

UNSERE WELT

G R U P P E 2

BIOLOGIE

VON DER NATUR UND
IHREN GESETZEN

MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BLÜTENPFLANZEN

V O N K A R L F R I E D E L



DER KINDERBUCHVERLAG

BERLIN

13512 ●●



KARL FRIEDEL

**MIKROSKOPISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN BLÜTENPFLANZEN**



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Umschlagbild und Textillustrationen von Hildegard Füllgraf

Alle Rechte vorbehalten. Lizenz-Nr. 304 — 270/31/52

Copyright 1952 by Der Kinderbuchverlag Berlin

Satz und Druck: Sächsische Zeitung, Verlag und Druckerei, Dresden N 23,
Riesaer Straße 32. 8608

Preis: 0,60 DM

B e s t e l l - N r. 1 3 5 2 0. 1.—20. Tausend 1952

Für Leser von etwa 14 Jahren an

Was wir lernen wollen

In dem Heft „Wir arbeiten mit dem Mikroskop“ hatten wir gelernt, mit einfachen Mitteln die ersten Beobachtungen anzustellen. Wir wollen uns nunmehr —wie wir dort schon angekündigt hatten— an eine größere Aufgabe wagen: nämlich den Feinbau und die verborgenen Lebenstätigkeiten der Blütenpflanzen untersuchen.

Natürlich ist eine solche Aufgabe viel zu umfangreich, als daß wir sie erschöpfend lösen könnten. Es reicht noch nicht einmal das ganze Leben eines Forschers aus, um alles zu leisten, was dazu gehört. Er müßte Tausende von verschiedenen Pflanzenarten sammeln, Blätter, Blüten, Stengel, Wurzeln und dergleichen im einzelnen präparieren, untersuchen, zeichnen, fotografieren, beschreiben und was sonst alles dazu gehört.

Wir wollen daher von vornherein einen der wichtigsten Grundsätze der wissenschaftlichen Arbeit anwenden: Wir beschränken uns auf einige ganz bestimmte Arbeitsziele. Diese wollen wir aber so gründlich und genau durcharbeiten, wie es mit unseren Mitteln möglich ist; denn auch mit einfachen Mitteln kann man sehr ernsthaft arbeiten. Dabei werden wir bald die Erfahrung machen, daß es mit dem Mikroskopieren allein nicht getan ist, um unsere Aufgaben zu lösen, sondern daß wir oft zuvor oder auch daneben im Freien beobachten, in Töpfen Pflanzen heranziehen, Versuche und ähnliche biologische Arbeiten durchführen müssen. Je vielseitiger wir hierin sind, desto besser werden wir verstehen, was uns das Mikroskop zeigt.

Aus dem riesigen Gebiet „Bau und Lebenstätigkeiten der Blütenpflanzen“ lösen wir also einige Teilaufgaben heraus, und zwar solche, die ohne größere Schwierigkeiten mikroskopisch zu bearbeiten sind. Dennoch handelt es sich um Dinge, die wissenschaftlich sehr wichtig sind und zu den Grundlagen der Pflanzenkunde, der Geschichte des Lebens, der Agrobiologie und der Betrachtung der Lebewesen nach technischen Gesichtspunkten gehören.

In der Reihenfolge unserer Untersuchungen gehen wir so vor, daß wir mit den einfachsten beginnen und von Stufe zu Stufe zu immer schwierigeren fort-schreiten. Denn zum Mikroskopieren gehört genauso gut das Können wie zum Musizieren; wer keine Tonleitern und Akkordfolgen geübt hat, lernt nie eine

Sonate von Mozart spielen. Wer dagegen die Untersuchungen dieses Heftes gründlich durchgearbeitet hat, kann auch zu schwierigeren übergehen. Es steckt darin übrigens Arbeit für ein ganzes Jahr und noch darüber hinaus.

Wir wollen hier jedoch noch einige weitere Grundsätze der wissenschaftlichen Arbeit anwenden. Vor allem werden wir unsere Augen zum Sehen erziehen. Auch das Sehen will gelernt sein wie das Hören. Wer unvorbereitet zum erstenmal in ein Symphoniekonzert kommt, wird die einzelnen Instrumente nicht heraushören, wenn das ganze Orchester spielt. Dazu muß er den zarten Klang der Geigen, den dunklen der Holzbläser, den schmetternden der Hörner und alle übrigen Klangschiattierungen schon vorher einzeln seinem Ohr eingeprägt haben. So ist auch die mikroskopische Abbildung oft aus vielen Einzelheiten zusammengesetzt, und wir müssen lernen, die gleichartigen Elemente darin wiederzuerkennen. Damit vereinfacht sich das Bild. Nicht alles in der Abbildung ist ferner für die jeweilige Untersuchung von Bedeutung. Manches Auffällige ist nebensächlich, während das Wesentliche unscheinbar aussehen kann. Daher dürfen wir uns nicht mit einer oberflächlichen Betrachtung begnügen, sondern müssen scharf beobachten lernen. Nichts ist also so unscheinbar, daß es übersehen werden dürfte. Es gehört daher zur mikroskopischen Arbeit eine förmliche Schule des Sehens.

Wir werden lernen, das Gesehene zu zeichnen und darüber in unserem Arbeitstagebuch zu berichten. Das bewahrt uns vor einer nur spielerischen Betrachtung. Aus den besten Präparaten legen wir eine Sammlung von Dauerpräparaten an.

Die peinlich saubere Arbeit, die das Mikroskop verlangt, wird uns im Anfang viel Mühe machen; aber sie wird uns auch zu Gewissenhaftigkeit, Ordnung und Geduld erziehen. Mißerfolge dürfen uns nicht entmutigen; auch hier führt nur Beharrlichkeit zur Meisterschaft. Unsere Arbeit ergänzt vielfältig das, was wir im Unterricht gelernt haben. Wenn wir alle Untersuchungen gewissenhaft durchgeführt haben, unser Tagebuch mit Niederschriften und Zeichnungen angefüllt ist und wir dazu noch eine Sammlung guter Präparate vorweisen können, dürfen wir stolz auf unsere erste größere wissenschaftliche Arbeit sein.

Abkürzungen:

- M = Material- und Sammelanweisungen
- P = Präparierverfahren
- U = Untersuchung
- W = wissenschaftliche Bedeutung.

Unsere Ausrüstung

Die bereits in dem Heft „Wir arbeiten mit dem Mikroskop“ (Seite 13) genannten Hilfsmittel bedürfen entsprechend den höheren Zielen unserer Arbeit der Ergänzung. An das Mikroskop stellen wir jetzt höhere Ansprüche; dennoch reichen ein Objektiv von 6- bis 8facher Einzelvergrößerung für schwache und

ein weiteres mit einer 20fachen Einzelvergrößerung für stärkere Vergrößerungen aus. Mit zwei Okularen von 5- und 10facher Vergrößerung erzielen wir also 30-, 60-, 100- und 200fache Gesamtvergrößerungen. Die sonstigen Hilfsmittel sind, wo es erforderlich ist, an Ort und Stelle beschrieben. Bei diesem oder jenem werden wir zur Zeit Schwierigkeiten in der Beschaffung haben. Nichts davon ist jedoch so unentbehrlich, daß wir nicht trotzdem arbeiten könnten.

Glasgeräte:

- Blockschälchen (Abb. 1)
- Uhrgläser
- Färbeflaschen, 50 cm³ (Abb. 2)
- Tropfflaschen, 20 cm³.

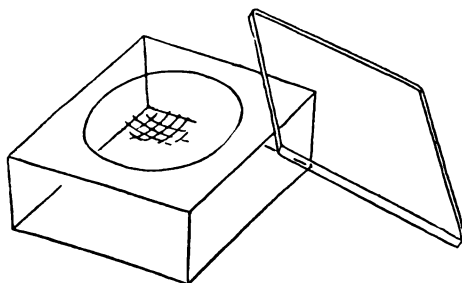


Abb. 1 Blockschälchen

Untersuchungs- und Färbeflüssigkeiten:

- destilliertes Wasser . . . 1 l
- Glycerin 50 cm³
- Essigsäure 10 cm³
- Javellesche Lauge . . . 100 cm³ (dunkel aufbewahren!)
- Jodwasser 50 g
- Chlorzinkjod 10 g
- Safranin 50 cm³ (Stammlösung)
- Bismarckbraun 50 cm³ (Stammlösung)
- Auraviol nach Geidies 20 cm³ (Stammlösung)
- Brennspiritus 100 cm³.

Einschlußmittel:

- Glyzeringelatine 50 cm³
- Terpineol 50 cm³
- Euparal 50 cm³
- Kanadabalsam 50 cm³.

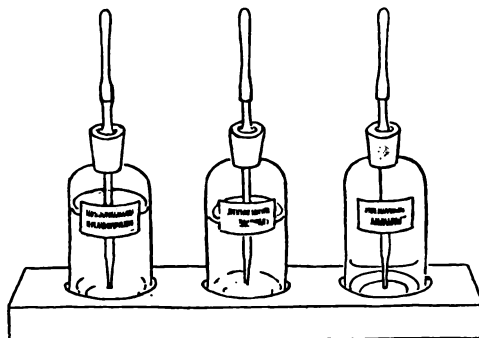


Abb. 2 Färbeflaschen

Hilfsmittel zum Schneiden: Rasierklingen
Rasiermesser
Streichriemen
Streichriemenpaste
Zylindermikrotom
Holundermark.

Daß wir mit feuergefährlichen oder ätzenden Flüssigkeiten und mit Messern sorgsam umgehen müssen, um Unfälle zu vermeiden, ist uns bekannt, und wir werden in unserer Arbeitsgemeinschaft streng darauf achten.

Sammeln und Konservieren der Pflanzen

Jeder Untersuchung steht eine kleine Liste von Pflanzen voran, an denen die betreffenden Erscheinungen besonders gut zu sehen sind. Das heißt aber nicht, daß wir uns auf sie beschränken sollen. Wenn wir erst einmal sicher geworden sind, wenden wir uns auch anderen zu, in erster Linie ihren Verwandten. Auf diese Weise wird uns das Mikroskop nötigen, unbekannte Pflanzen zu bestimmen und unsere Kenntnisse von den heimischen Arten zu erweitern. Der bereits in dem Heft „Wir arbeiten mit dem Mikroskop“ empfohlene „**Blüh- und Sammelkalender**“ (Seite 4) ist auch hier am Platze.

Nicht immer können wir unser Material sofort verarbeiten. Es ist daher vorteilhaft, es zu **konservieren**; dann wird es uns auch im Winter nie daran fehlen. Natürlich sammeln wir stets nur kleine Mengen. Einige Blätter, Blüten und etwa 5 cm lange Stengelstücke genügen für viele Monate. Wo ein dicker Baum gefällt oder ein Ast abgesägt wird, gibt es für uns immer Späne, und beim Tischler fallen Klötzchen aus mancherlei Hölzern ab. Nur dürfen wir nie unterlassen, auf dem Etikett alle Einzelheiten genau anzugeben, zum Beispiel: 15. 1. 1952, Lindenholz, unmittelbar unter der Rinde, Stammdurchmesser etwa 75 cm.

Wir konservieren alle Objekte naß in Tablettengläsern, das heißt also in einer Flüssigkeit. Das darf aber keine Nachteile für die Untersuchung mit sich bringen. Zarte Gewebe schrumpfen nämlich zusammen und werden für unsere Arbeit untauglich, wenn ihnen das Konservierungsmittel zu stark Wasser entzieht. Die Flüssigkeit soll aber möglichst gleichzeitig noch eine zweite Aufgabe erfüllen: Nicht alles läßt sich frisch schneiden. Die Stengel vom Kürbis und von der Gurke zum Beispiel sind zu weich, sie bedürfen also der Härtung; Hölzer wiederum sind oft zu hart, sie müssen daher geschmeidiger gemacht werden.

Für alle unsere Untersuchungen kommen wir mit folgenden Flüssigkeiten aus:

1. Brennspirituss für saftiges Material.

2. Ein Gemisch aus Glycerin, Brennspirituss und Wasser zu gleichen Teilen, besonders für Hölzer. Diese vorzügliche Flüssigkeit erfüllt gleichzeitig mehrere Aufgaben: Das Glycerin macht das Holz geschmeidig und hält die Schnittflächen beim Schneiden feucht; der Alkohol verdrängt die Luft in den Gefäßen und löst das Harz der Nadelhölzer auf.

Wir machen es uns zur Regel, stets reichlich Flüssigkeit zu verwenden; dann können wir das Material auf unbegrenzte Zeit darin konservieren.

1. Haare der Stengel und Blätter

Trockenpräparate — Naßpräparate

Wenn wir eine Pflanze genau beschreiben, so müssen wir auch auf ihre Behaarung eingehen. Ungefähr neun Zehntel aller heimischen Pflanzen sind behaart, und zwar kann jedes Organ Haare tragen: der Stengel, das Blatt, die Blüte, die Frucht und die Wurzel. Für einige Pflanzen, die sich sonst schwer unterscheiden lassen, ist die Behaarung sogar das auffälligste Erkennungszeichen. Daher haben ihnen die Botaniker entsprechende Namen gegeben, zum Beispiel *Viola hirta* — Rauhbültriges Veilchen (*hirta* = rauhbültrig, borstig); *Hieracium pilosella* — Behaartes Habichtskraut (*pilosus* = stark behaart); *Melica ciliata* — Bewimpertes Perlgras (*cilius* = Augenlid, Wimper). Sie haben dabei genau unterschieden, welcher Art die Behaarung ist: ob wollig, flaumig, borstig, gewimpert, zottig, schuppig, warzig oder drüsig. (Diese Bezeichnungen entnahmen sie alle dem Tierreich.)

Wir können zu diesen Eigentümlichkeiten noch viele hinzufügen, zum Beispiel ob die Haare kurz oder lang sind, ob sie anliegen oder abstehen, ob sie silbrig-glänzend, stumpf-grau, farbig oder irgendwie anders aussehen, ob sie gleichmäßig über das betreffende Organ verteilt sind oder gewisse Teile bevorzugt werden und andere Besonderheiten. Die Lupe und besonders das Mikroskop haben uns jedoch gelehrt, noch viel feinere Merkmale zu beachten. Eine genaue Beschreibung der Form der Haare — und zwar wollen wir uns auf Blätter und Stengel beschränken — soll die Hauptaufgabe der folgenden Untersuchungen sein. Denn ehe wir eine weitere Frage untersuchen können — zum Beispiel die Bedeutung der Haare für die Pflanze —, müssen wir ihren Bau genau festgestellt haben.

M Kulturpflanzen und Unkräuter geben uns reiche Ausbeute, und wir wollen sie in erster Linie untersuchen. Solche „angewandte Wissenschaft“ lehrt uns verstehen, daß der Sinn der wissenschaftlichen Arbeit darin besteht, die Natur zu

erkennen und in den Dienst des Menschen zu stellen. Die nachstehende Liste enthält Beispiele:

Kulturpflanzen: Raps, Gartenbohne, Kürbis, Gurke, Bohnenkraut, Himbeere, Brombeere.

Unkräuter: Melde, Vogelmiere, Käsemalve, Kälberkropf, Klatschmohn, Hirtentäschelkraut.

Von den Wildpflanzen geben uns reiche Ausbeute folgende Familien:

Rauhblattgewächse: Gurkenkraut, Beinheil, Lungenkraut, Vergißmeinnicht, Natterkopf, Steinsame.

Lippenblütler: Günsel, Hohlzahn, Salbei, Ziest, Dost, Minze.

Kreuzblütler: Gänsekresse (Arabis), Goldlack, Schotendotter.

Storchschnabelgewächse: Storchschnabelarten.

Braunwurzgewächse: Königskerze.

Doldengewächse: Kerbel, Wilde Möhre, Bärenklau.

Korbblütler: Klette, Huflattich.

Im Winter stehen uns Topfpflanzen wie Pelargonie, Primel, Winterlevkoje, Zimmerlinde, Rosmarin und ähnliche zur Verfügung. In den Gewächshäusern der Gärtnereien werden wir mancherlei finden.

- P Unsere ersten Untersuchungen nehmen wir an frischen Pflanzen vor. Erst wenn wir an ihnen alle Merkmale des Baues der Haare und alle Eigentümlichkeiten der mikroskopischen Abbildung gründlich kennengelernt und uns eingeprägt haben, können wir beurteilen, ob das mikroskopische Bild von getrockneten oder naß konservierten Pflanzenteilen völlig naturgetreu oder mehr oder weniger verfälscht ist. Beim Trocknen und Pressen werden zum Beispiel abstehende Haare platt angedrückt. Manche Haare wiederum haben ein Gelenk und sind nur zuzeiten abstehend. An gepreßten Pflanzen könnten wir also nicht ohne weiteres sehen, welcher Zustand natürlich oder auf die Vorbehandlung zurückzuführen ist. Von naß konservierten Pflanzen werden dagegen leicht feine Ausscheidungen auf der Oberfläche oder Absonderungen der Drüsenhaare heruntergewaschen. Beim Sammeln der Pflanzen und beim Präparieren vermeiden wir es, die Haare zu berühren. Jede Berührung kann zu einer Beschädigung führen. Von den Brennhaaren der Brennessel zum Beispiel brechen schon beim leisen Darüberstreichen die Köpfe ab. Von den Drüsenhaaren wird das Sekret leicht abgewischt, und steife Borsten können brechen.

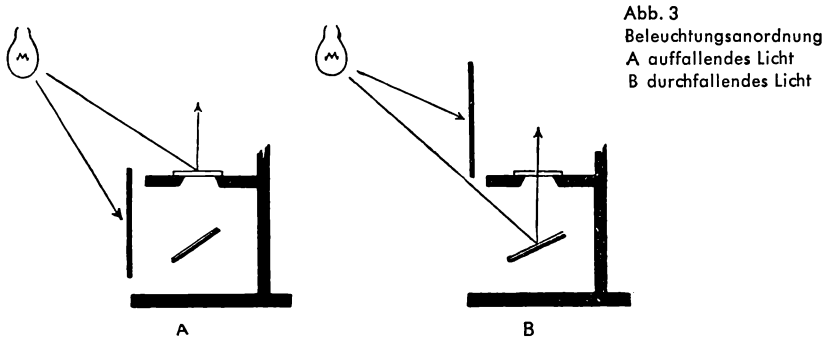
Wir beginnen mit Beobachtungen im auffallenden Licht, da sie die geringsten Schwierigkeiten beim Präparieren bieten und die natürlichste Art sind, die Dinge zu betrachten. Zur Beleuchtung verwenden wir am besten künstliches Licht; eine Schreibtischlampe mit einer 60-Watt-Lampe reicht dazu aus. Wir rücken sie so nahe heran, daß der Objektisch gleichmäßig ausgeleuchtet wird, aber auch der Spiegel Licht zur Beleuchtung des Objekts erhält. Dann können wir schnell zwischen folgenden Beleuchtungsarten wechseln und dabei vergleichen, welche Vorzüge jede von ihnen bietet:

1. Auffallendes Licht: Wir decken den Spiegel mit schwarzem Papier ab.

2. Durchfallendes Licht: Wir hängen an den Lampenschirm eine Blende aus schwarzem Papier, so daß nur der Spiegel Licht erhält.

3. Gemischte Beleuchtung: Wir beobachten ohne jede Abdunklung (Abb. 3).

Die geringsten Schwierigkeiten im Präparieren bereitet die Untersuchung der Stengelhaare. Wir sägen dazu einen Rahmen aus Sperrholz aus (es genügt auch starke Pappe), schneiden mit der Rasierklinge ein passendes Stück vom Stengel ab und befestigen es mit Klebstreifen (Abb. 4). Mit der Pinzette drehen wir es so, daß einige Haare an den Kanten unter dem Mikroskop in ihrer vollen Länge hell auf dunklem Untergrund zu sehen sind. Blätter kleben wir je nach ihrer Größe im ganzen oder in Teilstücken auf. Wenn sie am Rande



Haare haben, können wir sie in derselben Art wie die Stengel beobachten. Meistens sind sie jedoch auf der Fläche behaart, und zwar auf der Unterseite in der Regel stärker als auf der Oberseite. Es ist nicht nebensächlich, welche Lage das Haar zur Lichtquelle einnimmt. Wir drehen daher den Objektträger jeweils so, daß das Licht die Haare einmal in der Breite, das andere Mal in der Längsrichtung trifft, und vergleichen, welche Wirkung die Richtung des Lichteinfalles auf die Abbildung hat.

Diese Beobachtungen bedürfen der Ergänzung durch das Naßpräparat, da

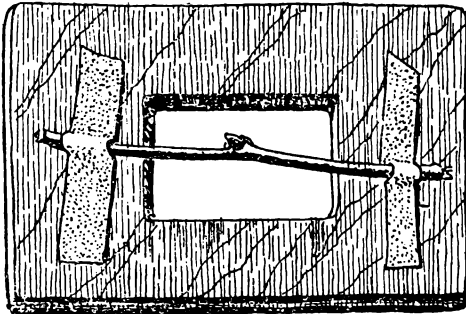


Abb. 4
Holzrahmen für Beobachtung im auffallenden Licht

das Trockenpräparat nicht alle Feinheiten zeigt. Am vorteilhaftesten arbeiten wir auf dunklem Untergrund, zum Beispiel einer dunkelfarbigem Kachel, einem entsprechenden Stück Linoleum oder Kunsthorn; denn die durchsichtigen Häute heben sich auffälliger von einer dunklen als von einer hellen Unterlage ab. Außerdem schont das bei längerem Arbeiten unsere Augen. Wir schneiden mit der scharfen Klinge den Stengel oberflächlich an und lüpfen die Rinde ein wenig. Mit der feinen Pinzette können wir jetzt ein ausreichendes Stück von der Oberhaut abziehen. Das ist meistens auch bei den Blättern möglich. Wir ritzen dazu die Adern an einer Gabelung an und ziehen die Haut ab. Die oft glasklaren Lappen zeigen außer der Behaarung sehr klar das Zellgewebe mit den Spaltöffnungen. Wenn das nicht glückt, fertigen wir einen feinen Flächenschnitt an. Diese Stücke übertragen wir auf den Objektträger und legen ein Deckglas auf. Wenn wir danach an dessen obere Kante mit der Pipette einen Tropfen Wasser geben, beobachten wir, welch anderes Aussehen die Haare annehmen, sobald die Flüssigkeit in das Innere eindringt.

Später legen wir die Hautstückchen von vornherein in einen Tropfen Wasser, geben einen zweiten auf das Deckglas, drehen es schnell herum, so daß ein hängender Tropfen entsteht, und legen es dann auf. Überschüssiges Wasser saugen wir mit einem Streifen Filtrierpapier ab. Oft beeinträchtigen Luftblasen die Klarheit der Abbildung. Wir können sie auf dreifache Weise vermeiden oder wieder austreiben:

1. Wir verwenden nur luftfreies Wasser, nämlich abgekochtes oder destilliertes Wasser.
2. Wir erwärmen den Objektträger über der Spiritusflamme, bis alle Luftblasen herausgewandert sind.
3. Wir legen die Präparate zunächst in Alkohol statt in Wasser.

In einem Tropfen Chlorzinkjod färben sich die Zellwandungen violett, wenn sie aus reiner Zellulose bestehen.

- U In unseren Arbeitsgemeinschaften untersuchen wir zunächst eine Pflanze gemeinsam; danach teilen wir jedem ein Sondergebiet zu. Bei der Beschreibung der Haare gehen wir auf folgende Punkte ein:

1. **Verteilung:** Welche Teile sind behaart (Adern, Blattflächen, Blattränder)? Ist die Behaarung gleichmäßig oder ungleichmäßig, dünn oder so dicht, daß die Fläche damit bedeckt ist?

2. **Gestalt:** Viele Haare haben die Gestalt regelmäßiger Körper, nämlich der Walze oder des Kegels. Das erkennen wir ohne weiteres, wenn sie ganz ausgestreckt unter dem Mikroskop liegen; oft sind sie aber aufgerichtet, dann erscheinen sie verkürzt. An Modellen, zum Beispiel einem Reagenzglas und einem Pappkegel, prägen wir uns ein, wie sie dem Auge erscheinen, wenn wir sie von der Seite, von oben oder unter verschiedenem Neigungswinkel sehen. Die Grundform kann vielfältig abgewandelt sein; die Haare sind zum Beispiel ausgebaucht, gekrümmt, hakenförmig gebogen, bandartig flachgedrückt oder gekräuselt; oft sind sie auch verzweigt. Die Botaniker unterscheiden Faden, Borste, Zotte, Schuppe, Stern, Tannenbaum.

3. Zelliger Bau: Sind sie einzellig oder vielzellig (sogenannte Gliederhaare)? Sind alle Haare eines Blattes oder Stengels von gleicher Art, oder kommen zwei, auch drei verschiedene Arten vor? Sind die einzelnen Zellen gleich lang und gleich stark?

4. Äußeres: Ist die Oberfläche glasartig durchsichtig oder grau, glatt, gekörnt oder gestreift? Sind die Zellhäute dünn- oder dickwandig?

5. Inneres: Sind die Haare lebend oder tot? (Lebende Haare enthalten Protoplasma. An jungen Haaren des Kürbis und der Brennnessel ist das nicht schwierig zu erkennen, da sie Protoplasmaströmung zeigen. Drüsenhaare sind lebend, solange sie an der Spitze Sekrettröpfchen oder Klümpchen ausscheiden. Oft ist es schwer zu entscheiden, ob die Zellen lebend oder tot sind. Tote Haare sind mit Luft gefüllt. Wenn in Naßpräparaten das Wasser in das Innere eindringt, wird die Luft in der Zelle davon eingeschlossen und sieht aus wie die Luftblase in der Libelle der Wasserwaage.)
Enthalten sie farbigen Saft?

6. Besonderheiten des Haargrundes: (Die Haare entstehen so, daß die Epidermis sich ausstülpt. Oft ist aber auch das tiefer liegende Gewebe — wir erkennen es daran, daß es Chlorophyllkörnchen enthält — daran beteiligt. Der Haargrund zeigt daher oft auffällige Eigentümlichkeiten.)
Ist die erste Zelle gleichmäßig dick oder am Grunde zwiebelartig aufgetrieben? Ist die Epidermis glatt, oder steht das Haar auf einem Hügel oder in einem Becher?

7. Kommen Drüsenhaare vor? (Drüsenhaare sondern ein Sekret ab.) Aus wieviel Zellen bestehen sie? Wie sieht die Endzelle aus? Formt sich das Sekret in einem Tröpfchen oder einem Klümpchen, oder fließt es am Haar herab?
Wenn wir genügend Beobachtungen zusammengetragen haben, ordnen wir unsere Ergebnisse übersichtlich in einer Tabelle.

Tabelle 1: Behaarung der Stengel und Blätter (Abb. 5).

Einzellige Haare		Mehrzellige Haare			
einfach	verzweigt	Gliederhaare	a) Sterne und b) Tannenbaum	Schuppen	Drüsen
Raps Erdbeere Kirsche	Kornelkirsche Hopfen Goldlack	Tomate Kartoffel Wegerich	a) Brombeere b) Königskerze Platane	Olweide	Pelargonie Primel

W Die genaue Beschreibung der Haare ist die Grundlage vieler weiteren wissenschaftlichen Arbeiten. Die großen Werke über die Pflanzenwelt der Erde und über einzelne Pflanzen enthalten daher mustergültige Beschreibungen und Abbildungen. Das erleichtert die Bestimmung getrockneter Pflanzen (Herbarmaterial, Drogen, Nahrungs- und Futtermittel). Die Untersuchung der Haare gab der Heilkunde einen Hinweis, warum einige Topfpflanzen — nämlich gewisse Primeln — bei manchen Menschen fieberhafte Hautentzündungen hervorrufen; das Sekret ihrer Drüsenhaare wirkt auf die Haut dieser Menschen als Gift.

Welche Bedeutung die Behaarung für die Pflanze selbst hat, muß stets erst von Fall zu Fall durch gewissenhafte Versuche festgestellt werden. In vielen Fällen — nicht in allen — übt sie folgende Wirkungen aus:

1. Schutz gegen schädliche Einflüsse der Umwelt:

Woll- und Filzbehaarung mildert Sonneneinstrahlung und Kälte und setzt die Verdunstung herab.

Weidetiere meiden Pflanzen mit Borsten und Brennhaaren. (Dieselben Pflanzen können aber geschädigt werden durch kleinere Tiere wie Blattläuse, Ameisen, Raupen und Schnecken.)

2. Unterstützung wichtiger Lebensvorgänge:

Die Klimmhaare der Gemüsebohne, des Labkrautes und des Hopfens dienen zur Befestigung der Stengel und Ranken.

Die Haarleisten an den Stengeln einiger Lippenblütler leiten wahrscheinlich das Regenwasser ab.

Die Saughaare an den Stengeln der Vogelmiere nehmen Tau auf.

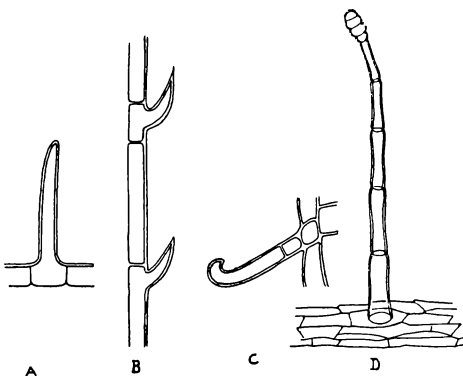


Abb. 5

Verschiedene Pflanzenhaare

A Einzelliges Haar der Fuchsie

B Einzelliges Haare am Blatt-
rand von Roggenblättern

C Klimmhaar vom Stengel der
Gartenbohne

D Drüsenhaar der Pelargonie

Unser Arbeitstagebuch

Erst das Arbeitstagebuch gibt unseren Untersuchungen den Wert einer wissenschaftlichen Arbeit. Es hält fest, was wir untersucht haben, welcher Verfahren wir uns dabei bedienten und zu welchen Ergebnissen wir gelangt sind.

Stift und Papier liegen daher stets neben dem Mikroskop. Wir notieren alles, was mit der betreffenden Untersuchung zusammenhängt, selbst wenn es uns im Augenblick unwichtig erscheint. Scheinbar Nebensächliches kann sich bei späteren Arbeiten als sehr wichtig erweisen. Das menschliche Gedächtnis ist nicht immer zuverlässig, so daß wir schon nach Stunden genaue Einzelheiten vergessen haben können. Wir müßten also die Untersuchung wiederholen. Das ist nicht nur umständlich, sondern manchmal auch gar nicht mehr möglich, da uns die betreffenden Pflanzen vielleicht nicht mehr zur Verfügung stehen.

Wir bemühen uns, in so klarem Deutsch zu schreiben, daß jeder andere Naturwissenschaftler uns ohne Irrtum versteht. Die Sprache ist unser unentbehrliches Handwerkszeug. Alles Verschwommene und Dunkle deutet nur darauf hin, daß wir die Sache nicht ganz verstanden haben. Die Sprache der Wissenschaft ist durchsichtig wie Glas; das gibt ihr eine leuchtende Schönheit. Wir schreiben unsere Notizen daher zuerst wahllos auf lose Zettel und heften sie in einen Schnellhefter. Zum Schluß der Untersuchung ordnen wir daraus das Wesentliche, fassen es zusammen und tragen es sauber in das Arbeitstagebuch ein. Erledigte Zettel vernichten wir; Unerledigtes heben wir so lange auf, bis es sich durch spätere Arbeiten erübrigt. Als Arbeitstagebuch verwenden wir ein starkes Heft mit tintenfestem Papier und steifen Deckeln.

Wir lernen zeichnen

Was wir zeichnen wollen

Unser Bericht ist indessen erst vollständig, wenn er durch eigene Zeichnungen ergänzt wird. Wer zeichnet, muß eine Sache viel schärfer betrachten, als wenn er sich mit dem bloßen Anschauen begnügt. Außerdem sagen einige Striche oft viel treffender, was viel Worte nur unvollkommen ausdrücken können.

Allerdings müssen wir wissen, was wir mit der Zeichnung eigentlich darstellen wollen. Die Schönheit der Präparate im auffallenden Licht zum Beispiel ist oft überwältigend. Die Haare glitzern auf dem dunklen Untergrunde wie Diamanten; die Epidermis gleicht einem gläsernen Dache, und die Chlorophyllkörnchen leuchten wie Smaragde. Wir begreifen, daß den alten Mikro-

skopikern die „Augen- und Gemütsergötzung“ oft das Wichtigste an ihrer Arbeit gewesen ist. Diese Schönheit wollen und können wir indessen nicht darstellen; sie gehört in den Bereich des Künstlers. Wir können auch nicht Zelle um Zelle eines Querschnittes durch einen Zweig abzeichnen. Daran hat ein wissenschaftlicher Zeichner mit dem Zeichenapparat oft viele Wochen zu tun, oder die fotografische Platte gibt es so naturgetreu wieder, wie wir es nie fertigbringen.

Die mikroskopische Abbildung enthält Wesentliches und Unwesentliches. Die Kunst des Zeichnens besteht darin, daß wir nur das Wesentliche daraus darstellen. Unwesentlich ist aber alles, was nicht dazu dient, das, worauf es uns ankommt, verständlich zu machen. Wir zeichnen zum Beispiel von einem Gliederhaar nur die äußeren Umrisse. Wenn seine Gestalt, das Verhältnis der einzelnen Zellen in der Länge und Breite, die Wandstärke und die Eigentümlichkeiten des Haargrundes richtig wiedergegeben sind, so ist unsere Zeichnung naturgetreu, obwohl wir Plasmareste im Innern, Licht und Schatten, zufällige Verletzungen und ähnliches weggelassen haben. Die Darstellung von vielzelligen Gebilden vereinfachen wir, indem wir nicht jede Zelle zeichnen, sondern nur die einzelnen Zellgewebe. (Darunter verstehen die Botaniker Zellen, welche miteinander zusammenhängen, dieselbe Form haben, gleich groß sind und eine gemeinsame Aufgabe erfüllen.)

Die Abbildungen in guten Lehrbüchern wollen wir indessen eifrig studieren; sie lehren uns oft, die Dinge richtiger zu sehen. Es ist leicht möglich, daß wir Mängel oder Irrtümer in unserer Darstellung entdecken. Dann schreiben wir entsprechende Bemerkungen dazu oder heften eine berichtigte Darstellung an. Auf diese Weise lernen wir aus einem Irrtum mehr, als wenn wir abzeichnen.

Unser Handwerkszeug

Wir gehen mit dem Vorsatz an die Arbeit, auch in unseren Zeichnungen das Beste zu leisten. Das ist jedoch nur mit werkgerechtem Handwerkszeug möglich. Dazu gehören in erster Linie die Stifte. Wir halten davon am besten stets mehrere in verschiedenen Härten bereit. Unentbehrlich sind die mittelharten. Weiche verwischen leicht; aber für gröbere Dinge, die mit breitem Strich gezeichnet werden müssen, brauchen wir sie notwendig. Harte geben blasse Striche und kratzen leicht das Papier; für sehr zarte Einzelheiten sind sie jedoch am geeignetsten.

Natürlich müssen die Stifte gut gespitzt sein. Eine lange und feine Spitze erhalten wir, wenn wir mit der Rasierklinge feine Späne flach herunterschnitzen und die Mine dann nadelfein zuspitzen.

Die Reinzeichnungen sehen am saubersten aus, wenn wir sie mit der spitzen Feder und mit schwarzer Tusche anlegen.

Wie wir zeichnen

Wir legen das Papier rechts neben das Mikroskop, so daß wir abwechselnd in das Okular und auf die Zeichenfläche sehen können. Der Arbeitstisch muß gut beleuchtet sein, so daß unsere Augen nicht überanstrengt werden. Zuerst skizzieren wir solche einzelnen Haare unseres Präparates, welche die Besonderheiten, auf die es uns ankommt, besonders klar zeigen. Wir gewöhnen uns daran, groß und deutlich zu zeichnen. Es ist nicht nötig, daß der Vergrößerungsmaßstab unserer Zeichnungen mit der Vergrößerungszahl des Mikroskops übereinstimmt; viel wichtiger ist — wie auf Seite 14 bereits erwähnt wurde —, daß die einzelnen Elemente in ihren Größenverhältnissen richtig wiedergegeben sind. Die Zeichnungen in unseren Lehrbüchern sind auch erst nachträglich verkleinert worden; die Originale des Zeichners sind ungefähr dreimal so groß. Die Zeichnungen dieses Heftes sind nach den Abbildungen gezeichnet worden, die ein 8fach vergrößerndes Objektiv des VEB Zeiß mit einem 6- oder 15mal vergrößernden Okular liefert.

Mit Radiergummi gehen wir möglichst sparsam um, und Zirkel und Lineal wollen wir für die eigentliche Zeichnung ganz verbannen; zu einer sauberen Umrandung sind sie dagegen unentbehrlich.

Die Skizzen sind die Grundlagen unserer Reinzeichnungen für das Arbeitstagebuch. Wir zeichnen dazu die Darstellung, die alle Merkmale am klarsten wiedergibt, auf Karton, ungekürntes Zeichen- oder tintenfestes Schreibpapier um. Oft können Farbstifte noch klarer zum Ausdruck bringen, was die Zeichnung sagen soll. Wir dürfen nur nicht Gemälde damit liefern wollen, sondern wir verwenden die Farben als Sinnbilder, um bestimmte Bauelemente der Pflanze deutlicher hervorzuheben. Wenn wir zum Beispiel in Zeichnungen von Stengelquerschnitten die verholzten Gefäße der Leitbündel rot, die nichtverholzten blau und das Wachstumsgewebe gelb schraffieren, so tritt die Anordnung der einzelnen Gewebe viel auffälliger hervor (siehe Seite 29).

Die Reinzeichnung schneiden wir mit Rasierklinge und Lineal auf einer Pappunterlage sauber aus und kleben sie mit Ecken, womit die Fotofreunde ihre Bilder in die Alben einordnen, oder etwas Ähnlichem in das Arbeitstagebuch. Das hat den Vorteil, daß wir sie gelegentlich auswechseln können, wenn wir Fortschritte gemacht haben; dann werden wir nämlich manches an unseren Anfangswerken auszusetzen haben.

Muster einer Eintragung

Haare der Blätter und Stengel

Datum: 15. November 1951.

Material: Winterraps.

Rosetten aus tief gelappten, gekräuselten, meergrünen Blättern. Auf den Rippen und an den Rändern locker stehende, kurze Borsten. (Die Blätter fühlen sich rau an.)

Stengel außer dem Bereich der Blätter kahl.

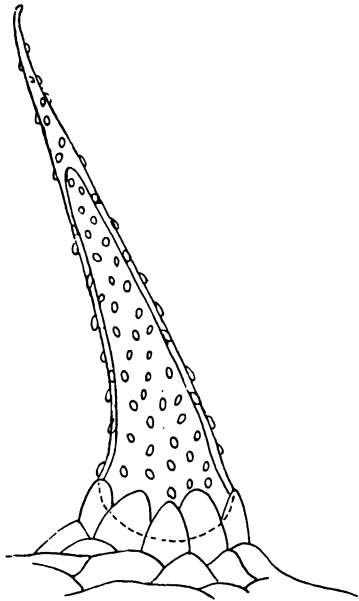
- Optik:** Objektiv 10fach, Okular 5mal und 10mal.
- Beleuchtung:** Zunächst auffallendes, dann durchfallendes Licht.
Lichtquelle: mattierte 60-Watt-Lampe in Schreibtischlampe.
- Präparation:** Frischmaterial.
Für auffallendes Licht Stücke vom Blattrand mit Klebestreifen auf Holzrahmen befestigt.
Für durchfallendes Licht Epidermis der Unterseite an Adergabelung geritzt, dann abgezogen; außer den Haaren reichlich Epidermis mit Spaltöffnungen, in Wasser untersucht.
- Bemerkenswertes:** Im auffallenden Licht Haare kristallartig glänzend; Körnung auch in schwacher Vergrößerung deutlich; über dem Grunde meist unregelmäßige, rostbraune Zone.
In Wasser: Im Innern Luftblasen eingeschlossen, die allmählich völlig verschwinden; Körnung in stärkerer Vergrößerung (Okular 15mal) grünlich glänzend; Epidermiswulst um den Haargrund in allen Einzelheiten scharf.

Ergebnis (Abb. 6):

1. Verteilung: auf Rippen und am Blattrande.
2. Gestalt: kegelförmig wie ein Ziegenhorn, Haargrund zwiebelförmig.
3. Zelliger Bau: einzellig.
4. Äußeres: glasartig durchsichtig, am Grunde rostbraune Zone, gekörnt, dickwandig.
5. Inneres: tot, lufthaltig.
6. Haargrund: in einen Wulst der Epidermis eingesenkt.
7. Drüsenhaare: —



A



B

Abb. 6 Haare vom Raps
A Blattrand vom Raps
in Lupenvergröße-
rung
B Rapshaar

2. Stempelnarben

Das Spalten undurchsichtiger Objekte

Das Heft „Wir arbeiten mit dem Mikroskop“ enthält eine Anleitung, den Blütenstaub (Pollen) zu untersuchen. Unsere Arbeit wird jedoch erst vollständig, wenn wir sie auch auf die Narbe des Stempels ausdehnen. Wir betrachten damit eine weitere Teilaufgabe des großen Gebietes „Vermehrung der Pflanzen durch Samen (geschlechtliche Vermehrung)“.

Ein Glied aus dieser Kette von Einzelvorgängen ist die Bestäubung. Wir wollen uns jetzt damit beschäftigen, wie die Narben beschaffen sind, damit sie sicher zustande kommt. Wenn nämlich an den Blüten eine feine Staubwolke vorüberzieht, muß der Pollen auch aus der Luft aufgefangen werden; oder wenn die Bienen und andere Insekten die Blüten besuchen, muß er von ihrem Körper auf die Narbe gestreift werden. Für alle diese Fälle sind im Laufe der vielen Millionen Jahre, die die Blütenpflanzen zu ihrer Entwicklung gebraucht haben, bewundernswerte Einrichtungen entstanden. So mannigfaltig sie auch erscheinen, so können wir doch einige Hauptformen unterscheiden:

1. Die Narben sind in feine Ästchen aufgespalten und erinnern an Federn oder Pinsel. Das beobachten wir besonders an Windblütlern. Offenbar handelt es sich um Fangeinrichtungen.

2. Die Oberfläche der Narben ist nicht glasartig glatt, sondern ähnelt einem Plüsch- oder Samtbezug. Die Zellen der Oberhaut sind nämlich schwach gewölbt wie ein Uhrglas oder ausgestülpt zu Gebilden, die wie eine Keule, ein Fingerhut oder sogar wie ein lederner Fingerling aussehen. Die Botaniker sprechen dann von **Papillen**. Je einfacher und reichlicher die Bestäubung der Narbe von Natur aus vor sich geht, desto glatter ist sie in der Regel; sicher dienen also die Ausstülpungen als Vorrichtungen, an denen der Pollen haftenbleibt.

3. Die Oberfläche ist mit klebrigem Schleim überzogen.

Wir begnügen uns zunächst damit, genau zu beschreiben, was wir beobachten. Um es zu erklären, müssen wir auch die einzelnen Bestäuber und die Art und Weise, wie der Staub auf die Narbe gelangt, in den Kreis unserer Betrachtungen einbeziehen. Das ist eine Aufgabe, die viel Naturbeobachtung erfordert. Einzelheiten darüber lesen wir nach in dem Heft von Dr. Rammer „Tiere als Bestäuber der Pflanzen“. Je tiefer wir in das ganze Gebiet eindringen, desto mehr werden wir begreifen, daß Pollen, Bestäuber und Narben so aufeinander abgestimmt sind, daß sie ein Ganzes bilden. Ähnlich gehören zusammen der Schlüssel, die Hand, die ihn führt, und das Schloß.

M Blühende Pflanzen stehen uns das ganze Jahr über zur Verfügung; im Winter stellen wir unsere Untersuchungen an Topfpflanzen an.

Windblütler:

Bäume und Sträucher (Hasel, Erle, Pappel, Ulme, Birke);
Wiesengräser, Binsen, Getreidearten;
Brennessel, Wegerich (eine Zwischenstufe von Wind- und Insektenblütigkeit).

Insektenblütler:

Zusammengesetzte Blütenstände, wie Dolden (Wilde Möhre), Trugdolden (Holunder) oder Körbchen (Löwenzahn).

Lupine	Ackerwinde	Krokus	Hopfen	Platane
Raps	Klatschmohn	Schwertlilie	Nachtkerze	
Hanf	Hirtentäschel	Primel	Pelargonie	

- P** Die Untersuchung im auffallenden Licht steht wieder am Anfang. Der gesamte Stempel wird je nach seiner Größe mit der Pinzette oder der Nadel aus der Blüte herausgelöst. An Gräsern kann man meist schon mit bloßem Auge oder mit der Lupe die wundervollen, federartigen Gebilde erkennen. An allen Narben haften meistens reichlich Pollenkörner. Narben der Insektenblütler tupfen wir stets zuerst auf dem Objektträger ab und suchen nach Spuren von Schleim. Oft ist es ratsam, den Stempel den noch geschlossenen Knospen zu entnehmen.

Für durchfallendes Licht trennen wir durch einen glatten Schnitt die Narbe auf dem Objektträger vom Stempel und spalten sie mit der Rasierklinge. Wenn sie groß und fleischig ist, zerschneiden wir sie in kleine Stücke, achten aber darauf, daß die Schnittfläche bei der Beobachtung dem Objektträger zugekehrt ist.

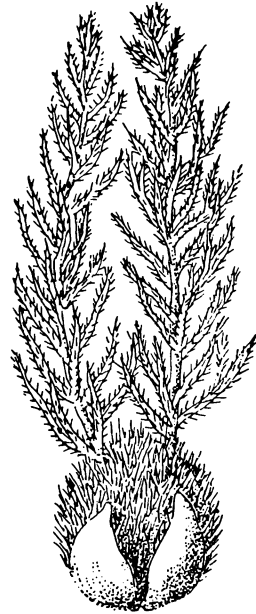
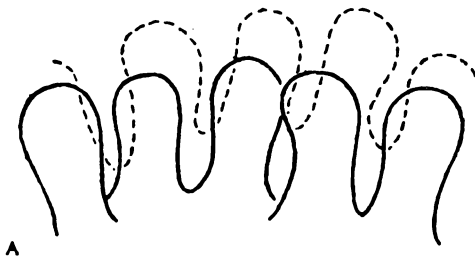
Wie wir in dem Heft „Wir arbeiten mit dem Mikroskop“ gelernt haben, machen wir die meist noch undurchsichtigen Stücke durchsichtig. (Die Mikroskopiker nennen das „aufhellen“.) Dazu verdünnen wir in einer Blockschale vor Gebrauch einige Tropfen Glycerin mit der gleichen Menge Wasser. Dieses Gemisch hat den weiteren Vorzug, nicht so schnell zu verdunsten wie Wasser. Reines Glycerin dagegen bewirkt, daß die Zellen schrumpfen.

- U** Die Form der Oberhautzellen beobachten wir am klarsten an den Rändern; sie erscheinen dann in der Seitenansicht. Wenn wir uns über ihre Form klar geworden sind, werden wir ihre Umrisse auch auf der gesamten Fläche wiedererkennen; sie erscheinen jetzt in der Draufsicht.

Wir legen unserer Niederschrift folgende Gesichtspunkte zugrunde:

1. Art der Bestäubung: Wind- oder Insektenblütler?
2. Besonderheiten bei Insektenblütlern: Einzelblüte oder zusammengesetzte Blüte? Liegt die Narbe offen oder mehr oder weniger verdeckt? Wer ist der Bestäuber: Fliegen, Käfer, Bienen, Hummeln, Schmetterlinge?
3. Ist die Narbe trocken oder klebrig?
4. Oberfläche der Narbe: Ist sie glatt, oder hat sie uhrglas-, keulen-, fingerhut- oder fingerlingartige Ausstülpungen? Ist sie pinsel- oder federartig ausgebreitet (Abb. 7)?

Abb. 7 Stempelnarben
 A Narbenpapillen der Schlüsselblume
 (nach Schönichen)
 B Federnarbe eines Grasses



- W Die Untersuchungen der Narben sind ein wichtiges Teilgebiet der sogenannten Blütenbiologie. Diese Wissenschaft hat sich zur Aufgabe gestellt, in die feinen Zusammenhänge, welche zur Befruchtung der Pflanzen gehören, Licht zu bringen. Dabei haben sich viele ursprüngliche Meinungen als Irrtümer erwiesen, da die Botaniker in der Frühzeit der wissenschaftlichen Forschung die einzelnen Vorgänge oft nur ungenau gekannt und voreilig allgemeine Gesetze aufgestellt haben. Jeder ernsthafte Liebhaber der Mikroskopie kann viel dazu beitragen, daß der Wissenschaftler von jeder Pflanze genaue Einzelheiten darüber erhält. Der Erfolg des Pflanzenzüchters hängt oft davon ab, daß ihm die Besonderheiten bei der Bestäubung einer bestimmten Kulturpflanze bekannt sind.

3. Die wasserleitenden Gefäße

Das Zerzupfen mit der Präpariernadel

Wasser ist der unentbehrliche „Betriebsstoff“ der Pflanze. Unaufhörlich zieht ein feiner Strom von der Wurzel bis in den Wipfel und trägt die dem Erdboden entnommenen Nährstoffe dorthin, wo sie gebraucht werden. Wenn wir einen Stengel der Taubnessel oder irgendeiner anderen Blütenpflanze in ein

Glas mit Wasser stellen, das wir zuvor mit einigen Tropfen roter Tinte gefärbt haben, so werden die Bahnen dieses Saftstromes in kurzer Zeit in ihrer ganzen Länge durch Rotfärbung kenntlich gemacht. Sie bilden ein Leitungsnetz, dessen Rohre der Botaniker als Holzgefäße, kurzweg auch als **Gefäße** bezeichnet. Wie alle Organe der Pflanze sind sie aus lebenden Zellen hervorgegangen, die dann, als sie sich fertig umgebildet hatten, abgestorben sind. Außer dem Nährsaft leiten sie auch Luft.

Die mikroskopische Betrachtung läßt uns zugleich erkennen, daß die Natur hier jedem Ingenieur ein vollendetes Beispiel gegeben hat, wie so ein Leitungsnetz beschaffen sein muß. Das Protoplasma der Zellen hat nämlich den zarten Gefäßwandungen im Innern sinnreiche Versteifungen angelagert und ihnen dadurch größere Festigkeit gegeben, gleichzeitig aber an Baustoff gespart. Ohne diese Verstärkungen könnte es geschehen, daß sie von den lebhaft wachsenden lebenden Geweben, inmitten deren sie liegen, zerquetscht werden, daß sie platzen, wenn der Druck der Säfte zu stark ist, oder umknicken, wenn sich die Stengel im Winde biegen.

- M** Stengel von Wegerich und Kohlrabi;
in Gewässern faulende Stengel von Wasserpflanzen;
Kürbis, Sonnenblume, Rhabarber, Rizinus;
verholzte (überwinternde) Stengel von Schilf, Mais und Sonnenblumen.
- P** Wir reißen einen Wegerichstengel durch. Dann hängen an den Enden Fäden heraus, von denen wir ohne Mühe Stücke von einigen Zentimetern Länge herausziehen können. Wir kochen sie einige Minuten in einem Reagenzglas; danach lassen sie sich leichter weiterverarbeiten. Einen solchen Faden zerschneiden wir auf einem Objektträger mit der Rasierklinge in etwa 1 cm lange Teilstücke. Aus einem davon stellen wir mit Präpariernadeln auf folgende Weise ein Präparat her. Wir nehmen in jede Hand eine Nadel. Mit der linken halten wir das ganze Bündel am Ende fest, mit der rechten fasern wir es auf, indem wir die Nadelspitze so lange durch seine ganze Länge hindurchziehen, bis es in feine Fasern aufgesplittert ist. (Auf einer dunklen Unterlage sind die Fäserchen besser zu erkennen.) Mit einem nassen weichen Pinsel säubern wir das Ganze von Geweberesten; einige Tropfen Wasser, die wir aus einer Pipette auf den schräg gehaltenen Objektträger fallenlassen, spülen es vollends sauber.

Das Färben

Wir untersuchen zuerst in verdünntem Glyzerin. Um deutlicher hervorzuheben, wie die Zellwände beschaffen sind, färben wir ein zweites Präparat an. Von den vielen Farbstoffen, die dem Mikroskopiker hierfür zur Verfügung stehen, eignet sich für unseren Zweck besonders ein roter, das Safranin. Es wird von den Handlungen für mikroskopischen Bedarf in einer Stammlösung oder in

Pulverform geliefert. Eine dunkelrote Stammlösung stellen wir selbst her, indem wir in einer Färbeflasche eine Messerspitze Pulver in destilliertem Wasser auflösen. (Mit allen Färbemitteln nehmen wir uns in acht, denn sie hinterlassen in der Kleidung, den Hand- und wohl gar Tischtüchern Flecke, die oft schwer zu entfernen sind.) Die Safraninlösung verdünnen wir in einer Blockschale bis zu einem rosa Farbton. In diese Lösung übertragen wir mit der Nadel oder dem Pinsel das präparierte Gefäßbündel. Je stärker wir das Safranin verdünnt haben, desto länger dauert die Färbung, aber desto klarer und haltbarer wird sie auch. Die Präparate können zum Beispiel über Nacht darin liegen, ohne daß sie überfärbt sind. Wenn das Gefäßbündel kirschrot gefärbt ist, schwenken wir es mehrfach in einem Uhrglas mit reinem Wasser, bis keine Farbstoffwolken mehr entweichen. Wir können es nunmehr in Wasser untersuchen.

Ohne Mühe lassen sich Gefäßbündel auch aus verfaulenden Pflanzenstengeln gewinnen. Wir brauchen nur in den Schilfgürteln unserer Gewässer in das seichte Wasser zu greifen, dann werden wir eine ganze Handvoll davon herausziehen. Wir können natürlich auch jeden beliebigen Stengel in einem Glas Wasser ausfallen lassen. Das geht bei saftigen Pflanzen, wie bei Kürbis und Gurke, schnell; bei holzigen dauert es lange. Schneller kommen wir daher zum Ziel, wenn wir alle Stengel weich kochen und kleine Stücke davon auf dem Objektträger unter dem Deckglas zerquetschen.

Ein weiteres Verfahren besteht darin, daß wir mit der Rasierklinge feine Späne von verdorrten Stengeln herunterschnitzen. Wir legen die Klinge auf das mittlere Glied des umgebogenen Zeigefingers und drücken sie mit dem Daumen an; den Stengel halten wir wie einen Bleistift, den wir spitzen wollen. Jetzt ist es leicht möglich, dünne, durchsichtige Späne herunterzuschneiden; es genügen schon Stücke von wenigen Millimetern Länge. Die ersten sind nicht zu gebrauchen, da sie zur äußeren Rinde gehören. Wenn wir diese abgetragen haben, werden die Späne faserig, und die Gefäße fallen uns schon mit bloßem Auge als bräunliche Fäden auf. Wir untersuchen sie zuerst in Glycerinwasser. In der Regel beeinträchtigt die eingeschlossene Luft die Klarheit der Abbildung; wir vertreiben sie, wie es in der ersten Untersuchung bereits beschrieben worden ist. In hartnäckigen Fällen legen wir die Objektträger, nachdem wir zuvor einen umgestülpten Karton als Staubschutz darübergedeckt haben, für einige Zeit auf einer Kachel in die mäßige Wärme des Herdes, der Ofenröhre oder der Heizung.

- U Die mikroskopische Abbildung der Gefäße des Wegerichs zeigt uns, daß sie nicht aus einem einzigen weiten Rohr, sondern aus einem Bündel feiner Schläuche bestehen. Sie liegen in mehreren Schichten übereinander, so daß es dem ungeübten Auge schwer ist, ein einzelnes sicher in seinem Verlauf von den anderen zu unterscheiden. Das ist jedoch ohne Mühe dort möglich, wo sie in einzelne Röhrchen aufgesplittert sind.

Unter dem Mikroskop erscheint nun allerdings ein solches Gebilde nicht als ein Rohr mit kreisförmigem Querschnitt, sondern als ein Band, durch welches sich die erwähnten Versteifungen auf der ganzen Länge in mehr oder weniger engen Windungen von Wand zu Wand ziehen. Das Mikroskop bildet nämlich,

wie in dem Heft „Wir arbeiten mit dem Mikroskop“ bereits erwähnt ist, einen Körper nicht so ab, wie wir es vom Sehen mit dem bloßen Auge her gewohnt sind. Sein Objektiv hat nur eine geringe Tiefenschärfe, das heißt, es kann von dickeren Objekten immer nur die Ebene deutlich abbilden, auf die der Betrachter gerade eingestellt hat. Ein durchsichtiges Präparat läßt sich dadurch scheinbar in einzelne Schnitte zerlegen, die mit dem Objektträger parallel laufen. Allerdings wird eine solche Abbildung immer gestört durch die unscharfen Bilder der darüber oder darunter liegenden Ebenen. Ein einfacher Versuch erklärt uns die Eigentümlichkeiten dieser Erscheinung.

Abb. 8

Demonstrationspräparat für die Tiefenschärfe des Objektivs

A im Modell liegen drei Ebenen übereinander

B das Objektiv bildet nur eine einzige Ebene scharf ab, hier die mittlere

1. Versuch: Wir tragen auf einem sauberen Objektträger und auf zwei Deckgläsern mit einem Glasstab einen Tropfen farblosen Lack (zum Beispiel Zaponlack), Alleskleber, Tischlerleim oder Agfakoll (ein Klebemittel, das wir in Geschäften für Fotobedarf erhalten) auf und streichen ihn mit breitem Stab zu einer ganz dünnen Schicht aus. Wenn sie angetrocknet ist, bildet sie einen feinen Film. Wir ritzen mit der Rasierklinge und dem Lineal eine Schar paralleler Linien in jeden dieser drei Filme. Dazu ziehen wir die Klinge nur leicht an dem Lineal entlang; dann erzeugt die Schneide eine so dünne Linie, daß wir sie mit bloßem Auge kaum erkennen. Die Abbildung 8 zeigt die Richtung, in der die Linien eingeschnitten werden, und die Reihenfolge, in der wir die Deckgläser übereinanderlegen. Zum Schutz legen wir noch ein Deckglas obenauf, umranden das Ganze mit Klebstreifen und bewahren es als ein Dauerpräparat zur Veranschaulichung der mikroskopischen

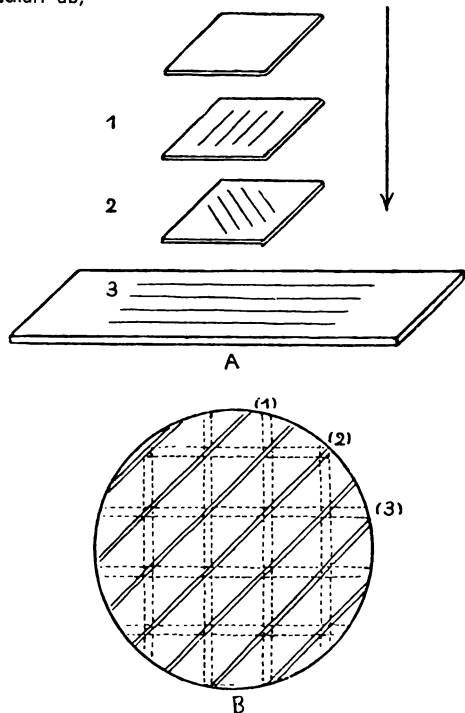


Abbildung auf. Wenn wir es betrachten, können wir stets nur eine einzige Schar scharf einstellen, die beiden übrigen erscheinen unscharf. Wir tasten mit der Feineinstellung ab, welche Schar zuunterst, in der Mitte oder obenaufliegt. Auch dem Wissenschaftler bleibt, wenn er die Dinge nicht in wirkliche Schnitte zerlegt hat, nichts anderes übrig, als Ebene für Ebene so zu durch-

mustern, sich Modelle davon herzustellen und sie zu einem Ganzen zusammenzusetzen. Denn Klarheit ist die Grundlage der Wissenschaft. Wer keine klaren Vorstellungen davon hat, wie ein Ding in Wirklichkeit beschaffen ist, kann niemals verstehen, wie es seine Aufgaben erfüllt.

Daß den Abbildungen der Gefäße feine Röhren zugrunde liegen, erkennen wir aus der Betrachtung der feinen fadenförmigen Versteifungen der Wände, die wie Sprungfedern gewickelt sind. Auch ihnen sehen wir diese Gestalt, falls uns nicht ein Mikroskop für beidäugige Betrachtung (ein binokulares Mikroskop) zur Verfügung steht, nicht ohne weiteres an. Deshalb müssen wir sie uns erst in einem weiteren Versuch klarmachen.

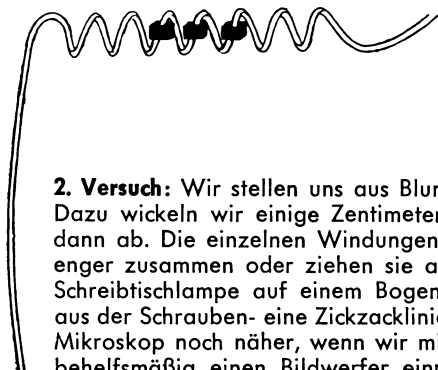
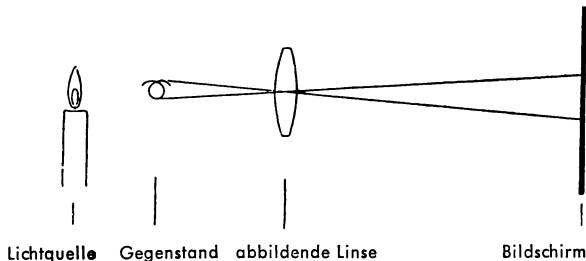


Abb. 9a

Der Gegenstand: eine Spiralfeder

2. Versuch: Wir stellen uns aus Blumendraht eine Spiralfeder her (Abb. 9a). Dazu wickeln wir einige Zentimeter Draht um eine Pipette und ziehen sie dann ab. Die einzelnen Windungen, die Gänge, drücken wir nach Belieben enger zusammen oder ziehen sie auseinander. Schon wenn wir unter einer Schreibtischlampe auf einem Bogen Papier ihren Schatten auffangen, wird aus der Schrauben- eine Zickzacklinie. Wir kommen der Abbildung unter dem Mikroskop noch näher, wenn wir mit einer 4- bis 6fach vergrößernden Lupe behelfsmäßig einen Bildwerfer einrichten (Abb. 9b). Klarer wird das Bild natürlich mit einem wirklichen Bildwerfer, in den wir die Spirale statt eines Diapositivs bringen. Ein freies Ende des Drahtes schrauben wir in den Halter eines Experimentierstativs oder klemmen es auch nur zwischen Kork und Hals einer Flasche ein. Damit wir jede gewünschte Stelle der Spirale in dem Schattenbilde auffinden, markieren wir sie mit „Reitern“. Dazu schneiden wir aus Holundermark quadratische Scheibchen von etwa 2 mm Seitenlänge aus, spießen den Draht hindurch und verteilen sie auf die einzelnen Windungen. Der Schatten der Spirale ergibt jetzt eine Wellenlinie. Die Reiter schieben wir mit einer Nadel so zurecht, daß sie in einer Reihe liegen und auf dem Bild in der Mittellinie erscheinen. Unser Bildwerfer bildet nun nicht einen vollen Gang

Abb. 9b



scharf ab, sondern nur einen halben. Entweder erscheinen daher nur alle von links nach rechts ziehenden Halbwellen scharf oder die entgegengesetzt laufenden (Abb. 9c). Wir stellen fest, ob wir die Lupe der Spirale nähern oder sie entfernen müssen, um die jeweils gewünschte Halbwindung scharf einzustellen; die Reiter erleichtern uns die Arbeit. Wenn uns diese Zusammenhänge zwischen Gegenstand und Abbildung klargeworden sind, schieben wir die Spirale enger zusammen, ziehen sie auseinander oder neigen sie in jedem gewünschten Winkel und zeichnen die entsprechenden Schattenbilder ab.

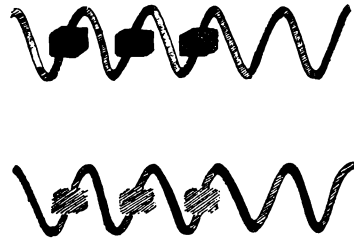


Abb. 9c
Das Bild: Je nach der Einstellung wird die vordere oder die hintere Hälfte des Schraubenganges scharf abgebildet

Es wird uns nun keine Schwierigkeiten mehr bereiten, die wahre Gestalt der Fäden in den Gefäßen des Wegerichs zu erkennen. Ähnliche Abbildungen beobachten wir übrigens an den Chlorophyllbändern der Schraubenalgen und den Chitinleisten in den Atemröhren der Insekten, den **Tracheen**. Es handelt sich samt und sonders um sprungfederartige Gebilde. Solche Grundversuche zum mikroskopischen Sehen kommen uns daher vielfältig zugute.

Die Fäden sind nur verhältnismäßig lose mit den Gefäßwänden verwachsen, daher werden sie beim Präparieren oft herausgerissen. Oft ist ein Gefäß mehrgängig, das heißt, zwei oder drei Windungen laufen nebeneinander her. In unseren Spänen von verholzten Sonnenrosen finden wir oft Gefäße, die in ihrer ganzen Länge in der Mitte durchgeschnitten sind; sie enthalten daher nur halbe Gänge. Maisstengel enthalten stets auch Ringgefäße, Schilfhalme unter anderem Netzgefäße (Abb. 10).

- W Zu den Aufgaben der Wissenschaftler gehört die Erforschung des Wasserhaushaltes der Pflanze; sie stellen fest, wieviel Wasser eine bestimmte Pflanze zum Wachstum braucht, wieviel ihr in Wirklichkeit zur Verfügung steht und wie sie es den Organen zuleitet, in denen es gebraucht wird. Dazu gehört auch die mikroskopische Arbeit an den Gefäßen, zum Beispiel die Messung ihrer Länge und Weite sowie der Festigkeit ihrer Wände. Daraus erwachsen dann praktische Ratschläge für den Pflanzenanbau.

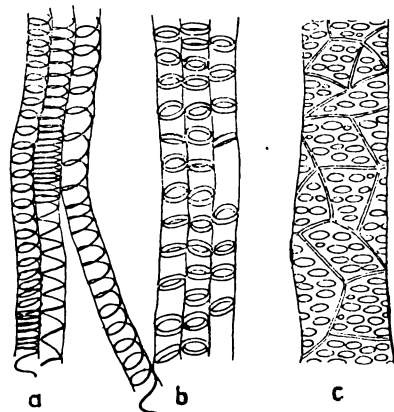


Abb. 10 Gefäße der Pflanze
a Spiralgefäße, b Ringgefäße, c Netzgefäße

4. Die Leitbündel der Stengel

Das Schneiden mit der Rasierklinge

Während sich durch den Gefäßteil der Strom der Rohstoffe für die chemischen Leistungen der Pflanze von den Wurzeln bis zu den Blättern bewegt, bedarf es eines weiteren Leitungssystems, um die dort geschaffenen Ausgangserzeugnisse für die noch komplizierter zusammengesetzten organischen Stoffe an den Ort der endgültigen Verteilung zu leiten. Dieser absteigende Saftstrom der sogenannten Assimilate — vor allem Zucker und Eiweiß — geht durch zartwandige Schläuche vor sich, welche nach ihren siebartig durchlöchernten Querwänden **Siebgefäße** genannt werden. Sie sind mit dem Gefäßteil zu einem einzigen Strang, dem **Leitbündel**, vereinigt; die Pflanze verfügt somit also gewissermaßen über eine zweispurige Bahn. Die Leitbündel heben sich als kreisrunde oder eiförmige dichtporige Gebilde so deutlich von dem viel weitmaschigeren Grundgewebe ab, daß sie bereits mit bloßem Auge in jedem glatt durchgeschnittenen Stengel zu erkennen sind.

So mannigfaltig sich unter dem Mikroskop ihre Zusammensetzung im einzelnen erweist, so lassen sich doch einige wenige Grundformen erkennen, die sich in der Entwicklungsgeschichte der Pflanzen von einfachsten zu immer höher entwickelten Formen herausgebildet haben.

M Mais, Lilien, Schwertlilien, Hyazinthen, Tulpen; Sonnenblume, Kürbis, Hahnenfüße (auch Ausläufer).

P An Stengeln lernen wir am sichersten **das Schneiden**.

Gewöhnlich sind sie bereits von Natur aus gut schneidbar. Wie zu weiche Gewebe (zum Beispiel vom Kürbis, von der Balsamine und ähnlich saftreichen Pflanzen) gehärtet oder zu harte (etwa von verholzten Stengeln) erweicht werden, ist im Kapitel „Sammeln und Konservieren der Pflanzen“ bereits angegeben worden. Das Einklemmen empfindlicher Objekte in Holundermark wird auf Seite 41 beschrieben. Wir schneiden mit der Rasierklinge. Je dünner sie ist, desto feiner und sauberer können wir schneiden, desto feinfühlicher müssen wir jedoch mit ihr umgehen. Wir feuchten sie vor dem Schneiden in der Regel an; dazu tauchen wir sie einfach in eine Schale mit Wasser.

Den Stengel, dessen Schnittflächen wir mit einem Pinsel ebenfalls feucht halten, fassen wir mit den Kuppen des Daumens und des Zeigefingers. Der gekrümmte Zeigefinger gibt der Klinge Führung. Der linke Oberarm liegt am Körper. So ziehen wir die Klinge ohne Druck flach über den Stengel hinweg und schneiden dabei ein dünnes Scheibchen herunter; sie geht wie durch Butter.

Der erste Schnitt ist immer unbrauchbar; aus den nächsten suchen wir die brauchbarsten aus. Sie müssen nicht über die ganze Fläche gehen; wir begnügen uns besonders im Anfang mit kleinen Stücken. Zur ersten Übersicht sind stärkere Schnitte oft geeigneter als dünne; für die Untersuchung fein-



UNSERE WELT

GRUPPE 1

Märchen und Geschichten

Fahrten und Abenteuer

Menschen und Tiere

Singen und Musizieren

Aus fernen Ländern

Dichtung und Wahrheit

Unsere Schule

Bilder und Bauten

Wir diskutieren

Für die gerechte Sache

Zeitgenossen erzählen

Der Vorhang geht auf

Spiel und Sport

Unsere Heimat

GRUPPE 2

Mathematik

Physik und Geophysik

Chemie

Biologie

Geographie und Geologie

Astronomie und Astrophysik

Aus der Geschichte
der Naturwissenschaften

GRUPPE 3

Wie wir uns nähren und kleiden

In Werkstatt und Betrieb

Mit Werkzeug und Maschine

Wir bauen Häuser, Dörfer, Städte

Auf Wegen, Straßen, Brücken

Wie der Mensch die Erde verändert

Aus der Geschichte
der Arbeit und Technik