Metall und Linsen beschlagen.

4. Beim Beobachten ist stets das direkte Sonnenlicht zu vermeiden.
5. Das Einstellen geschieht zur Vermeidung von Beschädigungen derart, dass man das Objectiv zunächst näher an's Object heranbringt als nötig und dann den Tubus langsam hebt.
6. Man muss sich daran gewöhnen, mit dem linken Auge in's Mikroskop zu sehen und dabei beide Augen aufzumachen.
7. Sollte während der Beobachtung auf unerklärliche Weise das Bild plötzlich trüb erscheinen, so sieh nach, ob etwa das Objectiv an seiner unteren Fläche schmutzig geworden (z. B. in Wasser eingetaucht) ist.
8. Es ist vorteilhaft, grösser zu zeichnen, als das Bild uns erscheint. Man schätzt im allgemeinen zu klein, auch lassen sich die Einzelheiten genauer in eine grössere Zeichnung eintragen.
9. Wasser, Spiritus, Glycerin hellen die Körper im allgemeinen auf.
10. Bedecke für gewöhnlich das Object mit einem Deckglase bei der Beobachtung.
11. Objectiv I (Linse 1) vergrössert am wenigsten, Objectiv II (Linse 1 und 2) mehr, Objectiv III (Linse 1, 2 und 3) am meisten.
12. Jede Bewegung erscheint im Mikroskop entgegengesetzt gerichtet und bedeutend schneller, als sie in Wirklichkeit ist.

Fragen und Aufgaben:

1. Welche Regeln sind bei der Aufstellung und Einstellung des Mikroskops zu merken?
2. Welche Regeln gelten bei der Beobachtung, bei der Zeichnung?
3. Welches der drei Objective muss dem Gegenstand am meisten angenähert werden?
4. Bei welchem Objectiv ist das Gesichtsfeld am grössten (d. h. wann übersieht man die meisten Objecte zugleich)?

5. Was hatte sich beim Bilde geändert, als die zweite Linse angeschraubt worden war?
6. Beschreibe erst mündlich, dann schriftlich den allgemeinen Hergang dieses ersten Versuches mit Kochsalz!
7. Beschreibe insbesondere die gesehenen Formen und Grössen bei verschiedener Beleuchtung genauer. (8.) Gieb schriftlich die Erklärung zu den gezeichneten Figuren! Zeichne sie aus dem Gedächtnis noch einmal!

No

Ve

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 Deckgläser. — 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.

Übungsaufgaben:

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-Presse. (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 vereinzelt 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. Gieb 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 Intercellular-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 schmaler 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 Intercellularräume verwachsenen Holzzellen.
20. Jede reife Kaffeebohne hat als Hülle ein dünnes Häutchen und eine pergamentharte 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 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!

Übungsaufgaben:

- 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 zerklleinere 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 Wassertröpfen.) — 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 Zwiebelchale 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.

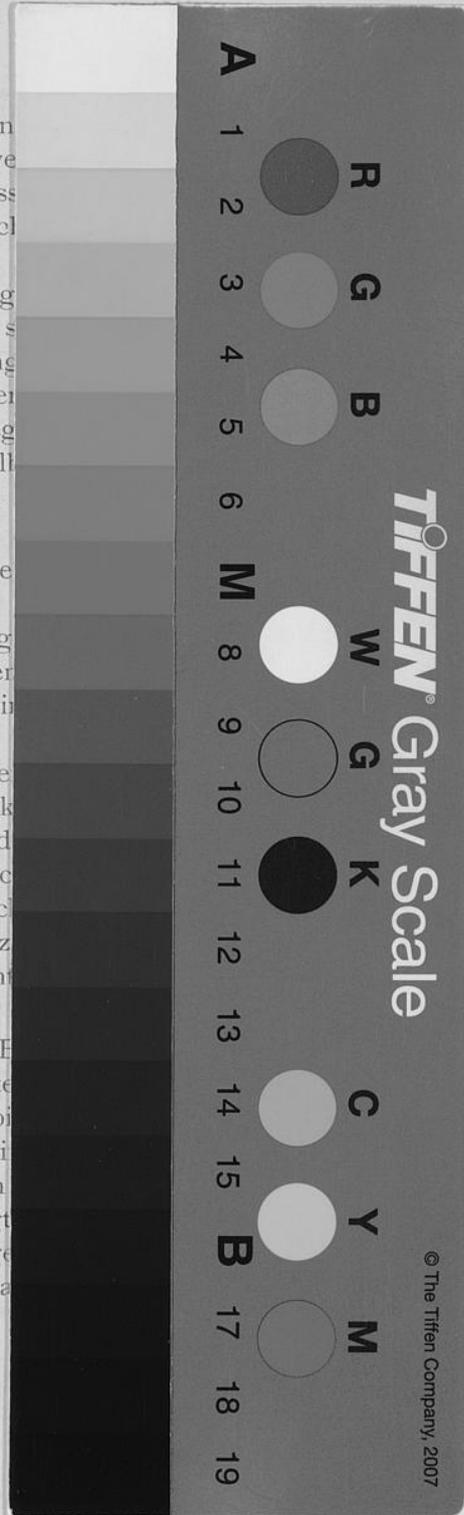


kann
bewe
gröss
welch

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 pflegt.
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,
aten 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

