

Das Mikroskop

Seine Anwendung und Anleitung
zur Herstellung von zahlreichen
Präparaten

MINIATUR-BIBLIOTHEK
Die Kleinbücherei für jedermann

DAS
MIKROSKOP

Seine Anwendung und Anleitung
zur Herstellung von zahlreichen
Präparaten

Von
WILHELM SEYSER

Mit 57 Bildern



GEBR. GERSTENBERG-VERLAG
HILDESHEIM

© 1951 by Friedrich M. Hörhold, Hildesheim
Printed in Germany — Alle Rechte vorbehalten

Druck und Verlag:
Gebr. Gerstenberg, Hildesheim

V o r w o r t

Das Mikroskop ist ein optisches Instrument, welches uns die Möglichkeit gibt, kleine und kleinste Gegenstände vergrößert zu betrachten. (Aus dem Griechischen: mikrós = klein, und skopéin = schauen.)

Es soll um 1590 von Joh. und Zach. Janßen erfunden sein. Die wissenschaftliche Durchbildung erfolgte von dem Physiker Ernst Abbe (1840—1905), Leiter der optischen Werke Zeiss, Jena.

Ständige Verbesserungen, an denen namhafte Wissenschaftler unentwegt arbeiteten, ermöglichen eine 1500- bis 2000fache Vergrößerung. Unter Benutzung der Elektrotechnik ging man neue Wege und schuf das „Elektronenmikroskop“, welches Elektronen statt Lichtstrahlen und Kondensatoren oder Spulen statt Linsen verwendet. Die Sichtbarmachung geschieht durch einen Fluoreszenzschild oder eine photographische Platte. Damit sind theoretisch bis zu 150 000fache Vergrößerungen möglich. Mit einer zusätzlichen lichtoptischen Vergrößerung des mit dem Elektronenmikro-

skop gewonnenen elektromagnetischen Bildes kann man sogar bis zu 500 000fache Vergrößerungen erzielen (Übermikroskop).

Über den Bau und die Wirkungsweise der gebräuchlichsten Mikroskope unterrichten die folgenden Ausführungen. Für die praktische Arbeit wurde der Hauptwert auf die Anleitung zur Selbstherstellung von mikroskopischen Präparaten gelegt, so daß sich jeder an Hand der zahlreichen Beispiele mit einfachsten Mitteln die Objekte selbst präparieren kann, die er gern studieren möchte.

Die große Verbreitung des Bändchens beweist seine Beliebtheit! Möge auch die neue Auflage der schönen Mikroskopie viele neue Freunde gewinnen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
A. Mikroskop und Zubehör	
1. Wie ein Mikroskop gebaut ist	7
2. Wie die Optik wirkt	11
3. Wie das Objekt beschaffen sein muß	16
4. Wie man sich das nötige Zubehör beschafft	18
5. Wie man mit dem Mikroskop arbeitet	20
B. Präparation	
1. Technische Vorbemerkungen . . .	23
2. Präparate	
I. Die Küchenzwiebel	30
II. Blattquerschnitt	35
III. Holzschnitte	40
IV. Blattschuppen und -haare . .	42
V. Blütenstaub	44
VI. Samenkörner	47
VII. Die Kartoffel	50

VIII. Die Stubenfliege	53
IX. Verschiedene Insekten	56
X. Schmetterlinge und Raupen	59
XI. Tierhaare und Pflanzenfasern	63
XII. Knochen, Knorpel und Muskeln	67
XIII. Von Fischen und Schnecken	70
XIV. Die Kleinlebewelt des Wassers	72

A. Mikroskop und Zubehör

1. Wie ein Mikroskop gebaut ist

Das Mikroskop besteht aus dem Stativ und dem in einer Hülse verschiebbaren Tubus, ohne Linsen noch zum Stativ gerechnet. Der Tubus ist eine Messingröhre, welche oben und unten Linsen trägt wie ein Fernrohr, und ist der eigentlich wirksame oder optische Teil. Das Stativ besitzt lediglich Einrichtungen, welche der Bequemlichkeit dienen, aber auch wirksamen Einfluß auf Helligkeit und Schärfe der Bilder haben. (Siehe Bild 1.)

a) Das **Stativ** hat einen möglichst schweren Fuß, um dem ganzen Apparat die nötige Standfestigkeit zu geben. Bei besseren Instrumenten gestattet ein Gelenk im Stativfuß ein Umlegen des Mikroskopes bis zur waagerechten Lage zwecks bequemeren Arbeitens. Das Stativ trägt oben eine federnde Hülse, in welcher sich bei einfacheren Instrumenten der Tubus durch drehendes Schieben auf- und abwärts bewegen läßt. Bei Mikroskopen moderner Konstruktion wird anstatt des Tubus der Objekttisch auf und ab bewegt (s. Bild 1). Die grobe Einstellung geschieht mittels eines Zahnradgetriebes und schließlich noch die feinste mittels einer Mikrometer-schraube. In der Mitte der Stativsäule sitzt der Objekttisch. Er besteht aus einer starken, **nicht federnden** Metallplatte mit recht

weiter Durchbohrung, welche durch Blenden, meist Revolverblende, das ist eine drehbare Scheibe mit verschiedenen großen Öffnungen, verengert werden kann. Bei komplizierten Instrumenten (Bild 2) sitzt unter der Öffnung des Objekttisches ein be-

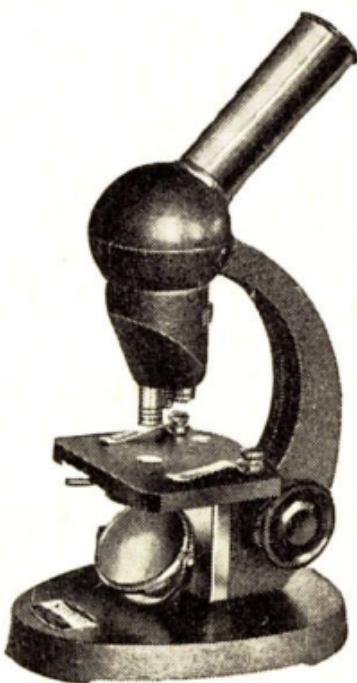


Bild 1

sonderes Linsensystem, welches möglichst viel Licht sammeln und auf einen kleinen Punkt des zu betrachtenden Gegenstandes werfen soll. Dieser „Kollektor“ oder „Abbee“ besitzt eine Irisblende, wie wir sie

vom photographischen Apparat her kennen, und läßt sich ausschwenken, so daß man bei schwacher Vergrößerung gegebe-

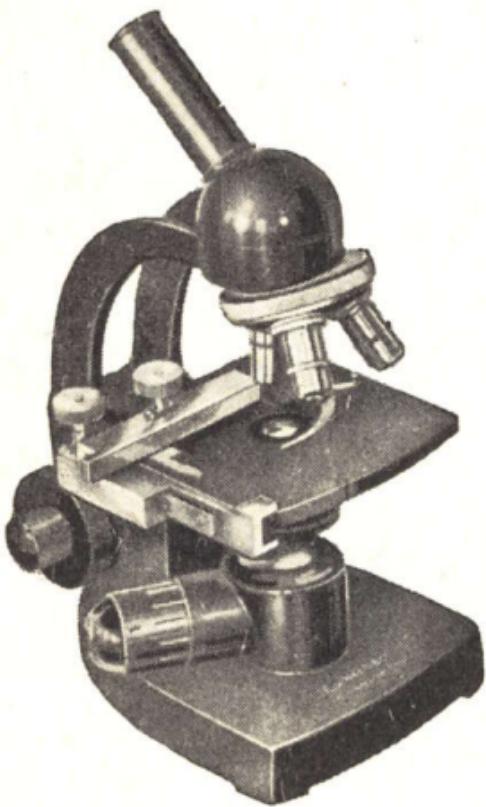


Bild 2

nenfalls ohne ihn arbeiten kann. Weiter ist an der Stativsäule unter dem Tisch ein runder Spiegel angebracht, welcher sich mittels doppelter Aufhängung in jede gewünschte Richtung drehen läßt. Die eine Seite dieses

Beleuchtungsspiegels ist eben und wird bei schwacher Vergrößerung angewandt, die andere Seite ist hohl, wirkt so als Sammelspiegel, dessen Brennpunkt in die Tischöffnung zu liegen kommt, und dient zur Durchleuchtung des Präparates bei stärkerer Vergrößerung. Auf der Oberseite des Tisches sind meist zwei abnehmbare, federnde Klemmen eingesetzt, welche das Präparat besonders bei Schiefstellung des Mikroskopes festhalten sollen.

b) Der schon erwähnte **Tubus** trägt nun die eigentliche optische Ausrüstung, die

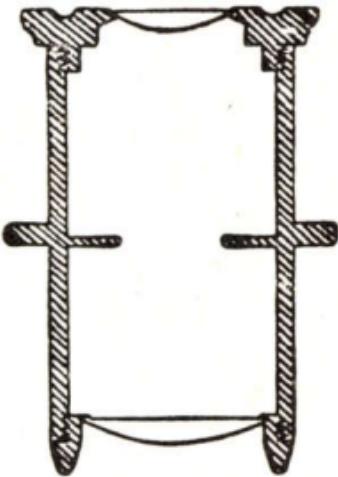


Bild 3

Linsen. Sie bilden oben (Okular von oculus = Auge) und unten (Objektiv) je ein besonderes System. Das Okular (Bild 3) besteht aus zwei plankonvexen Linsen, die in einem besonderen, herausnehmbaren, gewöhnlich vernickelten Messingrohr angebracht sind, ihre ebene Seite nach

oben wenden und zwischen sich eine Blende tragen. Dieses Okular wird oben lose in den Tubus eingehängt und kann beliebig gewechselt werden. An das untere Ende wird das Objektiv (dem Objekt, dem Gegenstand zugerichtet) geschraubt. Es besteht aus manchmal äußerst kleinen Linsen — gewöhnlich drei —, die zu bestimmten Systemen zusammengestellt sind. Durch zweckmäßige Verkittung von Linsen aus verschiedenen Glassorten erreicht man, daß die störenden bunten Bänder im Bilde wegfallen. Solche Objektive gibt es von ganz spezieller Zusammensetzung für die verschiedensten Zwecke und Vergrößerungen. Um das lästige An- und Abschrauben für wechselnde Vergrößerung zu vermeiden, sind häufig 2, 3 auch 4 solcher Objektive unter einem Schutzteller drehbar angebracht, sogenannter Objektivrevolver. Siehe dazu wieder Bild 2. Bei einfachsten Mikroskopen erreicht man einen Wechsel der Objektvergrößerung dadurch, daß man an den für diesen Gebrauch besonders konstruierten Objektiven die untere oder die beiden unteren der drei Linsen abschraubt bzw. zur Seite ausschwenkt.

2. Wie die Optik wirkt

Bekanntlich sehen wir Gegenstände, die wir durch eine konvexe Linse so betrachten, daß sie sich zwischen der Linse und deren „Brennpunkt“ befinden, vergrößert (Optik der Lupe oder des einfachen Mikroskopes); anderseits hat eine konvexe Linse die Eigenschaft, von Gegenständen, die sich

auf der einen Seite außerhalb ihrer „Brennweite“ befinden, auf der anderen Seite ein reelles Bild zu entwerfen, d. h. ein Bild, das wir auf einer weißen Wand, auf einer Mattscheibe oder auf einer photographischen Platte auffangen können, und zwar ist das Bild um so größer und um so weiter hinter der Linse gelegen, je näher der Gegenstand sich dem Brennpunkt befindet. Außerdem ist bei dem Bild oben und unten, rechts und links vertauscht. Diese beiden Eigentümlichkeiten der konvexen Linsen werden zusammen bei der Zusammensetzung des Mikroskopes benutzt. Die Optik eines zusammengesetzten Mikroskopes einfachster Art besteht also aus zwei konvexen Linsen, deren eine, das Objektiv, von dem Objekt a—b (Bild 4), das um etwas mehr als Brennweite von ihr entfernt ist, ein vergrößertes, umgekehrtes, reelles Bild B—A liefert, das wie ein beliebiger Gegenstand durch das Okular als B' bis A' betrachtet und nochmals vergrößert wird. Da aber die „Schaulinse“ des Okulares das Bild in richtiger Lage wiedergibt, sehen wir es so, wie es von dem Objektiv entworfen wird, nämlich verkehrt. Wenn wir also bei der Benutzung des Mikroskopes einen Punkt, der rechts im Gesichtsfelde liegt, in die Mitte rücken wollen, müssen wir das Objektiv nicht nach links, sondern nach rechts schieben. Diese richtige Verschiebung macht dem Anfänger zuerst ziemliche Schwierigkeiten, bis er sich durch oftmaligen Gebrauch daran gewöhnt hat. Bei „Präpariermikro-

skopen“, d. h. solchen, die in erster Linie dafür gebaut sind, daß man unter ihnen Arbeiten am Objekt vornimmt, hat man diesen Übelstand durch ein besonderes

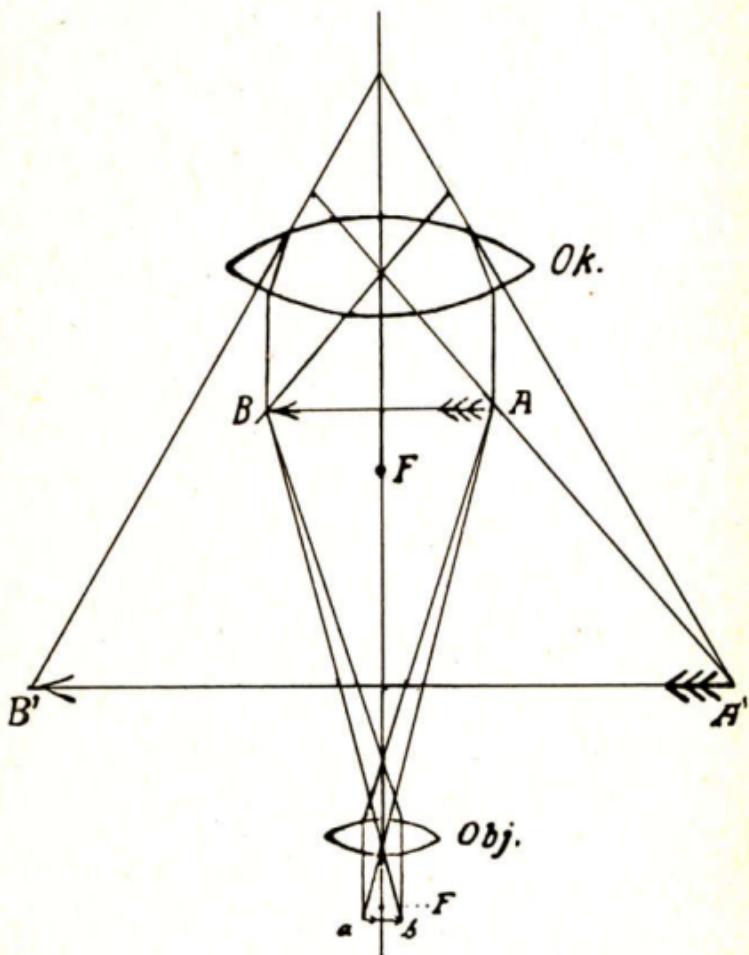


Bild 4

bildumkehrendes Okular vermieden. Aber nicht nur umgekehrt erscheint die Bewegung des Objektes beim Verschieben.

sondern wegen der Vergrößerung auch viel schneller, natürlich um so mehr, je stärker die Vergrößerung ist. Dies tritt besonders auffällig in Erscheinung, wenn es sich um die Betrachtung winziger Lebewesen des Wassers handelt. — Siehe Präparation 40. — Die Lebendbeobachtung dieser schnellen Infusorien gleicht einer ergötzlichen Jagd und erfordert gespannteste Aufmerksamkeit und genaueste Beherrschung der oben erwähnten „Schieberegel“. Mit der wachsenden Vergrößerung wird nun das Bild auch immer dunkler; wenn wir also bei Objektiv I vielleicht mit dem Planspiegel auskommen, müssen wir bei Objektiven II und III den Hohlspiegel zur Beleuchtung verwenden bzw. später den erwähnten „Abbee“ einschwenken, besonders auch, wenn dazu noch ein starkes Okular angewandt wird. Vergrößert das Objektiv 40mal („Eigenvergrößerung“), das Okular $2\frac{1}{2}$ mal (Eigenvergrößerung des Okulars), so entsteht insgesamt eine 100fache Vergrößerung. Wir erhalten also scheinbar gleiche Vergrößerungen, wenn wir ein Objektiv von 40facher und ein Okular von 3facher, oder wenn wir ein Objektiv von 60facher und ein Okular von 2facher Vergrößerung anwenden. Doch würde die letzte Zusammenstellung ein besseres, weit schärferes Bild liefern, da nur das Objektiv das Objekt „auflösen“, d. h. seine Einzelheiten erkennbar machen kann. Das Okular kann uns dann diese wohl bedeutend größer zeigen, aber nichts, was nicht auch schon im Bilde des Objek-

tivs enthalten ist. Wenn wir zum Beispiel die **Photographie** eines Baumes durch eine noch so starke Lupe betrachten, so sehen wir zwar alles größer, aber weder die einzelnen Blätter, noch gar deren Adern oder Zellen, weil deren Bilder ja nicht in der ersten Photographie enthalten waren. Diese nur scheinbar starke Vergrößerung durch starke Okulare ist beim Kaufe eines Instrumentes wohl zu beachten. Dann aber auch folgendes: Man sollte sich durch Angabe von riesigen Vergrößerungszahlen bei billigster Marktware nicht irremachen lassen, da hier häufig „quadratische“ Vergrößerung angegeben wird, so z. B. 2500mal, was aber nur einer „linearen“, d. h. wirklichen und wissenschaftlich gebräuchlichen Vergrößerung von 50mal entspricht. Alle Angaben bei reellen Mikroskopen beruhen auf solcher linearen Vergrößerung.

Mikroskope mit nur zwei Linsen, wie wir sie uns eben ideal gedacht haben, würden aber nur schwache Vergrößerungen ermöglichen; auch wären die Bilder aus Gründen, deren genaue Darlegung zu weit führen würde, nur in der Mitte scharf, weshalb man eine Zusammensetzung von mehreren Linsen benutzt. Ein gutes Mikroskop zeigt nicht nur Punkte der „optischen Ebene“, auf die es „eingestellt“ ist, scharf, sondern auch Punkte, die um eine Kleinigkeit darüber oder darunter liegen. Dies nennt man die Sehtiefe.

Man sollte als Liebhaber beim Ankauf eines neuen Mikroskopes nicht zuviel Wert auf eine möglichst hohe Vergrößerung

(starke Optik) legen, die in den allerseltesten Fällen gebraucht wird (histologische und pathologische Forschung), sondern auf ein gutes, ausbaufähiges Stativ, zu dem sich die noch gewünschte Optik dann später immer noch beschaffen läßt.

3. Wie das Objekt beschaffen sein muß

Mit einer gewöhnlichen Lupe betrachten wir vorzugsweise undurchsichtige (opake) Gegenstände, z. B. kleine Tiere, Pflanzenteile, Gewebe usw. Hierbei fällt das Licht auf den zu betrachtenden Gegenstand, wird dort zurückgeworfen und gelangt durch die Linse ins Auge. Mit unserem Mikroskop wollen wir aber durchsichtige Gegenstände untersuchen, bei welchen das Licht vom Spiegel durch die Blende, Öffnung des Objekttisches, Tubusröhre durch das Objektiv hindurch auf Präparat, Linsensystem des Mikroskopes in unser Auge gelangt. Daraus geht hervor, daß sich zur landläufigen Untersuchung nur durchsichtige Gegenstände eignen. Viele Kleinlebewesen des Wassers, Pflanzenteile und feinste tierische Bestandteile haben nun diese Eigenschaft von Natur aus, anderen müssen wir diese durch die Präparation geben, sei es, daß wir sie mittels einer Vorbehandlung oder Durchdringung mit geeigneten Stoffen (Medien) durchsichtig machen oder dadurch, daß wir feinste Scheibchen von ihnen abschneiden (Handschnitt, Mikrotomschnitt) und diese dann untersuchen. Mit diesen Methoden wird

uns später der praktische Teil vertraut machen.

Man hat auch — und zwar in letzter Zeit mit bestem Erfolge — versucht, unter dem Mikroskop mit auffallendem Lichte zu arbeiten, was zwar wegen des bei stärkerer Vergrößerung sehr geringen Abstandes zwischen Objektiv und Präparat auf erhebliche Schwierigkeiten stößt, aber besonders bei Lebenduntersuchung größerer Organe, z. B. in der Heilkunst, nicht mehr zu entbehren ist. Diesem Zwecke dienen der Lieberkühnsche Spiegel, bei dem das Licht von oben her neben dem Tubus auf das Präparat fällt, oder der „Opakilluminator“, bei dem seitlich in den Tubus eintretendes elektrisches Licht durch geeignete Spiegelung aus dem **Innern** auf den zu betrachtenden Gegenstand geworfen wird.

Weiter ist an einem gut ausgebauten Instrument, wie es Bild 2 darstellt, der Objekttisch drehbar und verschiebbar (zentrierbar), wodurch sich das Präparat besser absuchen lässt. Dieses genaue Absuchen lässt sich noch besser mittels des Kreuztisches erreichen, der durch verschiedene Schraubenbewegungen mit Nonius-einteilung zugleich gestattet, das Objekt nach den darauf angebrachten Notizen sofort in eine gewünschte Lage zu bringen und darin eine ganz bestimmte Stelle sofort wieder ohne Suchen in das Gesichtsfeld zu bekommen. — Ein wohl ausgebautes Mikroskop mit einem **zweifachen** Tubus endlich gestattet die Betrachtung mittels beider Augen (binokulares Mikroskop), wo-

durch die stereoskopische Wirkung erhöht und der Ermüdung des einen Auges vorbeugt wird. — Als letztes sei noch erwähnt, daß man noch seitlich ein zweites Okular anbringen kann, durch welches man gleichzeitig einen zweiten Beschauser mittels eines Zeigers auf Einzelheiten aufmerksam machen kann, was besonders bei kleinen lebenden, sich schnell aus dem Gesichtsfelde entfernenden Objekten natürlich von großem Vorteil ist. — Auf alle diese Nebenapparate konnte hier im Rahmen dieses kleinen Büchleins natürlich nicht weiter eingegangen werden. Sie wurden nur ganz kurz skizziert, damit auch der Laie diesen Erscheinungen moderner Optik nicht ganz verständnislos gegenübersteht.

4. Wie man sich das nötige Zubehör beschafft

1. Glasplättchen („Objektträger“), auf denen wir die Gegenstände untersuchen, in den jetzt fast überall gebräuchlichen Maßen von 26×76 mm, kaufen wir mit ungeschliffenen Rändern billig, falls wir nicht in der Lage sind, sie uns aus gereinigten alten Photoplatten selbst zurechtzuschneiden.

2. Deckgläschen, und zwar die runden mit einem Durchmesser von 15 mm, sind in Packungen von 50 Stück in allen einschlägigen Geschäften billig zu haben. Um uns möglichst vor Bruch zu schützen, putzen wir sie nach Anhauchen auf einem

Brettchen, das mit Waschleder fest beklebt ist, mittels eines weichen Lederlappens.

3. Ein **Rasiermesser** mit Zubehör, mehrere gute Pinzetten mit breiter und feiner Spitze, einige Nähnadeln, die wir in Holzhefte montieren.

4. Sehr gute Dienste leisten zwei Arten von Beschneidefedern, die von der Firma Heintze & Blanckertz unter Nr. 646 a und 648 billig in den Handel gebracht wurden und die trefflich Lanzettndl und Skalpellmesser ersetzen.

5. Von den beiden gebräuchlichsten Einbettungsmitteln Glyzeringelatine und Canadabalsam (hier fortan mit GG und CB bezeichnet) wird später noch ausführlich zu reden sein.

6. Zur gelegentlichen Anfärbung begnügen wir uns mit der jedem zugänglichen roten Tinte (Eosin) oder aufgelöstem blauen Kopierstift. Gerade die mikroskopische Färbe-technik ist ein sehr großes und überaus kompliziertes Gebiet und würde eine eigene ausführliche Beschreibung und erhebliche Beschaffungskosten erfordern, während hier versucht wurde, die notwendigste Apparatur möglichst billig zu erlangen.

Andere, mehr zufällige Erfordernisse werden bei der Beschreibung der Versuche erwähnt werden.

Alle diese Hilfsmittel müssen, ebenso wie das Mikroskop selbst, nach jedem Ge-

brauch sorgfältig gereinigt und vor Staub und Feuchtigkeit gesichert aufbewahrt werden. Die Linsen und die Spiegel des Mikroskops werden mit einem gut ausgewaschenen Läppchen vom Staube gereinigt. Im übrigen ist es ratsam, die Linsen womöglich gar nicht mit den Fingern zu berühren und das Mikroskop auch nicht unnötig zu zerlegen.

5. Wie man mit dem Mikroskop arbeitet

Wir stellen unser Mikroskop mit ange-
schraubtem schwachem Objektiv und ein-
gehängtem Okular vor uns auf den Tisch,
etwas vom Fenster oder der Lampe ent-
fernt, so daß das Sonnenlicht mindestens
nicht direkt auf den Spiegel fällt, blicken
hindurch und versuchen nun bei größter
Blende durch Bewegung des Spiegels die
größtmögliche Helligkeit zu erzielen. Jetzt
legen wir zur ersten Übung eines von den
Präparaten, welche ja meist den einfachen
Mikroskopen beim Kauf beigegeben wer-
den — es sind das z. B. Fliegenauge, -rüs-
sel, -bein, Schmetterlingsschuppen, Vogel-
feder usw. —, auf dem Objekttisch bzw.
schieben es unter die federnden Klemmen.

Wir blicken jetzt **von der Seite** über den
Objekttisch hinweg und senken dabei den
Tubus bzw. heben den Objekttisch so
weit, daß das Objektiv dicht über dem
Objekt schwebt. Diese Vorsicht ist beson-
ders im Anfang nötig und besonders bei
stärkeren Objektiven mit geringerem

Objektabstand. Indem wir nun erst in das Instrument hineinsehen, heben wir den Tubus bzw. senken den Objekttisch so weit, bis das Bild des Gegenstandes erscheint, bzw. korrigieren dann die Schärfe noch durch die Mikrometerschraube der Feineinstellung. Suchen wir das Bild dagegen durch Senken des Tubus bzw. Heben des Objekttisches, so können wir leicht das schwache Deckgläschen zerbrechen und die Frontlinse des Objektivs beschmutzen oder gar beschädigen.

Um eine Übersicht über das gesamte Objekt zu gewinnen, benutzen wir zuerst unsere schwächste Vergrößerung, schieben die uns besonders interessierende Stelle in die Mitte des Gesichtsfeldes und betrachten dann erst diese mit stärkerem Objektiv. Dabei werden wir bald merken, daß der Abstand des Objektivs vom Präparat um so kleiner wird, je stärkere Objektive wir anwenden. Diese sind auch schon äußerlich an ihrer längeren Form von den schwächeren zu unterscheiden, während bei den Okularen umgekehrt gerade die kürzeren die stärkere Vergrößerung liefern. Über die umgekehrte Bewegung des Präparates während der mikroskopischen Betrachtung wurde schon vorher gesprochen.

Bei allen Beobachtungen sollte man über das Gesehene sorgfältig Buch führen, auch über die Präparationsweise, und diese Aufzeichnungen durch einfache Bleistiftskizzen oder sorgfältige Tusch- oder Farb-

stiftzeichnungen oder gar Aquarelle ergänzen. Erst dann hat man einen bleibenden Gewinn und eine treue Gedächtnisstütze. Es ist dazu nicht immer ein teurer mikroskopischer Zeichenapparat nötig, dessen sachgemäßer Gebrauch auch wieder eine ziemliche Übung und Fertigkeit voraussetzt. Wenn wir mit dem linken Auge ins Mikroskop schauen, wird es uns nach längerer Gewöhnung gelingen, das rechte Auge für die gleichzeitige Herstellung der Zeichnung offenzuhalten.

B. Präparation

1. Technische Vorbemerkungen

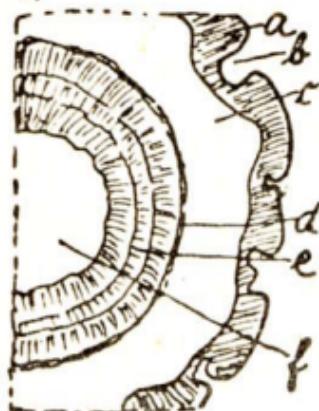
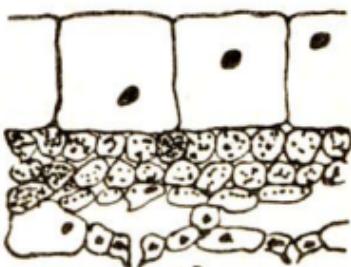
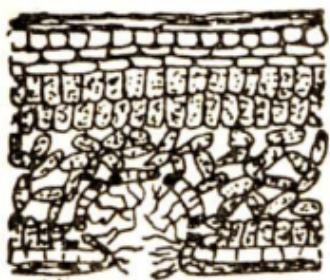
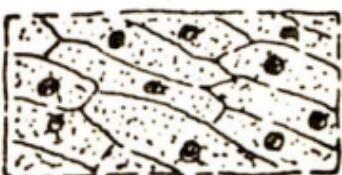
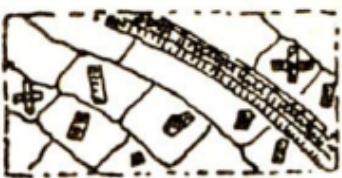
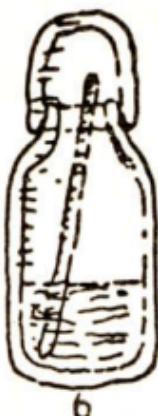
Wir wollen nun an einer Reihe von Beispielen die Technik der Herstellung mikroskopischer Präparate kennenlernen. Natürlich kann es sich hier auch nur um eine im Verhältnis zu der ungeheuren Stofffülle recht kleine Auswahl handeln, besonders aus den Gebieten der Botanik und Zoologie. Bei diesen Präparaten müssen wir zwischen solchen unterscheiden, die nur für den Beobachtungsaugenblick gefertigt sind, sogenannten „fliegenden Präparaten“, wo die Betrachtung in Luft oder häufiger in einem Wassertropfen stattfindet, und solchen, welche uns jahrelang das gewonnene Ergebnis zeigen sollen, sog. Dauerpräparaten. Bei diesen findet der Einschluß in Medien statt, welche das Objekt unverändert gegen äußere Einflüsse, besonders auch gegen Druck, erhalten und es vor Austrocknung bewahren. Als solche Mittel werden wir besonders Glyzeringelatine, im folgenden, wie schon gesagt, stets GG genannt, und Canada-balsam (CB) anwenden.

1. GG ist eine Lösung von weißer Gelatine in Wasser mit Glyzerinzusatz, welche das völlige Eintrocknen und Schrumpfen verhindert, und ist für wenig Geld in einem Röhrchen käuflich. Von oft empfohlener Selbstherstellung möchte ich ab-

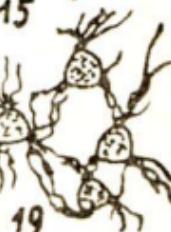
raten, da es meist nicht ohne Trübung abgeht und die Klärung schwierig ist. Nach Erwärmen wird eine kleine Portion dieser Gelatine in ein kurzes, nicht zu enges Probiergläschen (Aspirinröhrchen) abgefüllt und beim Gebrauch dieses zur Verflüssigung des Inhaltes in ein Gefäß mit heißem Wasser gestellt, nie unmittelbar über der Flamme erwärmt. Zur Entnahme einzelner Tropfen schieben wir durch den durchbohrten Kork ein Glasstäbchen so weit hindurch, daß er den Boden fast berührt. (Siehe Bild 5.)

2. CB ist ein in Xylol gelöstes Harz von etwa Sirupdicke und wird in einem Gläschen mit Überstülpkappe aufbewahrt (Bild 6). Bei Eindickung ist etwas Xylol hinzuzusetzen. Auch hier entnehmen wir den Tropfen mittels eines Glasstäbchens. Beide Medien dürfen dabei nicht umgerührt werden, da sonst störende Luftblasen in das Präparat kommen.

3. Während sich Wasser gut mit GG mischt, gibt es in CB sofort oder später eine Trübung durch abgeschiedene Bläschen. Daraus folgt, daß wir stark wasserhaltige Objekte, wie verschiedene Pflanzenteile, Wassertiere oder deren Organe usw. am besten in GG einschließen. Für den Einschluß in CB ist eine vollkommene Entwässerung der Objekte unbedingt nötig, falls diese nicht, wie z. B. Schmetterlingsschuppen, Insektenteile usw., ein vorheriges vollständiges Austrocknen vertragen. Diese Entwässerung geschieht durch



18



19

reihenmäßige Überführung der Objekte von Wasser durch Alkohol, Karbolxylol, Xylol in Canadabalsam bei mehrmaligem Wechsel der Zwischenmedien. (Der Alkohol kann fast immer durch Brennspiritus ersetzt werden, das oft gebrauchte Xylol ist billig in jeder Drogerie zu haben.) Gebräuchlich ist der Einschluß in CB bei Mikrotomschnitten, mit denen wir uns hier aber nicht befassen wollen, da hier fast stets Färbungen vorgenommen werden müssen, die sich in CB besser halten als in der selten ganz säurefreien GG. Bei dieser Überführung treten aber durch völlige Wasserentziehung sehr leicht, besonders bei zarten Pflanzenteilen und Wassertieren, derartige Schrumpfungen auf, daß das Objekt völlig verunstaltet wird. Wir wollen also in den folgenden Präparaten, wo nichts anderes gefordert wird, die Einbettung zum Dauerpräparat in GG vornehmen. Darum noch einiges über das Arbeiten mit GG.

4. Einen sauberen Objektträger wischen wir kurz vor dem Gebrauch noch mit einem reinen Leinenläppchen sorgfältig ab; ein sauberes Deckgläschen legen wir griffbereit auf den Tisch, etwa auf den Rand einer Streichholzschatzkel. Nun erwärmen wir den Objektträger etwas über der ganz **kleinen** Flamme eines Spirituslämpchens, um das schnelle Abkühlen der aufgebrachten GG zu verhindern, und bringen auf die Mitte des Tragglases mit dem Glasstäbchen einen kleinen Tropfen

GG. Dann fassen wir das feuchte Objekt mit Pinzette oder Präpariernadel und legen es in den Tropfen, wobei wir sorgfältig darauf achten, daß keine Luft mit hineingerät. Nun fassen wir mit einer breiten Pinzette das Deckgläschen und legen es zunächst mit dem Rande auf. Dann lassen wir es langsam in schräger Stellung über den Tropfen gleiten, wobei die Pinzette gleichzeitig entspannt wird. Auf diese Weise vermeiden wir meist den Einschluß von Luftbläschen.

5. Nach tagelangem Erstarren und Eintrocknen kann die etwa hervorgequollene Einschlußmasse entfernt werden. Über einem Glas mit kaltem Wasser wird mit einem nassen Borstenpinsel (kleiner Schablonierpinsel) mittels viel Wassers die überflüssige GG rücksichtslos heruntergebürstet. War die Gelatine gut, so ist selbst bei kräftiger Behandlung ein Verschieben des Deckglases nicht zu befürchten. Nun lassen wir das Präparat an der Luft völlig trocken werden.

6. Das Deckglas muß nun umrandet werden, weil sonst die GG vom Rande her eintrocknet. Dies kann schon nach etwa vier Wochen geschehen. Es geschieht, indem man über die Grenze von Deckglas und Objektträger einen feinen Ring von braunem Spirituslack entweder freihändig oder mittels einer kleinen Drehscheibe (Ringmaschine) zieht. Dieser braune Lackring dient zum Schutze, aber gleichzeitig auch zur Verschönerung des Präparates.

7. Die Bezeichnung des Präparates geschieht auf zwei quadratischen Papierstückchen, welche rechts und links vom Deckgläschen auf den Objektträger geklebt werden und welche mindestens den Namen des Gegenstandes, die Sammlungsnummer, das Einschlußmittel bzw. die Färbung, das Herstellungsdatum und den Namen des Herstellers tragen sollen.

8. Die Aufbewahrung unserer schönen und wohlgelungenen Präparate geschieht in eigens dafür gebauten Mappen oder bei größerer Anzahl in pappenen Falzkästen zu je 100 Stück. Die Präparate werden in der Reihenfolge der Herstellung eingeordnet.

9. Um nun jederzeit das betreffende Präparat herausfinden zu können, legen wir uns am besten für jedes einen Zettel an, auf dem die Sammlungsnummer und die weiteren Angaben neben den Namen stehen. Diese Zettel werden zu einer kleinen Kartothek alphabetisch geordnet. Auch die Angabe, wo Zeichnungen, Deutungen und literarische Hinweise zu dem Präparat zu finden sind, muß auf dem Zettel gemacht werden. Ebenso der Hinweis auf die Nummer unseres.

10. Tagebuches, das wir während der Präparation geführt haben. Nur dadurch, daß wir hier alle Angaben gemacht und unsere Beobachtungen bei der Präparation gewissenhaft notiert haben, können wir später alte Fehler vermeiden und zu einer gewissen instinktiven Sicherheit gelangen.

11. Diesen technischen Vorbemerkungen ist hier ein so breiter Raum gewidmet worden, nicht weil hier dem Dauerpräparat gegenüber dem „fliegenden Präparat“ das Wort geredet werden soll, obwohl es im Sammeltrieb des angehenden Mikroskopikers liegt, bald eine Sammlung von schönen, wohlgelungenen und selbsthergestellten Dauerpräparaten sein eigen zu nennen, sondern weil in den folgenden Präparationen die Wiederholung dieser Hinweise möglichst vermieden werden soll. Es ist natürlich viel wertvoller, nur wenige Präparate zu besitzen, die aber mit Hilfe der vorhandenen Bücher in allen ihren biologischen und morphologischen Einzelheiten voll ausgewertet worden und zum Verständnis gekommen sind, als noch so viele, die im Schranke ein unbeachtetes Dasein fristen und eben nur da sind. Nach diesem Grundsatze wird sich der folgende Teil auch nur mit wenigen, aber voll ausgewerteten Darbietungen beschäftigen. Sie sollen und können nur Anregungen geben. Es ist Sache des Liebhabers, darauf selbständig weiterzubauen und den Kreis der Präparate auf Grund der Arbeitsanweisungen beliebig zu erweitern.

2. Präparate

I. Die Küchenzwiebel (*Allium cepa*)

1. Präparat. Die Küchenzwiebel hat unten ganz trockene braune Hülle. Wir schneiden bei einer dieser Schalen aus einer möglichst dünnen (durchsichtigen) Stelle ein kleines quadratisches Stückchen heraus und legen es nach Reinigung im Wasser auf den Objektträger in einen Tropfen Spiritus zur Entlüftung und betten es dann ein, gemäß Anweisung 4.

Bei schwacher Vergrößerung sehen wir nun das Bild, wie es Bild 7 zeigt. In jeder Zelle lagert ein Kristall von Kalziumoxalat, dem Abfallprodukt, welches beim Abbau des Zellinhaltes auf seiner Wanderung zu den inneren Zweibelblättern entstanden ist. Wunderbare, regelmäßige Kristallformen erblickt unser Auge, Durchkreuzungen und Zwillinge. Eine Gefäßader, die wir vielleicht gerade im Gesichtsfelde haben, zeigt uns bei stärkerer Vergrößerung die Spiralen, welche die leitenden Röhren auseinandersperren.

2. Präparat. Die Hälfte einer längs durchschnittenen Zwiebel lösen wir auseinander. Wir sehen feine **lose Häutchen** zwischen den einzelnen Blättern. Dies sind innere Deckhäute der Zwiebelschalen (Epidermis oder Oberhaut), obwohl sie scheinbar an den Außenseiten kleben, also Häute, die beim entwickelten Blatt die Oberschicht gebildet haben würden. Ein Stück von einem solchen durchsichtigen Häutchen be-

trachten wir im Wasser mit aufgelegtem Deckgläschen. Wir sehen die langgestreckten Zellen und in jeder einen Zellkern (Bild 8). Aus solchen winzig kleinen Kämmerchen, Zellen genannt, sind alle Teile einer jeden Pflanze ohne Ausnahme zusammengesetzt. Auch Mensch und Tier sind aus solchen Zellen aufgebaut, doch sind hier meist die Grenzen nicht gut erkennbar, wohl aber der Inhalt. Fast alle Zellen sind mikroskopisch klein, manche haben einen Durchmesser von weniger als $\frac{1}{250}$ mm. mm. Jede Zelle hat eine Aufgabe zu erfüllen; Zellen, deren Aufgabe gleich ist, sind einander ähnlich und werden unter dem Namen Gewebe zusammengefaßt. So gibt es bei den Tieren Muskel-, Nerven-, Knochen-, Fettzellengewebe usw., bei den Pflanzen Deck-, Stütz-, Leitungs-, Nährgewebe usw. Als Deckgewebe haben wir eben die Epidermis des Zwiebelblattes kennengelernt. Diese Epidermis soll als Oberhaut die darunterliegenden, sehr zartwandigen Zellen schützen, namentlich vor zu großer Wasserverdunstung. Solche Epidermis besteht gewöhnlich aus einer Schicht von lückenlos aneinandergelagerten Zellen und ist mit einem dünnen, aber sehr festen Häutchen (Kutikula) überzogen. Die Zellen unseres Präparates liegen wie die Steine eines neuzeitlichen Straßenpflasters in Reihen geordnet dicht nebeneinander. Sie enthalten den Zellkern, der nie einer Zelle fehlt, und gleichsam das Gehirn oder die Leitung der gesamten Zelle, die so als selbständiges Lebewesen aufzufassen

ist, darstellt. Außerdem enthalten unsere lebenden Zwiebelzellen noch den auch stets vorhandenen grauen Schleim, den man als Urbildungsstoff oder Protoplasma bezeichnet und den wir gleich näher kennenlernen werden, nicht aber das den Epidermiszellen immer fehlende Blattgrün oder Chlorophyll, mit dem wir uns später beschäftigen werden.

An den Rand unseres Deckgläschens setzen wir jetzt einen Tropfen Glyzerin, das dem Protoplasma das Wasser entzieht, so daß es sich stellenweise von der Zellwand löst, in der Mitte der Zelle zusammenzieht und uns so sichtbar wird. Man nennt diesen Vorgang Plasmolyse. Diese Reaktion des Plasmas ist ein Zeichen dafür, daß es lebt, denn bei einer abgetöteten Zelle unterbleibt die Plasmolyse. Fügen wir am Rande dagegen einen Tropfen stark verdünnter Jodtinktur (als Heilmittel überall gebräuchlich) hinzu, so treten die Kerne noch deutlicher (braungelb) hervor.

Für das Dauerpräparat legen wir ein neues Stückchen solcher glashellen Haut auf dem Objektträger fünf Minuten in einen Tropfen Alkohol. Wir halten dabei das Häutchen vorsichtig mit gespreizter Pinzette, damit es nicht rollt und so erhärtet. Durch den Alkohol (Brennspiritus) wird die Luft entfernt und der Zellinhalt gleichzeitig **fixiert** (abgetötet und in seiner Lagerung befestigt). Nach Abgießen des Alkohols wird eingebettet.

3. Präparat. Von einer der weißen Zwiebelschalen läßt sich die äußere Haut

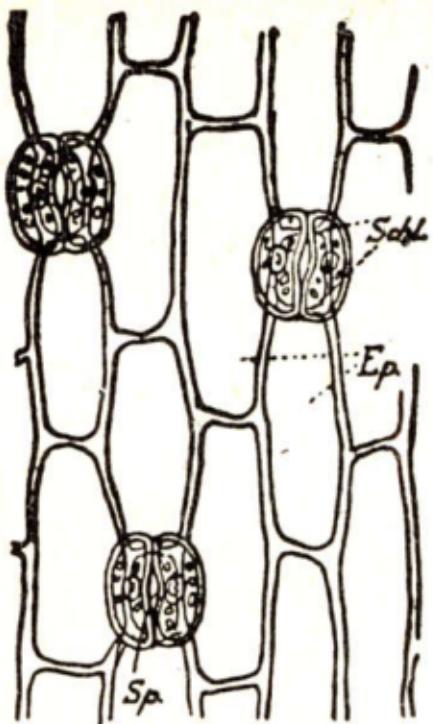


Bild 9

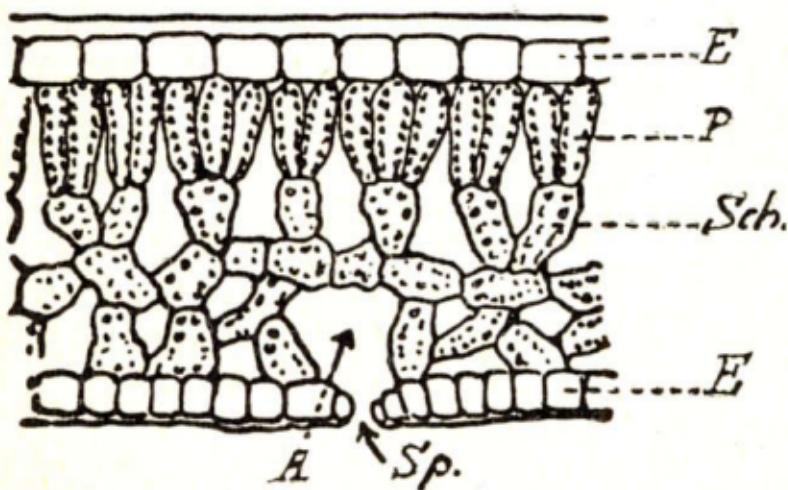


Bild 10

leicht abziehen und wie die des vorigen Präparates behandeln. Da sie später die Unterhaut des Blattes bilden sollte, so finden wir hier im Gegensatz zu der davon freien Oberseite regelmäßig angeordnete Spaltöffnungen, Stomata, die wir gleich an ihrer nierenförmigen Gestalt, ihrer stets paarigen Anordnung und ihrer grünen Färbung erkennen. Sie sind hier erst spärlich. Reicher würden wir sie finden, wenn wir von der Unterseite eines großen, grünen Zwiebel-, Hyazinthen- oder Tulpenblattes die feine Haut abziehen und betrachteten (Bild 9). Über diese Spaltöffnungen muß folgendes gesagt werden: Zum Leben der Pflanze, besonders aber zur Bildung der höchst notwendigen Stärke aus der Kohlensäure der Luft, ist es nötig, daß diese in das Blattinnere eindringt. Dies ist ihr aber durch die festschließenden Epidermiszellen und die darüber gelagerte Kutikula verwehrt. Deshalb besitzt die Oberhaut an einzelnen Stellen Atemöffnungen, eben die erwähnten Schließzellen, die sich nach Bedarf öffnen können. Die durch diese Öffnungen eingedrungene Kohlensäure der Luft gelangt in einen Hohlraum unter der Spaltöffnung (Atemhöhle) und verteilt sich von dort in die daruntergelagerten Zellen (sogenanntes Palisadengewebe). Diese zerlegen die Kohlensäure in Kohlenstoff, den sie unter dem Einfluß des Sonnenlichtes zu Stärke, Zucker usw. verarbeiten. Diese Umwandlung oder Assimilation geschieht durch die in das Protoplasma eingebetteten Blattgrünkörperchen (Chlorophyll), die

wir in jeder grünen Pflanzenzelle finden und die uns später noch näher beschäftigen werden. Der freigewordene Sauerstoff wird wieder an die Atmosphäre abgegeben und kommt der tierischen und menschlichen Atmung zugute. Diese Assimilation ist nur den grünen, chlorophyllhaltigen Pflanzen und Pflanzenzellen möglich, während die Atmung, die Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlensäure, durch alle lebenden Pflanzenteile bewerkstelligt wird. Ähnliche Präparate von Blattoberhäuten können wir uns durch einfaches Abziehen von allen möglichen Pflanzen machen und werden dabei finden, daß die Epideriszellen nicht immer so regelmäßig liegen wie bei unserem Beispiel und daß sich die Spaltöffnungen mit verschwindenden Ausnahmen immer auf der vor Staub und Regen geschützten Blattunterseite befinden.

II. Blattquerschnitt

Vorbemerkungen: Wir besorgen uns ein etwa drei bis vier Zentimeter langes Stück Holundermark, spalten es der Länge nach auf und legen ein Stückchen des zu schneidenden Blattes hinein. Jetzt nehmen wir unser scharfes und gut abgezogenes Rasiermesser und führen Querschnitte gleichzeitig durch das Holundermark und das darin eingeklemmte Blatt, indem wir das Messer nicht drücken, sondern **schräg hindurchziehen**. Nach einiger Übung wird es uns gelingen, immer feinere Schnitte zu erzielen. Wir bringen sie mit-

tels eines kleinen Pinsels in ein Schälchen (Uhrglas) mit Wasser, das auf einer dunklen Unterlage steht. Die leicht erkennbaren Holunderschnitte fischen wir heraus, die zarten schmalen Blattschnitte bringen wir in Wasser auf einen Objektträger, mustern sie bei schwächster Vergrößerung unter dem Mikroskop durch und suchen die aller-dünsten für weitere Betrachtung und Behandlung aus. Den dünnsten betten wir zum Dauerpräparat ein.

4. Präparat. Wir nehmen für solch einen Querschnitt erst einmal wieder das grüne dicke Blatt unserer Zwiebel und erkennen daran den typischen Bauplan eines jeden Blattes, wie es uns Bild 10 am Querschnitt des Buchenblattes zeigt. An der Oberfläche liegen, von der Kutikula bedeckt, die uns schon bekannten Epidermiszellen, wie Pflastersteine fest aneinandergefügt, unter diesen eine Reihe länglicher Zellen, welche sehr reich mit Blattgrün oder Chlorophyll erfüllt sind (dunkelgrüne Oberseite der Blätter im Gegensatz zu der helleren Unterseite), die eigentlichen Arbeiter oder Chemiker der Pflanze. Sie stehen senkrecht zur Oberhaut und bilden in ihrer Gesamtheit das sogenannte Palisadenparenchym. Auf diese folgt ein lockeres Gewebe, das Schwammparenchym, dessen Zellen weniger Chlorophyll enthalten. Mehrere Palisadenzellen sitzen immer zusammen auf einer Sammelzelle des Schwammparenchyms. Nach unten wird das Blatt wieder durch unsere bekannten Epidermiszellen abgeschlossen. Zwischen

diesen bemerken wir bei starker Vergrößerung und feinstem Schnitt die schon erwähnten Spaltöffnungen — diesmal natürlich in Seitenansicht — mit den dazugehörigen Atemhöhlen. Im Bereiche des Parenchysmns sehen wir vielleicht quergeschnitte-ne feine Röhren, die zusammen ein Gefäßbündel bilden, wie wir solches in Längs-sicht bei unserem 1. Präparat getroffen haben, vielleicht auch einzelne Zellen mit eingeschlossenen Kristallen, Stärke- und Eiweißkörnern, Fett, ungefärbtem oder ge-färbtem Zellsaft, diesen besonders in Blütenblättern.

Nachdem wir unseren besten Schnitt in GG eingebettet haben, färben wir einen andern nach Alkoholfixierung in roter Tinte, falls uns der gebräuchlichste Farbstoff, Hämatoxylin oder Safranin, nicht zur Verfügung steht. Wir erkennen jetzt besser die Zellwände und besonders auch den Zellkern, als rundes Klümpchen frei im nur schwachgefärbten Protoplasma liegend. Er nimmt an allen Lebensvorgängen der Zelle regen Anteil. Will sich eine Zelle vermehren (Wachstum), was durch Teilung geschieht, so teilt sich immer zuerst der Zellkern, und jede der neu entstehenden Zellen bekommt einen Teil von ihm. Auf dieser Grunderscheinung beruht das Wachstum jeglicher Lebewesen, wie auch die Be-fruchtung und Vererbung.

5. Präparat. Jetzt benutzen wir ein Blatt des Oleanders (*Nerium*) und stellen Schnitt und Präparat auf die eben angegebene Weise her. Das Blatt ist sehr kräftig, so

daß der Schnitt meist gut gelingt. Wir erkennen erst einmal dieselben typischen Gewebelagen wie bei dem vorigen Schnitt, also: obere Epidermis, Palisadengewebe, Schwammparenchym, untere Epidermis. In dieser aber sehen wir tiefe Gruben, welche mit Haaren ausgekleidet sind, zwischen denen am Grunde in der Epidermis sich erst die Spaltöffnungen befinden, welche sich zu den Atemhöhlen hin öffnen, wie es das Bild 11 schematisch vereinfacht zeigt. Von dort aus dringt die Luft durch die Hohlräume zwischen den Parenchymzellen (Interzellularräume) bis zu den Palisadenzellen hin. Die tief eingebettete Lage der Spaltöffnungen in den Gruben und deren Auskleidung mit Haaren ist ein Schutz gegen Verdunstung, wie wir ihn bei vielen Pflanzen finden, denn der Oleander ist in seiner Heimat eine Trockenpflanze (Xerophyt).

6. Präparat. Jetzt wollen wir durch das zarte und saftige Blatt der Tradescantia einen Querschnitt machen. Das ist unsere beliebte, schöne grüne Zimmerpflanze, welche als Hänge- oder Ampelpflanze vielfach verwendet wird. Der Querschnitt (Bild 12) läßt Palisaden- und Schwammschicht nicht deutlich getrennt erscheinen. Beides durchzieht als eine grüne Schicht von nur zwei oder drei Zellagen die Mitte des Blattes. Darüber liegen die sehr viel größeren Zellen der oberen Epidermis, prall mit Wasser gefüllt, das durch den schleimigen Zellinhalt festgehalten wird, auf der Unterseite ebensolche Zellen in

wechselnder Form und Größe. Alle haben die Funktion, Wasser aufzuspeichern, welches wir deshalb der *Tradescantia* in großer Menge zuführen können. Wenn selbst eine Ranke am Boden abreißt oder abtrocknet, so wird sie noch lange durch die Wasserspeicherung in den Blättern ihr Leben bewahren und fortwachsen. — In der Zellschicht der Unterseite werden wir nun — vielleicht erst nach längerem Suchen und bei stärkster Vergrößerung — die Spaltöffnungen erblicken, gebildet von den etwas versenkten Schließzellen, welche hier z. T. durch Begleitzellen überdeckt sind. — So finden wir also hier im *Tradescantiablatt* drei wichtige Funktionen vereinigt: Atmung durch Schließzellen und Spaltöffnungen, Verarbeitung der Atemluft durch die grüne Mittelschicht (Grundgewebe, *Mesophyll*, hier *Chlorenchym* genannt) und Schutz vor Vertrocknung durch Wasserspeicherung und -isolation, wobei der sonst übliche Schutz durch verdickte Außenwandung, Beeschuppung oder starke Behaarung entbehrlich wird.

Für weitere Übungen in Blattquerschnitten mit der Hand wähle man die Blätter von Efeu, Buchsbaum, Hyazinthe, Schwertlilie u. a., bei größerer Übung auch zartere unserer Laubbäume, Gräser und Zimmerpflanzen, aber stets frisches, nicht trockenes Material. Dünnerne Blätter kann man auch in mehreren Lagen zusammenlegen und so zwischen Holundermark klemmen. Man erhält alsdann mit einem Messerschnitt gleich mehrere Präparate zur Auswahl.

Bei den Blättern unserer untergetauchten Aquarienpflanzen werden wir das Fehlen der Spaltöffnungen bemerken. Hier erfolgt der Gasaustausch unmittelbar durch die zarte Epidermis. Dagegen werden wir außerordentlich viele und weite luftführende Gänge feststellen, welche in ihrer Gesamtheit das Luftgewebe oder Aerenchym bilden und die Aufgabe haben, den nötigen Auftrieb zu erzeugen und die im Schlamm kriechenden Wurzeln zu durchlüften. Dasselbe gilt auch in noch erhöhtem Maße von den Stengeln, von denen wir, ebenso wie von denen der Landpflanzen, nach obiger Weise Querschnitte herstellen können.

III. Holzschnitte

7. Präparat. Wir benutzen den etwa 2- bis 3jährigen Trieb unseres Weihnachtsbaumes (Fichte oder Rottanne). Das etwa fingerlange Stück liegt seit Wochen in einem Gemisch von Alkohol und Glyzerin. Durch den Alkohol ist das Objekt fixiert, zarte Gewebeteile sind gehärtet und die ganze Masse durch das Glyzerin gleichzeitig zum Schneiden geschmeidig weich gemacht worden. Wir stellen nun frei möglichst feine Querschnitte her, die wir einbetten. Ebenso machen wir es mit Längsschnitten in der Nähe der Rinde (Tangentialschnitte). Wir verschaffen uns bei schwächster Vergrößerung einen Überblick und erkennen außen (Bild 13) die **Borke** (a). Sie besteht aus abgestorbenen Zellen, ist lediglich nur noch mechanisches Schutz-

gewebe gegen Verletzung und Verdunstung und läßt uns in den Buchten ihrer Randwülste die Ansatzstellen (b) der rings gestellten Nadeln erkennen. Nach innen zu liegt ein weitmaschiger Zellring, die eigentliche **Rinde** (c), welche den Bastteil des Leitungsgewebes enthält und von dem folgenden **Holzteil** (e) durch eine sehr zarte Zellschicht (d), das **Kambium**, getrennt wird. Das Kambium oder der Bildungsring ist beim Dickenwachstum des Zweiges der Geburtsort der neuen Zellen, welche sich in großen Mengen innen als Holzzellen und in weit geringerem Maße nach außen als Rindenzellen ansetzen. Wenn wir im Mai die Weidenpfeife abziehen, so löst sich hier im Kambium mit Leichtigkeit die hellgrüne Rinde mit der dunkelgrünen Borke von dem weißen Holz. Dann erblicken wir nach innen die englumigen Holzzellen, hier sämtlich Gefäßzellen oder besser Tracheiden mit Holztüpfeln, dazwischen schmale Streifen von Holzparenchym. Diese Holzzellen sind in drei Jahresringen angeordnet, wobei wir sehr gut das lockere Frühjahrsholz und das festere und dadurch dunklere Herbstholz, das die Grenze der Jahresringe bildet, unterscheiden können. In der Mitte liegt der weitzellige **Markzyylinder** (f), welcher mit zunehmendem Alter unter dem Druck des Holzes immer mehr verschwindet.

Sehr gute Längsschnitte durch Kiefernholz geben uns oft recht feine **Hobelspäne** von der Fläche eines Brettes der Baum-

mitte, während solche von dessen Kante Tangentialschnitte mit quer getroffenen Holztüpfeln liefern.

Zum Vergleiche mache man ähnliche Schnitte durch einjährige Winterzweige unserer Laubhölzer, z. B. Weide, Pappel, Linde, Ulme, Eiche u. a. Wir erkennen den Reichtum des Laubholzes an weitlumigen Gefäßen im Gegensatze zum Nadelholz, ebenso das Vorherrschen der Markstrahlen und die gute Differenzierung der Gefäßbündel.

IV. Blattschuppen und -haare

8. Präparat. Auf den Blättern des **Sanddorns** (*Hippophaë*), der **Ölweide** (*Elaeagnus*), der **Deutzia**, des **Schildkrautes** (*Alyssum*), der **Graukresse** (*Berteroia*), auf den jungen Zweigen vom **Efeu** (*Herdera*) und auf vielen anderen Pflanzen sitzen eigenartig gestaltete Haare oder Schuppen. Diese schließen wir auf folgende Weise in Luft ein: Wir beringen einen Objektträger flach mit Deckglasslack. Sobald der Ring etwas über trocknet ist, aber noch klebt, schaben wir von dem betreffenden Stengelteil mit der Lanzettnadel etwas von dem Haarbelag auf ein sauberes **Deckgläschen**, legen den **Objektträger** mit dem Ring nach **unten** darauf und drücken fest an. Das Präparat ist fertig und wird später durch einen Schutzring abgeschlossen. Die Erfahrung wird lehren, daß dieses Verfahren gegenüber der umgekehrten Methode, bei der man das Deckgläschen auf den beringten

und beschickten Objektträger legt, manigfache Vorteile hat.

Der Einschluß in Luft zeigt die Haare meist nicht ganz sauber, auch nicht genau ihre Einzelheiten, dafür aber um so besser ihre Konturen. Dagegen werden die Haare in ihrem Bau deutlicher in GG, aber dafür fast undurchsichtig. Wir verfahren dabei wie folgt: Wir geben auf einen Objektivträger einen Tropfen GG und lassen diesen vollkommen **erstarren**. Jetzt bringen wir etwas Material darauf und geben zur Entlüftung dazu einen Tropfen Alkohol. Wir legen das Deckglas auf, halten seine Mitte unter leichtem Druck mit der Präpariernadel, bringen das **Ganze** über eine **kleine** Flamme und schmelzen ein. Sollten dann noch Luftblasen vorhanden sein, die man unter dem Mikroskop an dem schwarzen Rand erkennt, so wird das Erwärmen auf dieselbe Weise **mit aufgesetzter Nadel** bis zum leichten Sieden wiederholt. Der Druck der Nadelspitze bewahrt die Objekte vor dem Herausgeschwemmtwerden. Bild 14 zeigt z. B. eine Schuppe der **Ölweide**, Bild 15 ein Sternhaar vom **Efeu**. Die Präparatenreihe dieser Pflanzenhaare, welche sämtlich einen Verdunstungsschutz darstellen, läßt sich beliebig verlängern.

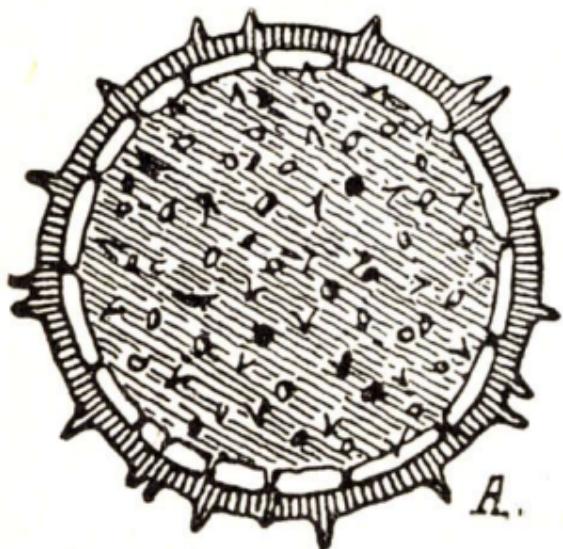
9. Präparat. Die Haare der **Brennessel** (*Urtica*), dagegen stellen eine Verteidigungswaffe dar. Es sind einzeln ausgebildete Pflanzenzellen, die aber im Verband der Pflanze geblieben sind. Wir trennen von einem **jüngeren** Exemplar der großen

Brennessel (*Urtica dioeca*) vorsichtig eins der schon mit bloßem Auge sichtbaren Haare an der Ansatzstelle ab, am besten an einer Blattrippe, und untersuchen es in einem Wassertropfen, natürlich unter einem Deckglas. Auch bei schwacher Vergrößerung sehen wir, daß das Haar aus einer einzigen, diesmal ziemlich großen, Zelle besteht. Es ist keulenförmig gestaltet und mit dem dickeren abgerundeten Ende, in dem der Kern ruht, in die Zellen der Oberhaut eingelagert (Bild 16). Nach oben verjüngt sich das Haar bis zu einer langen Spitze, die ein kleines, rundes, schief aufsitzendes Köpfchen trägt. Dieses und die obere Stielwand sind verkieselt und verkalkt. Berührt man nun z. B. mit der Hand das Köpfchen, so bricht es ab, die entstehende Spitze dringt in die Haut ein, und die in der Zelle enthaltene ätzende Flüssigkeit fließt in die winzige Wunde, das bekannte „Brennen“ verursachend. Ähnlich sind die bekannten Drüsenhaare unserer Zimmerprimeln gebaut.

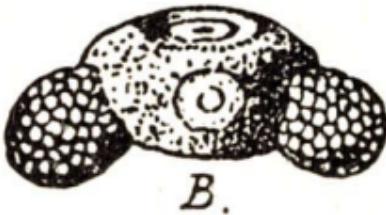
V. Blütenstaub

10. Präparat. Die Bestandteile des Blütenstaubes, die sog. **Pollenkörner** (Bild 17), sind einzelne Pflanzenzellen und bewirken als männliche Geschlechtszellen die Befruchtung der weiblichen Samenanlage. Diese Körner haben bei den einzelnen Pflanzen ein verschiedenes, ihnen immer eigenständliches Aussehen und sind zwar unter sich gleich gebaut, aber sonst ihrem

jeweiligen Zwecke angepaßt. So sind die Pollenkörner von Pflanzen, welche durch Vermittlung von Insekten befruchtet werden (Kürbis, Malve, Bild 17 A, Sonnenblume und andere) an ihrer Oberfläche mit



A.



B.

Bild 17



Bild 16

Stacheln und anderen Unebenheiten versehen, um leichter an den Insekten hängen zu bleiben. Die Pollenkörner derjenigen Pflanzen aber, deren Blütenstaub durch den Wind zu den weiblichen Blüten getragen werden soll (z. B. Hasel, Erle, Gräser, überhaupt alle Windblütler), sind

glatt, leicht und staubtrocken. Wir schließen den Blütenstaub nach den beiden beim 8. Präparat angegebenen Verfahren entweder in Luft oder in GG ein.

11. Präparat. Der Blütenstaub der Kiefer bietet unter dem Mikroskop ein besonders interessantes Bild (Bild 17 B). Wir sehen zu jeder Seite der eigentlichen Pollenzelle eine mit Luft gefüllte Blase, wodurch das Korn die Form einer Hantel erhält und sehr leicht wird, so daß es der Wind weit forttragen kann. Einschluß wie oben.

Besonders schon tritt die manchmal wundervolle Skulptur des Blütenstaubes hervor, wenn wir ein wenig davon auf dem Objekträger in einem Tröpfchen schwarzer Ausziehtusche verrühren und das Deckgläschen so auflegen, daß sich eine möglichst dünne Zwischenschicht bildet. Hierfür eignen sich besonders gut die Pollenkörner der Korbblütler; wir können dafür z. B. je nach der Jahreszeit Huflattich, Löwenzahn, Sonnenblume, aber auch viele andere verwenden. Der Anblick dieser leuchtenden gelben Sonnen am schwarzen Himmel ist bei starkem, durchfallendem Licht wahrhaft entzückend, und wir haben hier neben dem wissenschaftlichen auch einen ästhetischen Genuß.

12. Präparat. Manchmal bleiben die im Staubbeutel entstandenen Staubkörner auch, nachdem sie diesen verlassen haben, im Zusammenhang. So haften beim Pollen des **Heidekrautes** immer 4 Körner zu einer

„Tetrade“ zusammen (Bild 18), bei dem der „Mimose“ (Akazia) sogar deren 16.

13. Präparat. An den Böschungen sandiger Eisenbahndämme blüht mit großen gelben Blüten die **Nachtkerze**. In ihren Staubbeuteln sind die einzelnen Pollenkörner durch lange elastische Leimfasern (Viscinfäden) verbunden. Nachdem wir mit einem geöffneten Staubbeutel auf dem Deckgläschen kreuzweise hin und her getupft haben, schließen wir in Luft ein (Bild 19).

VI. Samenkörner

14. Präparat. Von einer reifen **Erbse** schneiden wir zunächst mit einem scharfen Messer — das Rasiermesser sollte nie zu solchen vorbereitenden Schnitten verwendet werden — eine Kugelhaube ab. Die Schnittfläche tauchen wir in Glyzerin, da Wasser Quellungen hervorrufen würde. Nachdem auch das Rasiermesser mit Glyzerin befeuchtet worden ist, werden möglichst feine Schnitte hergestellt, in Glyzerin untersucht und in GG eingebettet.

Wir sehen (Bild 20) rundliche Zellen mit gut erkennbarer Zellwand und in den Zellen kreisrunde bis eiförmige Stärkekörner (S). Dazwischen befinden sich viele kleinere Protoplasmaeinschlüsse, sog. Aleuron- oder Proteinkörner, Eiweißgebilde A. Die kleinen, dreieckigen Räume zwischen den Zellen sind mit Luft gefüllt.

15. Präparat. Ein Weizen- oder Roggencorn können wir schlecht mit den Fingern halten. Wir klemmen es deshalb in einen kleinen gespaltenen Kork ein, der keine dunklen Stellen enthalten soll, und führen Schnitte wie oben zugleich durch Kork und Weizenkorn. Wir untersuchen und betten ein wie oben.

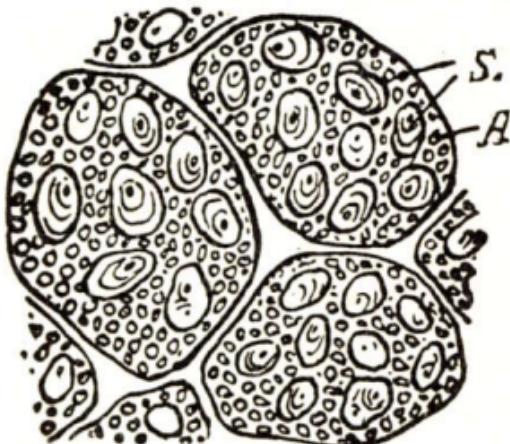


Bild 20

An dem Präparat (Bild 21) erkennen wir von außen nach innen zunächst die Fruchthülle (F), darunter die Samenhaut (S). Unter dieser liegen in einer Reihe Zellen mit kleinen Aleuronkörnern (A), unter diesen wieder größere Zellen mit großen Stärkekörnern (St).

Auf diese Weise können wir Schnitte durch die verschiedensten Samen machen und werden dabei, besonders aber auch, wenn wir etwas von dem Inhalte herauskratzen und gesondert untersuchen, die

verschiedenste Gestalt der jeweiligen Stärkekörner kennenlernen.

16. Präparat. Bei der Herstellung des vorigen Präparates haben wir wahrscheinlich auch gute Schnitte vom Flaschenkork erzielt, welche wir jetzt einer näheren Betrachtung unterziehen wollen. Wir erkennen besonders an den dünnsten Stellen fest verwachsene, gelbbräunliche, dünnwandige Zellen von quadratischem oder rechteckigem Durchschnitt mit nicht immer

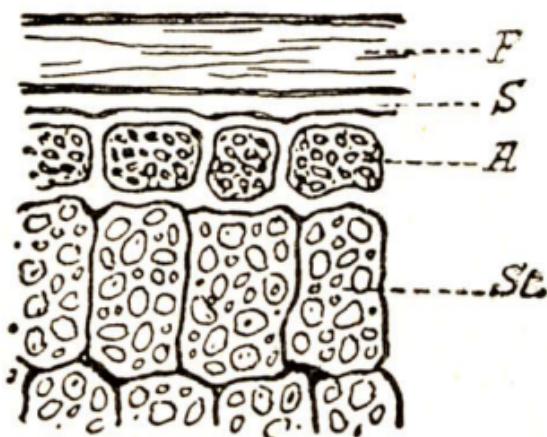


Bild 21

geraden Seiten. Sie sind in Reihen geordnet und meist noch mit Luft erfüllt. Wo sie allmählich in stärkerwandige flache übergehen, lassen sie die Grenze einer Jahresproduktion erkennen. Der in die Wände der Korkzellen eingelagerte, ihnen eigentümliche Stoff, das Suberin, ist ein fettartiger Körper.

Ähnliche Korkpräparate wie hier aus der Rinde der Korkeiche (*Quercus suber*) können wir auch z. B. aus der Rinde der Linde, Weide, Rüster u. a. herstellen und werden dabei zu ähnlichen Ergebnissen gelangen.

VII. Die Kartoffel

17. Präparat. Auf einen Objektträger bringen wir einen kleinen Tropfen Wasser und in diesen etwas von dem **Saft**, der an der Schnittfläche einer frisch durchgeschnittenen **Kartoffel** austritt, am besten mit dem Messer selbst, und decken, wie üblich, mit einem Deckgläschen zu. Wir erblicken im Gesichtsfelde einzelne Körnchen (Bild 22). Es sind **Stärkekörnchen**, die wir mit immer stärkerer Vergrößerung betrachten. Hierbei haben wir die linke Hand fortwährend an der Mikrometerschraube der Feineinstellung, um die verschiedenen Schichten in die Bildebene zu bekommen, während die linke Hand das Objekt passend verschiebt. Weitaus die meisten Stärkekörnchen stellen sich als längliche, runde Gebilde dar, die eine gewisse Ähnlichkeit mit Muscheln haben. Dieser Eindruck wird dadurch noch erhöht, daß die Körner eine gewisse Schichtung aufweisen. Diese legt sich um einen „**Bildungskern**“, der an dem einen Ende des Stärkekornes liegt. Auch zusammengesetzte Körner mit zwei oder drei Bildungskernen finden sich. Wenn wir die Körner zum Rollen veranlassen, indem wir mit einer Präparier-nadel leicht auf den Rand des Deckgläs-

chens drücken, so sehen wir, daß sie nicht so abgeflacht sind, wie sie beim ersten Anblick erscheinen. Setzen wir nun an den rechten Rand des Deckglases einen Tropfen Jodkaliumlösung (in jeder Drogerie erhältlich) und saugen ihn durch ein Stückchen Löschkörper von der linken Seite her durch das Präparat, so sehen wir, wie die

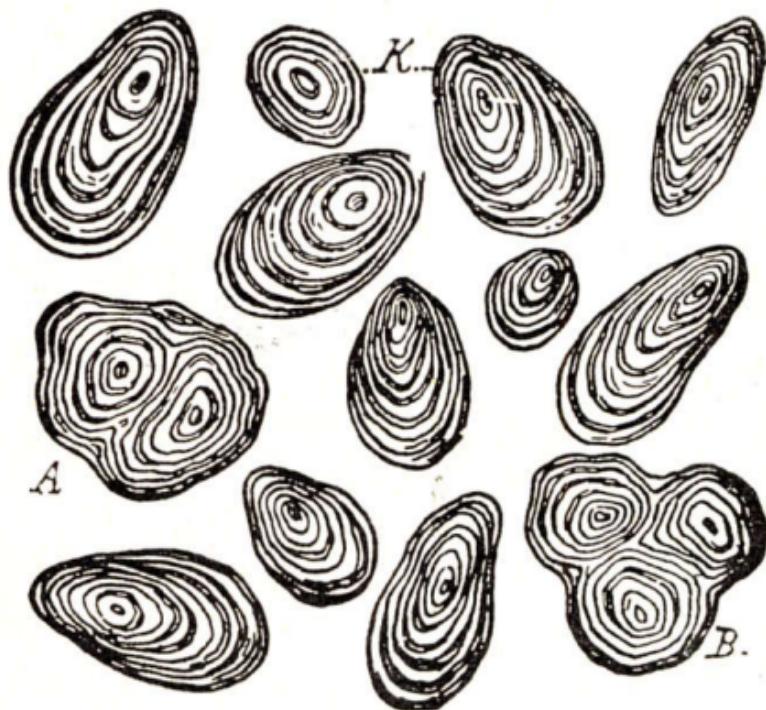


Bild 22

Stärkekörner von links nach rechts sich erst hellblau, dann immer dunkler färben, wobei die zuerst deutlicher gewordene Schichtung verschwindet; manchmal wird sogar eine dunkelbraune Färbung erzielt.

— Mit **Jod** können wir die Stärke in den verschiedensten Pflanzen und Pflanzen- teilen nachweisen.

Eine Quellung der Körner können wir beobachten, wenn wir statt mit Jod mit Kalilauge arbeiten. Die Schichtung wird zunächst deutlicher, verschwindet dann, und die Körner quellen auf, bis sie ohne Grenzen zusammenstoßen. Dasselbe Ergebnis wird beim Kleisterkochen durch die Hitze erreicht.

Auch an ein wenig Kartoffelmehl in einem Tropfen Wasser können wir alle angegebenen Beobachtungen machen.

18. Präparat. Aus einer Kartoffel schneiden wir einen kleinen Würfel von etwa 1 cm Kantenlänge heraus, dessen eine Fläche von der Schale gebildet wird. Wir nehmen den Würfel so zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand, daß diese Fläche an dem Zeigefinger liegt. Die nach oben gerichtete Fläche des Würfels benetzen wir mit etwas Wasser, ebenso das Rasiermesser. Dieses führen wir wie beim 4. Präparat. Von den Schnitten suchen wir einen recht dünnen aus, den wir in Wasser betrachten. Innerhalb der äußeren Schale (Bild 23) sehen wir mehrere Lagen länglicher, dünnwandiger Zellen von etwa rechteckiger Form. Es sind Korkzellen K, wie wir sie beim 16. Präparat kennengelernt haben, die hier den Verdunstungsschutz besorgen, aber das Eintrocknen der Knolle doch nicht ganz verhindern können. Darunter sehen wir nun deutliche die Zel-

len Z, die mit den uns nun schon bekannten Stärkekörnern prall gefüllt sind, aber im Gegensatz zu den Schnitten durch Samen keine Eiweißgebilde zeigen. — Die Jodprobe färbt die Zellwände und den Kork braun, die Stärkekörner blau. Diese Färbung ist aber nicht beständig, eine Dauerfärbung erzielen wir z. B. mit roter Tinte, wobei die Stärkekörner schon weiß auf rosa Grund erscheinen.

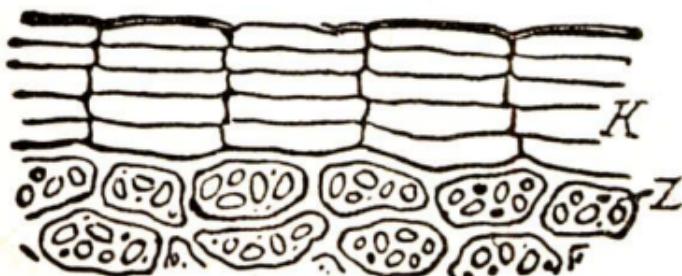


Bild 23

VIII. Die Stubenfliege

19. Präparat. Wir beginnen jetzt die Reihe der zoologischen Präparate und untersuchen die Stubenfliege. Für dieses sehr umfangreiche Praktikum können hier nur die nötigsten technischen Hinweise gegeben werden, die dann sachgemäß auf andere Insektenpräparationen anzuwenden sind.

1. Die Tiere werden in Alkohol, Benzin, Äther u. a. getötet und möglichst frisch verarbeitet. Alte, vertrocknete Tiere eignen sich, abgesehen von zu großer Verschmutzung, auch sehr gut, nachdem man sie in Wasser etwas aufgekocht hat.

2. Die betreffenden Teile werden mit einer feinen Pinzette dem Tiere entnommen, für Magen usw. mit der Schere Schnitte am Körper ausgeführt.

3. Die zarten, leichten Teile werden sofort in ein Schälchen Wasser gegeben, damit sie durch den Luftzug nicht verlorengehen.

4. Sie bleiben einige Tage in verdünnter Kalilauge oder werden für einen Augenblick darin aufgekocht, damit sie schön durchsichtig und die Weichteile entfernt werden. Hierbei ist Vorsicht geboten, da die Lauge beim Kochen stößt. Das Kochrörchen nur 2 cm hoch füllen, mit Watte leicht verschließen und die Öffnung vom Körper weghalten!

5. Die evtl. Reinigung erfolgt im Wasser mittels eines feinen Tuschpinsels mit dem Strich, damit der Haarbesatz nicht abbriicht. Kontrolle unter dem Mikroskop bei schwächster Vergrößerung auf Schmutz, der bei bloßer Augenbetrachtung scheinbar nicht mehr vorhanden zu sein scheint. Größte Sorgfalt wird durch ein sauberes Präparat belohnt, sonst gibt es immer Ärger.

6. Mehrmaliges Ausspülen in Wasser, dann Einbettung in GG wie oben oder in CB. Hierfür die Teile entweder **völlig** trocknen lassen, dann zur Entlüftung in Xylol, oder vom Wasser durch Alkohol, Karbolxylol, Xylol in CB.

a) An dem **Bein** (Bild 24) fallen uns die mehr oder weniger starken Haare auf. Sie

dienen, wie alle Insektenhaare und auch die Fühler, als Tastorgane und stehen mit Nerven in Verbindung. Am Fußende bemerken wir Krallen und rundliche, klebrige Haftlappen, die es den Fliegen ermöglichen, an glatten Gegenständen (Fensterscheiben) hinaufzulaufen.

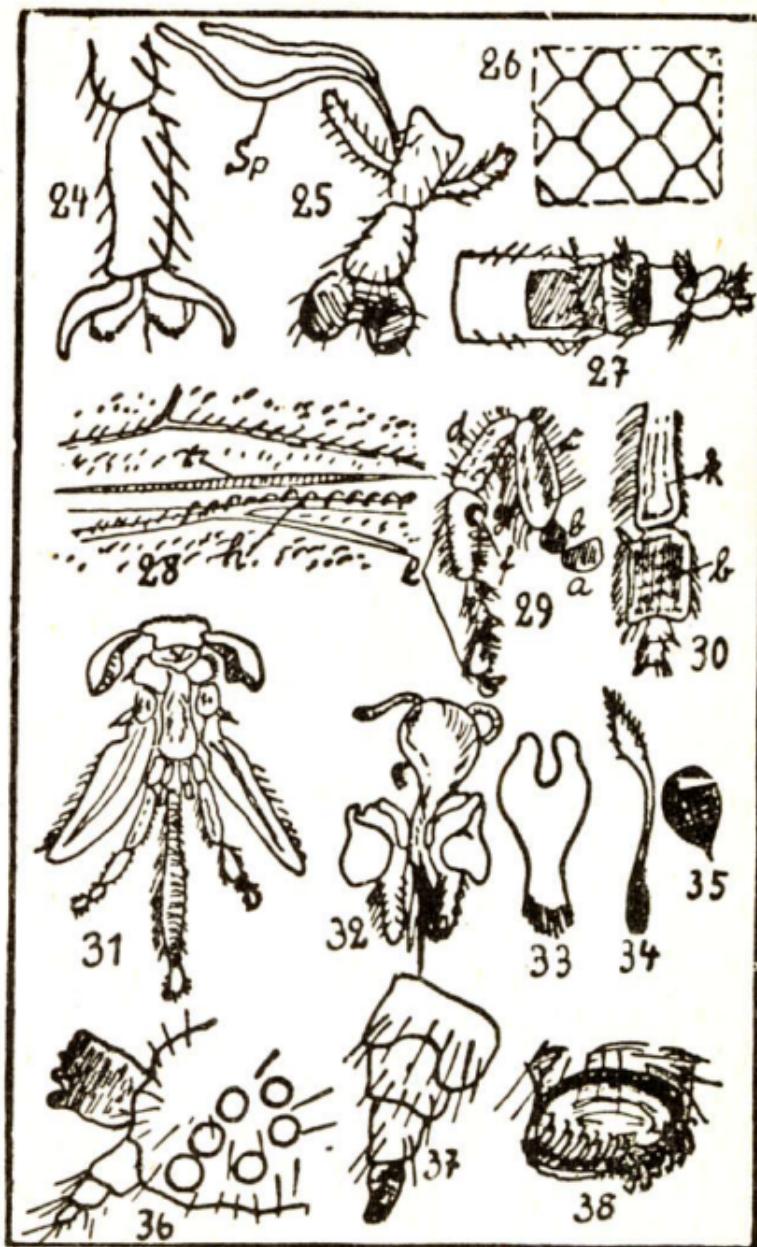
b) Der gelenkige **Rüssel** (Bild 25) ist mit einer breiten Saugfläche versehen, die von vielen feinen Röhrchen durchzogen ist, und trägt am Grunde zwei kolbenförmige Taster. Beim Herausreißen des Rüssels sind an ihm vielleicht zwei lange Schläuche sitzengeblieben, die im Kopfe saßen. Das sind die **Speicheldrüsen** Sp, aus denen die Fliege den Saft tupft, um ihn zu lösen.

c) Beim Kochen in Kalilauge hat sich die **Hornhaut** (Cornea) des **Auges** als kleine Schale abgelöst. Wir präparieren eine kleines quadratisches Stückchen und erkennen lauter regelmäßige Sechsecke. Jedes von diesen ist eigentlich ein Auge für sich, die zusammen das sog. „**Facettauge**“ der meisten Insekten ergeben. (Siehe Bild 26.)

d) Wenn wir den Hinterleib einer frisch getöteten weiblichen Fliege leicht zusammendrücken, tritt die **Legeröhre** mit ihren einzelnen Abschnitten heraus. Diese sind, wie die Teile eines Fernrohres, ineinander geschoben. Wir fixieren durch starken Alkohol und schneiden dann ab. (Siehe Bild 27.)

IX. Verschiedene Insekten

20. Präparat. Von der **Honigbiene** präparieren wir a) zusammen **Vorder-** und **Hinterflügel** (Bild 28). Wo sich beide Flügel gegenüberliegen, hat in der Mitte der Rand des Vorderflügels eine Rinne r, der des Hinterflügels eine Reihe von Haken h. Hierdurch wird eine feste Verbindung zu einer Fläche während des Fliegens erreicht; b) das **Vorderbein** (Bild 29) zeigt die für jedes Insektenbein charakteristischen Teile: a Hüfte, b Schenkelring, c Schenkel, d und e den aus mehreren Gliedern bestehenden Fuß, dessen letztes Glied die doppelspitzigen Klauen und den Haftlappen trägt. An der oberen Ecke des Fußes e bemerken wir die Putzscharte f und den Dorn g. Beides dient als **Reinigungsapparat** für die bei der Nahrungssuche beschmutzten Fühler; c) von einem **Hinterbein** wird der untere Teil bis einschließlich Schiene eingebettet. Diese ist innen muldenförmig ausgehöhlt (Bild 30) und bildet das **Körbchen** („Höschen“) zum Transport des gesammelten Blütenstaubes, während am ersten Fußglied mehrere Reihen von Borsten die sogenannte „**Bürste**“ b zusammensetzen; d) die **Mundteile** (Bild 31) lassen sich leicht vom Kopfe als Ganzes abzupfen, ausbreiten und einbetten. Sie stellen einen Leck-, Beiß- und Saugapparat dar für Honig und Blütenstaub; e) wenn wir das abgeschnittene Hinterleibsende mit zwei Nadeln auseinanderreißen, können



wir leicht den **Stechapparat** samt der **Giftblase** g herausziehen (Bild 32).

21. Präparat. Flöhe, Wanzen und Läuse aller Art werden nach ausgiebiger Vorbehandlung mit Kalilauge und sorgfältigster Reinigung nicht in einzelne Teile zerlegt, sondern als Ganzes (Totalpräparat) in CB eingebettet. Es sind dankbare und interessante Objekte, die immer gut alle charakteristischen Einzelheiten, wie Mundteile, Beine, auch die Atemlöcher oder Stigmen, gut erkennen lassen.

22. Präparat. Vom **Maikäfer** präparieren wir das **Hinterbein** (Gangbein), **Vorderbein** (Grabbein), die beißenden **Mundteile** (Oberlippe, zwei starke gezähnelte Oberkiefer, zwei behaarte Unterkiefer mit Tastern und die gegliederte Unterlippe), die **Atemlöcher**, die in dem zarten Hautstreifen (Pleura) zwischen Rücken und Bauch sitzen, und ein Blättchen vom Fächer des **Fühlers**. Von der **Larve** (Engerling) geben die **Beine**, **Mundteile** und **Stigmen** sehr interessante Präparate.

Ebenso wie den Maikäfer, können wir jeden anderen Käfer morphologisch (d. h. nach seiner Gestalt) untersuchen, z. B. den bekannten Goldschmied, und die Teile in ihrem gänzlich abweichenden Bau mit denen des Maikäfers vergleichen.

23. Präparat. Unter den Wasserkäfern gibt uns der Gelbrand (*Dytiscus*) schöne Präparate. Das **Hinterbein** zeigt als Schwimmbein lange Beborstung, das **Vor-**

derbein des Männchens als Paarungsbein die interessanten Haftscheiben mit den großen und kleinen Saugnäpfen, die Pleura gut ausgebildete **Stigmen** mit dem Reusenbesatz und Verschlußapparat. Die kräftigen **Mundwerkzeuge** dieses Räubers erinnern an den Goldschmied. Auch die betreffenden Teile der beutegierigen und gefräßigen Larve wollen wir nicht vergessen, am Kopfe die gewaltigen säbelförmigen **Saugkiefer**, am Hinterleibsende den **Atemapparat** mit den stark behaarten Anhängen.

An frisch geschlüpften **Mückenlarven** (*Culex*), die wir als Ganzes in GG einbetten, wird uns die starke Beborstung, besonders des Kopfes, und der doppelte **Atmungsapparat** am Hinterleibsende auffallen.

24. Präparat. Von der **Grille** präparieren wir a) den **Schrillapparat**, der auf dem Deckflügel des Männchens als „Spiegel“ und „Schrillader“ sitzt, b) das **Gehörorgan** in der Schiene des Vorderfußes vom Weibchen (feines Trommelfellhäutchen), c) die sechs einzelnen **Mundteile**, in einem Präparat vereinigt, d) den **Kaumagen**, den wir als dunkle Kugel im hinteren Lauf des Darmtraktus finden. Er wird aufgeschnitten und zeigt im Innern charakteristische Hornleisten.

X. Schmetterlinge und Raupen

25. Präparat. Kopfteile: Wir benutzen für die Präparation zweckmäßig einen **Kohlweißling**; u. U. genügt ein altes, beschädig-

tes Sammlungsexemplar. Auch hier werden die einzelnen Teile leicht gekocht bzw. in dünner Kalilauge aufgehellt. Wir können den Kopf ganz einschließen und bemerken das große **Facettauge**, die **Mundwerkzeuge** mit dem spiraling eingerollten **Rüssel**, die zwei langen, geraden, steifen fadenförmigen **Fühler** (Antennen) mit dem keulig verdickten Ende. Wir können alle diese eben genannten Teile aber auch gesondert (isoliert) als Einzelpräparate bearbeiten und sehen dann natürlich viel besser deren charakteristischen Bau. a) **Cornea** des Auges ähnlich der des Fliegenauges, b) die **Fühler** der verschiedenen Schmetterlinge sind sehr verschieden und dann auch noch oft bei Männchen und Weibchen anders gebaut. Es ist eine interessante Beschäftigung, einmal die Schmetterlinge seiner Sammlung wenigstens mit der Lupe auf die überaus große Formenmannigfaltigkeit der Fühler durchzusehen. c) Der **Rüssel** teilt sich leicht in zwei Hornrinnen, welche die ungemein verlängerten Unterkiefer vorstellen, und hat auf seinem Ende oben kegelige Zapfen, welche als Tastorgane und zum Aufritzen der Nektarbehälter dienen. Alle übrigen Mundteile, mit Ausnahme vielleicht der Unterlippe mit den beiden Lippentastern, sind stark verkümmert und nur schwer erkennbar.

26. Präparat. Mit den **Flügeln** kommen wir nun zu den uns am meisten interessierenden Objekten. Da sie sich aus vier Hautfalten der Raupe entwickeln, besteht

jeder Flügel aus einer Doppelhaut. Darin breitet sich ein System von Hornadern aus, das in der glasklaren Haut leicht zu erkennen ist, wenn wir die Schuppen völlig abwischen.

27. Präparat. Für die **Schuppenpräparate** schlagen wir 4 Behandlungsverfahren vor:
a) Wir tupfen einen Flügel ganz leicht ab und schließen ein Stückchen in Luft ein (s. Präparat 8). Vorteil: Wir sehen die Schuppen auf dem Flügel in ihrer Anordnung und Befestigung, außerdem die aufsitzenden Stacheln. — b) Wir entnehmen mittels eines trockenen Pinsels Schuppen von verschiedenen Stellen der Ober- und Unterseite, tupfen sie auf den Objektträger und schließen sie wie bei a) ein. Vorteil: Wir sehen die Schuppen gesondert von oben und unten und können verschiedene Arten in einem Schaupräparat vereinigen. — c) Wir verreiben sehr verdünnten CB auf dem Objektträger. Wenn er gerade noch leicht klebrig ist, drücken wir eine Flügelstelle darauf und ziehen ab. Dann Lueneinschluß. Vorteil: Die Schuppen liegen zwar gesondert, aber in ihrer natürlichen Lage zueinander. Wir sehen sie aber nur von der Unterseite. — d) Wir drücken die Schuppen nur ganz leicht an und nehmen sie mit einem zweiten klebrigen Objektträger wieder ab. Vorteil wie bei c), wir sehen die Schuppen jetzt von oben.

28. Präparat. Duftschuppen, welche zur Anlockung der Weibchen dienen. Sie werden in Luft eingeschlossen.

1. **Kohlweißlingsmännchen** (Fehlen der schwarzen Vorderflügelflecken). Wir finden die kleinen Duftschuppen (Bild 33) überall zwischen den anderen.

2. Das Männchen vom **Kaisermantel** hat auf den hinteren vier Adern der Vorderflügel schwarze Wülste, welche aus Duftschuppen bestehen (Bild 34).

3. Die Männchen der kleinen **Bläulinge** (*Lycaena*) haben prächtig blaue Flügel und ungegliederte Vorderfüße. Wir entdecken unter den Schuppen die viel kleineren Duftschuppen von der Form eines Tennis-schlägers (Bild 35).

29. Präparat. Kopf der Raupe. Wir halbieren einen kleinen Raupenkopf längs von oben nach unten und betten eine Hälfte nach entsprechender Behandlung ausgebrettet ein. Die dabei unvermeidlichen Hautfalten stören nicht sonderlich (Bild 36). Wir sehen die Augen als sechs durchsichtige Punkte (**Ocellus**), welche von starken Chitinringen umgeben sind. Davor stehen nach unten der kurze stummelartige **Fühler**, vorn die dunklen starken **Oberkiefer**, sägeförmig ausgezackt. Die beiden Sinnesorgane sind also nach unten auf die Nahrung gerichtet und stimmen in ihrer schwachen Ausbildung zu dem mehr passiven Leben der Raupe, das sich auf eng-umgrenztem Raum abspielt und bei Ausschaltung aller geschlechtlichen Regungen eigentlich nur aus Fressen besteht. Auch hier können wir durch Sonderung (Isolie-

rung) der einzelnen Mundteile Oberlippe, Oberkiefer, Unterkiefer und Unterlippe, alles in einfachster Ausbildung, feststellen.

30. Präparat. Ein **Vorderbein** einer Raupe zeigt in seinem kurzen dicken Kegel vier Glieder, deren letztes eine starke, stumpfe und ziemlich gerade Kralle trägt (Bild 37). Das Bauchbein trägt auf der runden Sohle an der inneren Kante eine Reihe feiner hakig gekrümmter Zähne, an der äußeren eine Chitinleiste (Bild 38). Auch die Nachschieber tragen solchen Hakenkranz. Die Atemöffnungen an der Seite der Raupen (Stigmen) zeigen einen interessanten Bau und sind mit dem betreffenden Hautstückchen leicht herauszupräparieren (siehe Präparat 23).

XI. Tierhaare und Pflanzenfasern

Die **Haare** der **Säugetiere**, einschließlich diejenigen des Menschen, sind so verschiedenartig gebaut, daß eine kleine Sammlung derartiger mikroskopischer Präparate eine Fülle von Vergleichsstoff in biologischer und morphologischer Beziehung bietet. Es sind biegsame, elastische Hornfäden (**Kreatin**), welche fast über die ganze Körperoberfläche verteilt und an manchen Stellen besonders gehäuft und zuweilen stark entwickelt sind (Bild 39). Der frei aus der Haut ragende Teil wird **Schaft** (S), der schräg in eine Hauttasche eingesenkte Teil **Haarwurzel** (W) genannt. In diese Tasche münden auf halber Höhe die **Talgdrüsen**

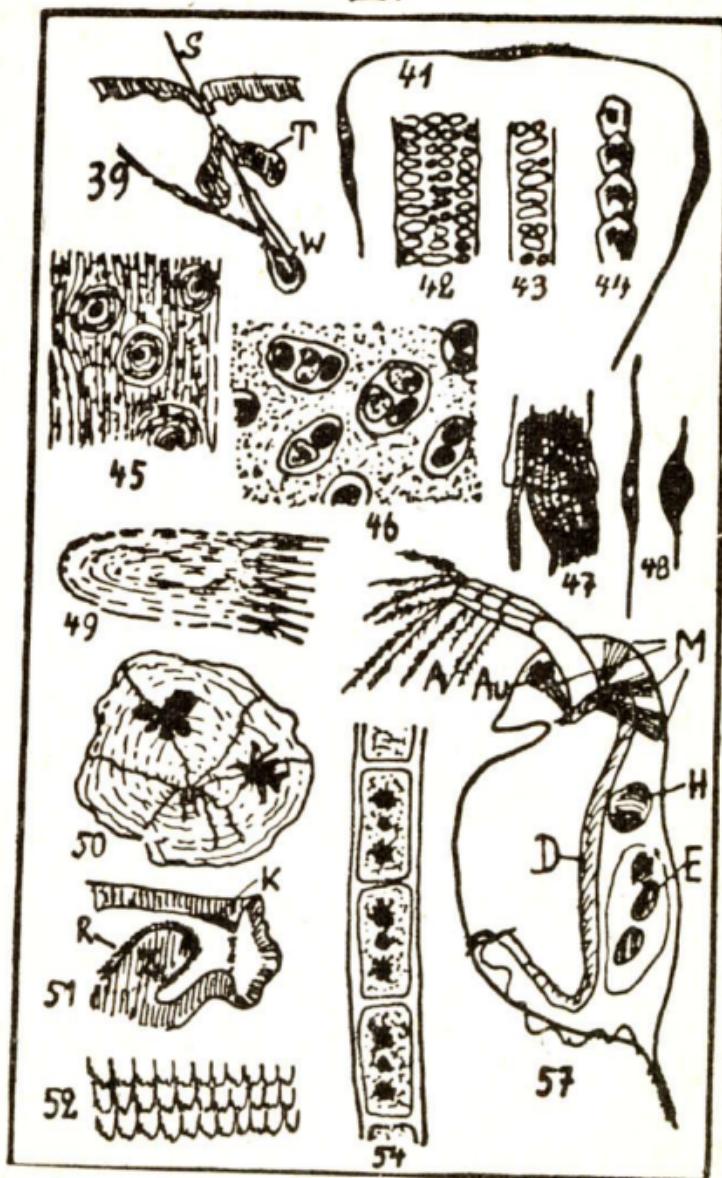
(T). Jedes Haar ist aus Platten (Epithelzellen) zusammengesetzt, welche das Oberhäutchen, die Rindensubstanz und die Markschicht bilden. Das Oberhäutchen besteht aus dachziegelförmig übereinandergelegten durchsichtigen Schüppchen, wie sie auch unsere Haut fortwährend abstößt. Die Rindensubstanz bildet die Hauptmasse des Haares und enthält neben langen Hornfibrillen die Pigmentkörner, welche dem Haare die jeweilige Farbe geben. Die Marksubstanz enthält besonders bei älteren Haaren viel Luftbläschen, wodurch diese weiß erscheinen.

Bei manchen Säugetieren kann man zwei Arten von Haaren unterscheiden, harte Grannen- und weiche Wollhaare. Letztere bilden die feinere Unterschicht des Felles und werden von den ersteren überdeckt.

Vor der Präparation werden die Haare sorgfältig durch Abpinseln oder Schütteln in Wasser gereinigt, vielleicht auch durch Äther entfettet, und nach sorgfältigem Trocknen entweder in Luft mittels Wachssringes eingelegt oder nach Alkoholbehandlung, die die Luft zum Teil hinaustreiben soll, in kleinen Stückchen in Gelatine oder CB eingebettet. Man nehme nie zuviel Haare, um das Bild nicht zu verwirren.

31. Präparat. Das Haar des **Menschen** (verschieden starke Haare etwa von Mann, Frau und Kind, auch weiße Haare) ist ziemlich glatt und zeigt auf der Oberfläche nur ein feines Netzwerk quergestellter

III.



Maschen. Durch Behandlung mit Schwefelsäure rollen sich die sonst anliegenden Oberhautschüppchen ein und machen das Haar rauh. — Haare vom **Schaf** (Wolle), auch vom **Kamel**, besitzen keine Markschicht und eine deutlich gefelderte Oberhaut (Bild 40 A). — Interessante Erscheinungen zeigen dann z. B. die Haare vom **Maulwurf** (Bild 41) (Grannenhaare mit dicken und dünnen Stellen und langer, schlanker Spitze), vom **Kaninchen** (Bild 42),

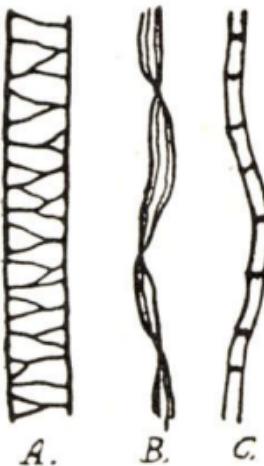


Bild 40

von der **Maus** (Bild 43), von der **Fledermaus** (Bild 44), welche aus tütenförmigen Abschnitten bestehen.

32. Präparat. Die **Flachs-** oder **Leinenfaser** erscheint im mikroskopischen Bilde wie gegliedert (Bild 40 C), die **Baumwollfaser** (Bild 40 B) (Watte!), ein einzelliges Pflanzen- oder besser Samenhaar, band-

artig flach und um seine Achse gedreht, die **Hanffaser** zeigt büschelartige Anhängsel. Für weitere Untersuchungen eignen sich die **Nesselfasern** (unregelmäßig, gefaltet und oft bandartig), **Jutefasern** (mit einem Innenraum, dessen Weite ständig wechselt oder der ganz aufhört), **Manilahanf** aus den Blättern einer Bananenart und zu Tauwerk und Treppenläufern verarbeitet (die Faser zeigt in ihrer Asche nach Behandlung mit Salzsäure interessante Kieselkörper), **Kokosfasern** (von brauner Farbe und auch mit Kieselkörpern), zu Läufern und Matten verarbeitet, u. a. m.

Schöne instruktive Präparate geben auch kleinste Stückchen von Taftseide, Crêpe de Chine, Kunstseide, welche uns, in CB eingebettet, nicht nur die Seidenfäden, sondern auch die Art ihrer Verarbeitung zeigen. Auch betten wir etwas **Rohseide** von dem Gespinst eines Schmetterlings in Luft ein. Das Präparat zeigt uns die Verklebung der Fäden durch den Leim (Sericin).

XII. Knochen, Knorpel und Muskel

33. Präparat, Knochendünnschliffe. Bei der Herstellung eines Knochenpräparates wollen wir uns mit einer neuen mikroskopischen Präparationsart, der Anfertigung von Dünnschliffen, vertraut machen, die man nicht nur bei Knochen, sondern auch bei Zähnen, Gesteinen usw., wenn auch in etwas veränderter Form, anwendet.

Wir nehmen dazu einen älteren Knochen, der schon recht ausgelaugt und fettfrei ist. Sehr gut eignet sich der Stiel einer **knöchernen** Zahnbürste dazu. Mittels einer Laubsäge fertigen wir Längs- und Querschnitte von etwa 1—2 mm Dicke an, die wir mit Siegellack auf einem Holzklötzchen befestigen und vorsichtig zuerst auf der einen Seite mit einer feinen Feile vollständig glätten; hierauf werden die Knochenscheibchen durch Erwärmen losgemacht und ebenso auf der anderen Seite bearbeitet, bis sie durchscheinend geworden sind. Die Feile muß öfter in Wasser getaucht werden, damit sie nicht klebt. In absolutem Alkohol werden die Schritte von ihrer Unterlage und jeder Spur des Siegellacks befreit.

Ein Stückchen feines Glaspapier kleben wir mit Leim möglichst glatt auf ein Brettchen und schleifen darauf ein trockenes Knochenblättchen zuerst mittels eines Körkes, dann mit der Fingerspitze in kreisförmiger Bewegung auf beiden Seiten so lange, bis es hauchfein geworden ist, es dabei ständig unter dem Mikroskop kontrollierend. Zuletzt wird es noch auf einer matten und dann glatten Glasscheibe mit ein wenig Kreide poliert, sorgfältig ausgewaschen und getrocknet.

Wenn wir nun einen Querschliff mit aufgelegtem Deckglas, aber ohne ihn in CB oder Wasser einzubetten, betrachten (Bild 45), so sehen wir größere rundliche schwarze Flecken, um die kleinere schwarz-

ze Zeichnungen von länglicher Form herumgelagert sind. Bei genauerer Betrachtung bemerken wir außerdem noch, daß die letzteren durch zahlreiche Ausläufer untereinander in Verbindung stehen. Sie werden beim lebenden Knochen durch die Knochenzellen ausgefüllt, die in der „Interzellulärsubstanz“ (Zwischenzellmasse) eingebettet sind und sie durch ihre Ausläufer durchsetzen. Die größeren Flecke sind aber Querschnitte von feinen Röhren, den sogenannten „Haverschen Kanälen“, in denen im lebenden Zustande feine Blutgefäße verlaufen. Die schwarze Farbe röhrt, wie wir schon früher bei Luftblasen gesehen haben, von eingeschlossener Luft her. Da diese gerade hier die Umrisse erst deutlich erkennbar macht, bewahren wir unseren Schnitt in Luft auf, indem wir ihn nur ganz leicht mit CB auf dem Objektträger aufkleben, mit einem entsprechend hohen Ring umgeben und mit einem Deckgläschen zudecken. Statt des Lackringes macht man auch häufig einen Wachsring, indem man den Docht eines angezündeten und ausgelöschten Wachsstockstückchens als Pinsel benutzt und diese Maßnahmen immer wiederholt.

34. Präparat. Aus einem bläulichen Stück Kalbsknorpel stellen wir mit unserem Rasiermesser feine Schnitte her und betten sie in GG ein. Wir erkennen (Bild 46), besonders nach leichter Anfärbung, die typischen Knorpelkapseln, in die gleichmäßige Grundmasse eingebettet, mit

einer oder mehreren Knorpelbildungszellen, deren Kern deutlich sichtbar ist.

35. Präparat. Eine „Faser“ von ausgekochtem Rindfleisch (**Muskelfleisch**) zerzupfen wir in einem Tropfen Wasser mittels unserer feinen Präpariernadel. Die Enden der zarten Muskelfäden sind an manchen Stellen in die feinsten Fibrillen aufgespalten. Nach Färbung mit Hämatoxylin können wir auch die anliegenden Kerne erkennen. Wir erkennen, daß ein etwa stricknadeldickes Muskelbündel (so genannte „Fleischfaser“) aus den eigentlichen Muskelfasern oder Primitivbündeln und diese (Bild 47) wieder aus feinsten Fibrillen bestehen. Auch die Querstreifung einer Muskelfaser wird uns sichtbar. Alle Muskeln, die dem Willen unterworfen sind, zeigen diese Querstreifung, aber auch die des Herzens, während aber z. B. die kurzen, spindelförmigen Muskeln des Darmes, Magens usw. diese Streifung nicht aufweisen (sog. glatte Muskeln). (Bild 48.)

XIII. Von Fischen und Schnecken

36. Präparat. Fischschuppen. Diese sind entweder Zykloid- oder **Kreisschuppen** in Gestalt einer runden Platte. So z. B. beim Hering und seinen Verwandten, auch bei Hecht, Karpfen, Plötze (Bild 50), Schleie, Wels, Aal u. a. Oder es sind Ktenoid- oder **Kammschuppen**, länglich und am freien Rande mit einem Saum von strahligen Zähnen versehen. So bei der Flunder und

ihren Verwandten (Bild 49, Schuppe der Seezunge), auch beim Barsch, Zander u. a.

Die betreffenden Schuppen werden in Kalilauge tüchtig gekocht, gut gesäubert und gespült und in Luft, GG oder CB eingeschlossen.

Da jede Fischschuppe ein verhältnismäßig großes Objekt ist, müssen wir unsere schwächste Vergrößerung anwenden, wie diese, um es noch einmal zusagen, für uns Anfänger und Liebhaber viel wichtiger ist als unsere stärkste. Wir sehen in der Schuppe konzentrische Linien, welche das allmähliche Wachstum andeuten. Vom Zentrum ziehen „Radien“ zum Rande. Sie sind frei von Verkalkung und belassen die Schuppe biegsam. Schuppen aus der „**Seitenlinie**“ zeigen uns eine feine Röhre, die mit denen der anderen Seitenschuppen in der Gesamtheit den Seitenkanal bildet. Er ist ein nervöses Organ für den Druck des Wassers. Ist eine frische Schuppe noch mit etwas Haut bedeckt, so bemerken wir in dieser die sehr veränderlichen, oft reich-verzweigten **Pigmentzellen**, welche die wechselnde Färbung des Fischkörpers hervorrufen.

37. Präparat. Schneckenzunge. Von einer getöteten Weinbergschnecke oder Gartenschnecke (*Helix*) schneiden wir den Kopf ab und kochen ihn tüchtig in starker Kalilauge (Vorsicht! Siehe Präparat 19, 4). Es bleibt nach dem Auswaschen ein feines Chitinhäutchen übrig. Dies ist die Zunge

(Radula R) der Schnecke. Sie ist mit feinen Zähnen besetzt und wirkt wie eine Reibe oder Raspel. (Bild 52 zeigt einige Zahnräihen.) Sie sitzt einem muskulösen Fleischwulst (Bild 51 Z) auf, durch den sie rückwärts gestoßen und vorwärts bewegt wird und so die pflanzliche oder tierische Nahrung zerreibt. Der Widerhalt geschieht durch eine in dem oberen Mundteil eingelagerte, bogig gekrümmte Chitinleiste, den **Oberkiefer** (K). Wir betten ein Querstückchen aus dem härteren Teil der Radula in GG ein. — Bei unseren verschiedenen Wasser- und Nacktschnecken finden wir teils dasselbe, teils ein ähnliches Bild. Bei vielen tierfressenden Meeresschnecken ist der Zahnbesatz sehr verschieden- und eigenartig.

XIV. Die Kleinlebewelt des Wassers

Diese ist ja so ungemein reich und vielseitig, daß schon eine informatorische Aufzählung dicke Bände füllen würde. Wir müssen uns daher hier auf ganz wenige Beispiele teils pflanzlicher, teils tierischer Natur beschränken.

Die Präparation wird zweckmäßig in GG geschehen, weil hier die Schrumpfungen nicht so stark sind wie in CB. Am besten wird die Form in einem flüssigen Medium, z. B. 4 % Formalinwasser, erhalten. Doch ist dieser Einschluß für ein Dauerpräparat wegen des fast unvermeidbaren Austrocknens ganz unzweckmäßig. Bei zarten Ob-

jetzen hilft man sich, indem man sie in sehr mit Wasser verdünntes Glyzerin legt, das Wasser staubfrei recht langsam verdunsten lässt, und nun das Objekt aus dem Glyzerin unmittelbar in GG bringt. Hierdurch bleibt meist die Schrumpfung auf ein Mindestmaß beschränkt.

38. Präparat. Wir untersuchen Wasser aus einem Aquarium, in dem sich faulende Pflanzenteile, Algenfäden usw. befinden, am besten, indem wir Teile von diesen auf den Objektträger bringen und mit dem Deckgläschen bedecken, so sehen wir wohl

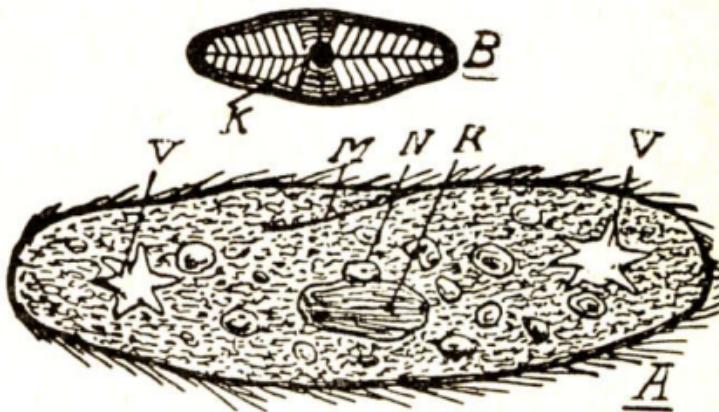


Bild 53

kleine, schiffchenförmige Gebilde, die langsam, oft ruckweise, bald vorwärts, bald rückwärts durch das Gesichtsfeld steuern. Ein Kern ist gut zu erkennen, ebenso eine Längslinie. Trotz der selbständigen Bewegung sind es nicht Tiere, wie man zunächst glauben könnte, sondern Pflanzen,

sogenannte **Kieselalgen** (Diatomeen), die aus einer einzigen Zelle bestehen (Bild 53 B). Diese ist in zwei längliche Schalen eingehüllt, die wie Schachtel und Deckel übereinander greifen. Die Diatomeen vermehren sich durch Teilung: die Schalen werden auseinander geschoben, und jede der beiden neu entstandenen Zellen bekommt eine der alten Schalen und bildet eine neue dazu.

39. Präparat. Höhere **Algen** sind die grünen Algen, die teils lange Fäden bilden (Fadenalgen): *Spirogyra* (Schraubenalge), *Zygnema* (Bild 54), mit einem Kern in jeder Zelle und zwei sternförmigen Blattgrünträgern, *Cladophora* (Fadenalge), teils Kugeln (*Volvox*), Zellpakete (*Eudorina* und *Pandorina*), Sterne (*Pediastrum*), Monde (*Closterium*) und ungeheuer viele andere Formen des Süßwassers und Meerwassers. Besonders bei den Fadenalgen kann man den Bau der Zelle (Kern, Protoplasma, Träger des Blattgrüns usw.) sehr gut studieren. Einbettung nach Fixierung in 4 % Formalin in GG.

40. Präparat. In unserem Wassertropfen bemerken wir vielleicht auch sehr kleine, sich schnell bewegende einzellige Tierchen, sogenannte Aufgußtiere oder **Infusorien**, welche wegen ihres einfachen Baues auf der untersten Stufe des zoologischen Systems als Urtierchen oder Protozoen stehen. Wir können uns selbst eine Infusorienzucht anlegen, wenn wir in Glä-

sern Heu oder Salatblätter mit Regenwasser übergießen und längere Zeit am Fenster stehen lassen. Von diesem „Aufguß“ entnehmen wir mit einer feinen Pipette einen Tropfen und betrachten ihn unter Glas mit unserem Mikroskop bei stärkerer Vergrößerung. Bald werden wir verschie-

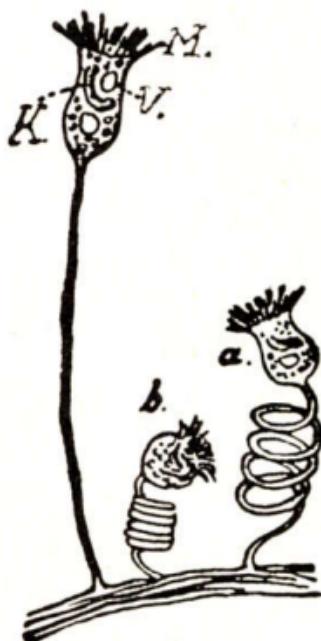


Bild 55

dene Infusorien bemerken, so vor allem das sog. „**Pantoffeltierchen**“ (Bild 53 A), das mit großer Schnelligkeit im Gesichtsfeld umherschießt. Diese Bewegung geschieht durch viele kleine Borsten, Zilien genannt, die wie Ruder das Wasser schlagen. Die Nahrungsstoffe werden durch den auf der

Bauchseite liegenden Mund aufgenommen und im Innern des Körpers ohne Darm verarbeitet. Das Brauchbare wird vom Zellschleim aufgenommen, der Überrest ausgeschieden. Die Fortpflanzung geschieht dadurch, daß sich das Tierchen einfach in der Mitte teilt. — Wenn die Pfütze, in der das Infusor lebt, austrocknet, so fällt es in eine Art Schlaf, umgibt sich mit einer Haut (Zyste), wird in diesem Trockenzustand fortgewehrt, bis es bei zusagender Lebensbedingung aus seinem „enzystierten“ Zustand wieder erwacht und wieder zu „leben“ beginnt. Aus dieser Erscheinung erklärt sich die Allgegenwart dieser winzigen Lebewesen, wie die aller anderen Infusorien, unter denen ich hier nur das zierliche **Glockentierchen** (Bild 55) erwähnen möchte.

41. Präparat. Wasserflöhe. In unserem lebenden Fischfutter erkennen wir schon mit bloßem Auge zwei kleine Krebschen den **Hüpferling** (Zyklops) (Bild 56) und den **Wasserfloh** (Daphnia). Wir sehen an einem Hüpferling unter dem Deckgläschen bei schwächster Vergrößerung vorn am Kopfbruststück jederseits einen größeren und kleineren Fühler F, beide reich mit Borsten versehen. Weiterhin sehen wir ein einziges Auge A, das, wie bei den Zyklopen der griechischen Sage, mitten auf der Stirn sitzt; daher der wissenschaftliche Name. Der Hinterleib ist gegliedert und endigt in eine mit Borsten versehene Schwanzgabel. Die Weibchen tragen zu bei-

den Seiten des Hinterleibes ein Päckchen Eier E, die wie die Beeren einer Weintraube zusammenhängen. Sie werden vom

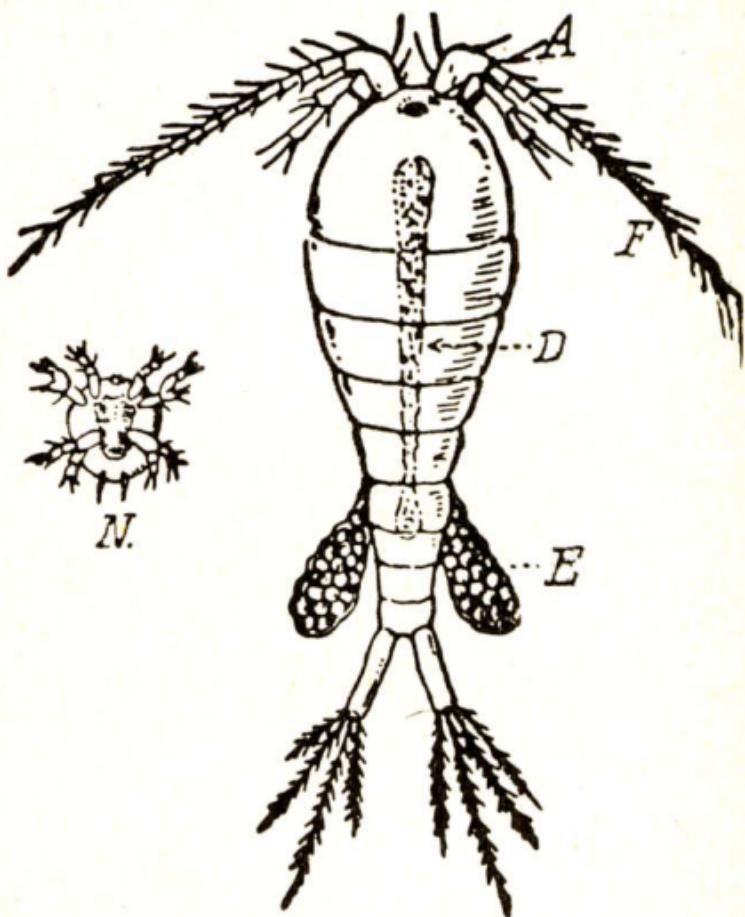


Bild 56

Weibchen bis zum Ausschlüpfen der Jungen mitgeschleppt. Die jungen Tierchen, die sog. „Naupliusformen“ N, haben mehr Ähnlichkeit mit Spinnen (Milben) als mit

ihren Eltern. Im Innern des Tierchens durchzieht der Darm D als dunkler Strang die Mitte des Körpers. Er ist fortwährend in zuckender Bewegung, denn, da ein Herz oder Adern nicht vorhanden sind, hat er die Aufgabe, das Blut in Bewegung zu halten. Auch Atemwerkzeuge fehlen. Die Körperhülle ist so zart, daß der Gas-austausch zwischen Blut und Wasser durch sie ermöglicht wird. Die Freßwerkzeuge und die Ruderfüße liegen auf der Unterseite.

Nun bringen wir einen der größeren und nicht ganz so lebhaften **Wasserflöhe** (*Daphnia*) unter das Mikroskop. Wir unterscheiden deutlich am Kopfe die Fühler A und das große, zitternde Auge Au und sehen vielleicht sogar, wie Nerven vor dem Auge zu dem gleich dahinterliegenden Gehirn führen, wie auch die das Auge bewegenden Muskelstränge M. (Mit der Sichtbarmachung solcher Organe am lebenden Tier beschäftigt sich die sogenannte „**Vitalfärbung**“, die durch geringen Zusatz geeigneter, das lebende Tierchen nicht schädigender Farbstoffe zum Aufenthaltswasser erzeugt wird und dabei gewisse Organe des Tierchens besonders stark anfärbt und dadurch mikroskopisch heraushebt.) Auch der im Bogen durch den Körper ziehende Darm D fällt sofort auf. Die Beine sind an der Bauchseite angeheftet und besorgen beim Wasserfloh die Atmung. Über dem Darm liegt nach dem Kopfe zu das Herz H, das in fortwährender lebhaf-

ter Bewegung ist. Durch eine Spalte saugt es das farblose Blut aus dem Körper auf und stößt es durch Zusammenziehung wieder aus. Hinter dem Herzen werden wir bei manchen Tieren Eier oder Junge bemerken, die zwar außerhalb des eigentlichen Körpers, aber innerhalb der durchsichtigen Schale gelegen sind, die das ganze Tierchen einschließt und unten und hinten geöffnet ist. Von den ungeheuer vielen Verwandten des Hüpfelings, den Kopepoden oder Ruderfußkrebsen, und des Wasserflohls, die Kladozeren, können hier nur ganz wenige Arten genannt und der Präparation und Betrachtung empfohlen werden: *Diaptomus* (großer Hüpfeling mit sehr langen Antennen), die kleinen Rüsselkrebschen (*Bosmia*), *Sida crystallina* mit einem Haftapparat im „Genick“, *Scapholebris mucronata*, mit der Körperunterseite hängend an der Wasseroberfläche gleitend, und der kleine, fast kreisrunde *Chidorus sphaericus*.

Herzlichen Glückwunsch!

Sie sind nun glücklicher Besitzer
eines Neckermann-Mikroskopes.
Es erschließt Ihnen eine neue
Welt, eine Welt voll faszinieren-
der Wunder und Abenteuer.

Viel Freude wünscht Ihnen
Ihre

NECKERMANN
DAS GROSSE VERSANDHAUS

A b t e i l u n g O p t i k