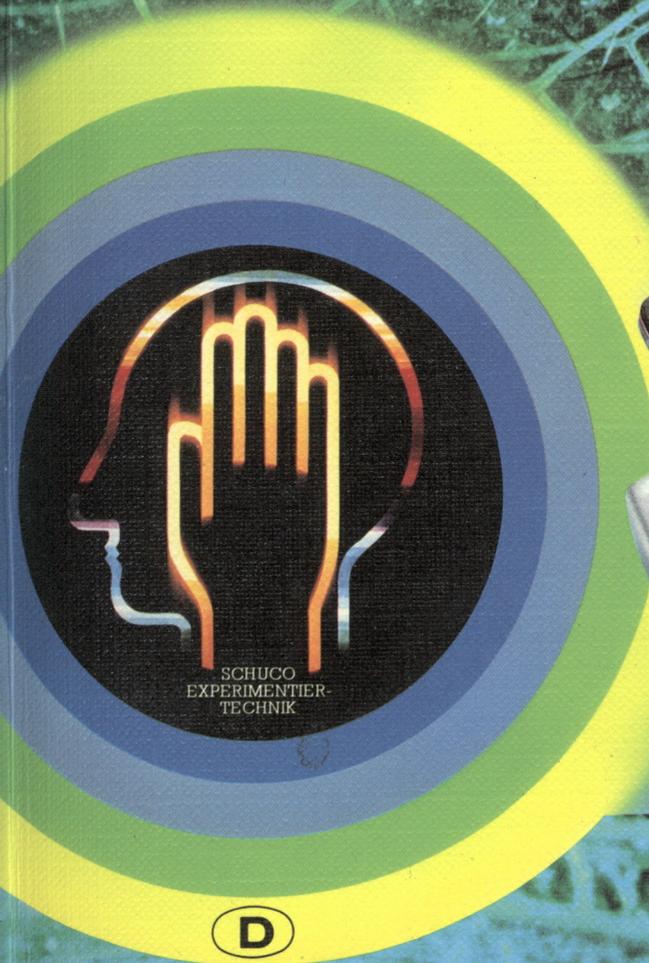
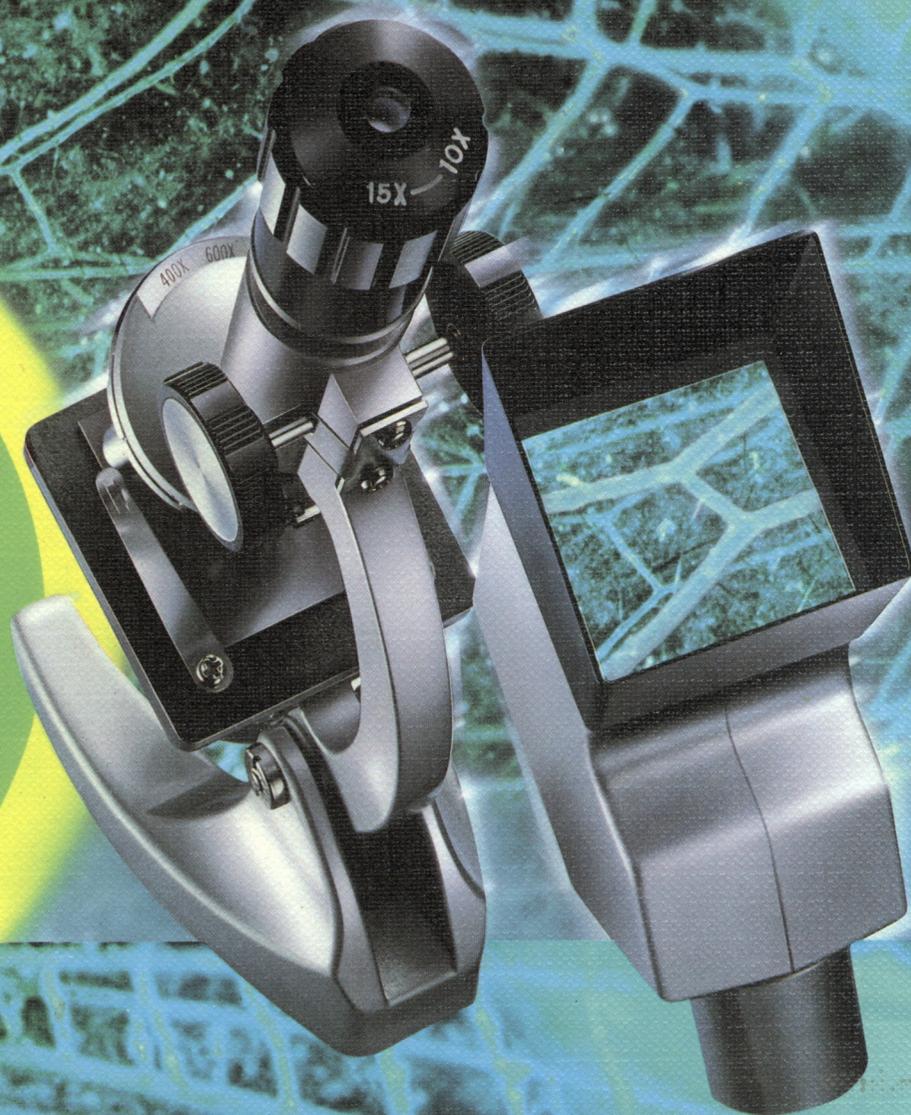


Schuco[®]

MIKROSKOPIE BIOWELT



D

**Vorsicht !
Chemikalien nicht in Mund und
Augen bringen.
Von Kleinkindern fernhalten.
Geeignet ab 12 Jahre.**

Copyright: G. A. Mangold GmbH & Co. KG – Fürth 1984

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

3. Auflage, Fürth 1985

Printed in Germany – Imprimé en Allemagne

Schuco EXPERIMENTIER-TECHNIK

8510 Fürth/Bay. · Lange Straße 69–75 · Telefon 09 11 / 7 81 81

Einführung in die Mikroskopie Biologie



Einführung in die Mikroskopie Biologie

von
Professor Dr. Wolfgang Kuhn,
Universität Saarbrücken

in Zusammenarbeit mit
Ingeborg Westermeier, München

Schuco
EXPERIMENTIER-TECHNIK, Fürth 1983

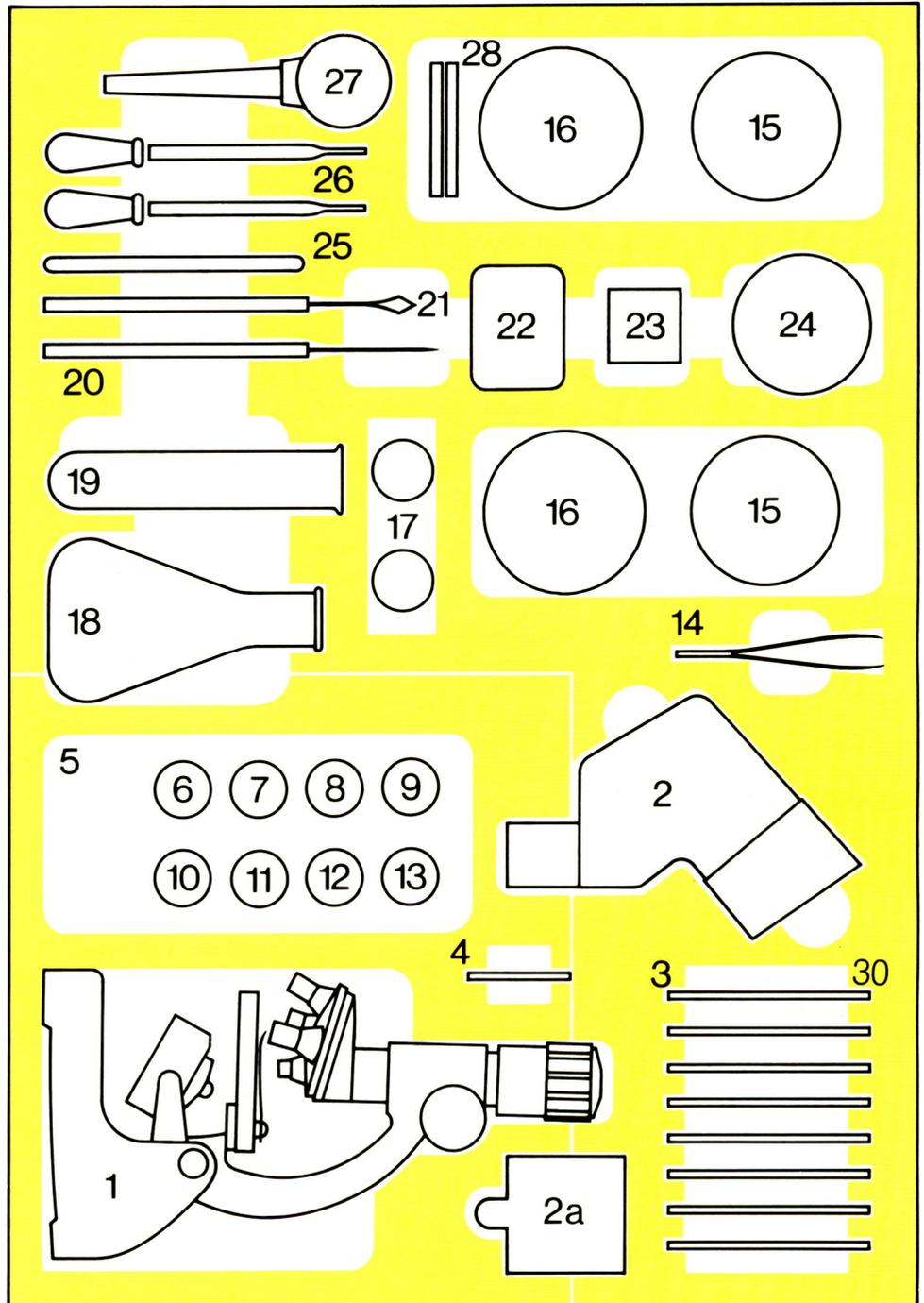
Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|-------|
| Das mußt du wissen und beachten | 10 |
| ...und das ist dein Mikroskop | 11 |
| Fliegen – Artisten an der Zimmerdecke | 12 |
| Allgemeines über Insekten | |
| Beine und Flügel der Fliegen | |
| Anfertigen eines Dauerpräparates | |
| Entwässern eines Präparates | |
| Die Alkoholreihe: Brennspritus, Propanol, Xylol | |
| Einbetten in Kunstharz: Malinol | |
| Fliegen haben zusammengesetzte Augen | |
| Der Fliegenrüssel | |
| Spinnen – Balanceakt auf Kämmen | 16 |
| Das Fußglied eines Spinnenbeines | |
| Die Kammklauen | |
| Wie entsteht ein Spinnennetz? | |
| Anfertigen eines Schnittes | |
| Spinnfeld-Spinnröhrchen-Spinnflüssigkeit | |
| Der Spinnfaden | |
| Kiefer als Giftspritzen | |
| Giftzähne und Chitinzähnen | |
| Der Spinnenkiefer und das Aufhellen in Nelkenöl | |
| Wespen – Vorsicht Gift | 19 |
| Wespenfühler | |
| Aufhellen in Nelkenöl | |
| Wespenvorderbeine | |
| Wespenhinterbeine | |
| Geruchsinnesorgane der Insekten | |
| Putzbeine und Putzscharfe der Wespe | |
| Die Mundwerkzeuge der Wespe | |
| Der Wespenstachel | |
| Ameisen – unscheinbare Schwerstarbeiter | 22 |
| Ameisenbeine | |
| Ameisenkiefer | |
| Bienen – Sammlerinnen aus Leidenschaft | 23 |
| Fühler, Vorder- und Hinterbein der Biene | |
| Bienenkiefer | |
| Das Bienenaugen | |
| Die Flügel der Biene | |
| Der Bienenstachel | |
| Sammelbein, Bürste und Pollenkamm | |
| Körbchen und Pollenhöschen | |
| Schmetterlinge – fliegende Mosaikbilder | 28 |
| Schmetterlingsflügel | |
| Die Flügelzeichnungen | |
| Nachweis der Schuppenfärbungen | |
| Putzpfote und Rüssel der Schmetterlinge | |
| Schmetterlingsfühler | |

| | Seite |
|--|-------|
| Wasserflöhe – Krebse mit falschem Namen | 31 |
| Wie bekommt man Wasserflöhe | |
| Ein Lebendpräparat | |
| Wasserflöhe sind keine Insekten | |
| Beine, Darm und Herz der Wasserflöhe | |
| Der Hüpferring | |
| Stechmücken – nimmersatte Blutsauger | 33 |
| Der Stechrüssel | |
| Die Mundwerkzeuge | |
| Vogelfedern – technische Wunderwerke | 34 |
| Flaumfeder oder Daunenfeder | |
| Deckfeder oder Schwungfeder | |
| Bogenstrahlen und Hakenstrahlen | |
| Der Herkules unter dem Stein | 36 |
| Ohrenkriecher oder Ohrenhöher | |
| Beine – Fühler – Kiefer | |
| Hinterleibszangen | |
| Die Flügel der Ohrenkriecher | |
| Käfer, die aus der Erde kommen | 46 |
| Maikäfer und Junikäfer | |
| Engerlinge | |
| Beine, Oberkiefer und Fühler | |
| Fühlerblättchen | |
| Insekten sind stets ihrer Umwelt angepaßt | 48 |
| Schwimmbeine von Wasserkäfern | |
| Sprungbeine von Flöhen | |
| Saugfüße des Gelbrandkäfers | |
| Klammerbeine der Schweineleaus | |
| Grabbeine des Nashornkäfers | |
| Oberkiefer des Gelbrandkäfers | |
| Gewei der Hirschkäfer | |
| Ameisenlöwen | |
| Objekte für eine Sammlung | |
| Architekt Zelle | 50 |
| Korkzellen | |
| Moosblättchenzellen | |
| Chlorophyllkörner | |
| Wasserpest unter dem Mikroskop | |
| Zellschichten | |
| Zelleiweiß oder Protoplasma | |
| Herstellung eines Frischpräparates | |
| Osmose und ihre Bedeutung | |
| Zellkerne in Zwiebelhautzellen | |
| Kernkörperchen | |
| Das Färben mikroskopischer Präparate | |

| | Seite |
|---|-------|
| Wozu brauchen Pflanzen eigentlich Haare? | 56 |
| Brennnesseln | |
| Pflanzenschnitte | |
| Drüsen der Zimmerpflanzen | |
| Drüsenhaare | |
| Schuppenhaare und andere Haarformen | |
| Das Einbetten von Frischpräparaten in Glycerin-Gelatine | |
| Blätter als lebende Kraftwerke | 59 |
| Chlorophyllkörner und Assimilation | |
| Spaltöffnungen an Blättern | |
| Schließzellen | |
| Die Herstellung von Dünnschnitten | |
| Blattoberhaut und Palisadenzellen | |
| Schwamm-Parenchym und untere Blatthaut | |
| „Imprägnierte“ Blatthäutchen | |
| Fetteinlagerungen | |
| Blattadern und Leitbündel | |
| Gute Schnitte für Dauerpräparate | |
| Nadeln sind auch Blätter | |
| Lignin | |
| Holzgefäße und Bastgefäße in Pflanzen | |
| Tausend Röhren auf engstem Raum | 66 |
| Das Versorgungssystem der Pflanzen | |
| Leitgefäße im Tulpenstengel | |
| Herstellung von Querschnitten | |
| Holzteil und Bastanteil des Leitbündels | |
| Holzleitgefäße | |
| Herstellung eines Längsschnittes | |
| Jahresringe im Holz | |
| Herstellung eines Flächenschnittes | |
| Baumquerschnitt mit Harzgängen | |
| Unvergänglicher Blütenstaub | 70 |
| Pollenkörner | |
| Kiefernpollen | |
| Gräserpollen | |
| Zeichnen mit Hilfe des Monitoraufsatzes | |
| Anlegen einer Sammlung | |
| Pilze, die auf keiner Speisekarte stehen | 73 |
| Hefepilze und eine Hefeaufschlammung | |
| Einfärben eines Präparates | |
| Zellteilung | |
| Köpfchenschimmel und Schimmelpilz | |
| Pinselschimmel und Penicillin | |
| Leben im Wassertropfen | 76 |
| Einzeller | |
| Pantoffeltierchen und Glockentierchen | |
| Augentierchen und Amöben | |
| Eigene Körperzellen unter dem Mikroskop | 78 |
| Epithelzellen der Mundschleimhaut | |
| Fertigung eines Blutausstriches | |
| Bakterien im Zahnbelag | |

| Teil Nr. | Bezeichnung | Best.-Nr. |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 1 | Mikroskop | 349.4373 |
| 2 | Monitoraufsatz | 349.4374 |
| 2a | Mattscheibe | 349.4374 |
| 3 | 8 Objektträger | 349.4350 |
| 4 | Klinge | 349.4345 |
| 5 | Einsatz für Chemikalien | 349.4375 |
| 6 | Flasche mit Malinol | 349.4376 |
| 7 | Flasche mit Glycerin-Gelatine | 349.4377 |
| 8 | Flasche mit Methylengrün | 349.4378 |
| 9 | Flasche mit Eosin | 349.4379 |
| 10 | Flasche mit Jod – Jodkaliumlösung | 349.4380 |
| 11 | Flasche mit Sudan – Glycerinlösung | 349.4381 |
| 12 | Flasche mit Nelkenöl | 349.4382 |
| 13 | Flasche leer | 349.4383 |
| 14 | Pinzette | 349.4348 |
| 15 | 2 Petrischalen | 349.4346 |
| 16 | 2 Deckel für Petrischalen | |
| 17 | 2 Korke | 349.4029 |
| 18 | Erlenmeyerkolben | 349.4002 |
| 19 | Reagenzglas | 349.4006 |
| 20 | Präpariernadel | 349.4384 |
| 21 | Lanzettnadel | 349.4385 |
| 22 | Esbit-Würfel | 349.4386 |
| 23 | 20 Deckgläser | 349.4351 |
| 24 | Uhrschälchen | 349.4349 |
| 25 | Glasstab | 349.4347 |
| 26 | 2 Tropfpipetten mit Hütchen | 349.4352 |
| 27 | Lupe | 349.4387 |
| 28 | 2 Styroporstücke | 349.4354 |
| 29 | Experimentierbuch (ohne Abb.) | 349.4356 |
| 30 | Dünnschnittpräparate | 349.4388 |



Das mußt du wissen und beachten

Ein **Mikroskop** ist ein optisches Vergrößerungsinstrument, mit dem du Dinge sehen kannst, die du mit deinen Augen oder auch mit einer Lupe nicht erkennst. Mit Hilfe des Mikroskops wird sich dir eine Welt eröffnen, über die du immer wieder staunen wirst.

Das Mikroskop besteht aus zwei Linsen – dem **Objektiv** und dem **Okular** – die du stets vor Verschmutzung schützen mußt. Sorge dafür, daß möglichst wenig Staub an die Linsen kommt.

Dein Mikroskop hat 4 Objektivlinsen, auf denen die Zahlen 5, 15, 30 und 40 eingeritzt sind. Auf dem Okular steht 10x-15x. Du kannst die 10-15fache Vergrößerung der Okularlinse stufenlos einstellen: es ist ein Zoom-Okular. Nun ist die Gesamtvergrößerung eines Mikroskopes gleich dem Produkt der beiden eingestellten Linsenvergrößerungen. Du kannst also mit dem 5-Objektiv stufenlos zwischen 50facher und 75facher Vergrößerung einstellen.

Die **Objektträger** werden mit den beiden Halteklammern auf dem **Objekttisch** festgehalten. Die Klammern sind aber so angebracht, daß du die Objektträger mit deinen Präparaten trotzdem leicht verschiebern kannst. Das ist wichtig, wenn du eine bestimmte Stelle oder einen bestimmten Teil deines Präparates suchst.

Um ein Präparat zu sehen, brauchst du Licht. Im Sockel des Mikroskops ist Platz für 2 **1,5 Volt Mignon-Batterien** vorgesehen. Diese Batterien befinden sich nicht in deinem Experimentierkasten. Du mußt die Batterien kaufen.

Fast alles, was du zu deinen Versuchen brauchst, hast du im **Experimentierkasten**. Eine vollständige Aufstellung findest du auf Seite 9. Einige Dinge mußt du dir aber zusätzlich besorgen.

1. Brennspirit
2. Xylol
3. Propanol

Du bekommst diese Chemikalien in der Apotheke oder in einem Laborfachgeschäft.

Für manche Versuche brauchst du Wärme. Dafür liegen im Kasten einige Esbitwürfel. Nimm einen Porzellaneierbecher und stelle ihn umgedreht vor dich hin. Dann entzünde einen Esbitwürfel – ein halber Würfel genügt vollkommen – auf dem Fuß des Eierbeckers. Für alle Fälle kannst du noch eine alte Untertasse unter den Eierbecher stellen.

Im übrigen kannst du deine **Chemikalien** alle zusammen aus dem Experimentierkasten herausnehmen. Es ist praktisch, wenn du die Chemikalien griffbereit neben dir aufstellen kannst.

Malinol verfestigt sich an der Luft. Bewahre deshalb die Flasche stets gut verschlossen auf. Ist das Malinol noch zu flüssig, laß es etwas ablüften. Wenn es jedoch schon zu fest geworden ist, kannst du es mit etwas Xylol wieder verdünnen.

Beim Arbeiten mit dem Mikroskop benötigst du immer nur sehr geringe Mengen. Meistens genügt ein Tropfen, den du entweder mit dem Glasstab auf den Objektträger bringst oder den du mit der Pipette aus dem Chemikalienfläschchen aufsaugst und vorsichtig auf das Präparat gibst.

Am besten ist es, wenn du vor deinem ersten Versuch mit der Pipette und klarem Wasser ausprobierst, wie du mit dem Gummihütchen Flüssigkeit aufsaugen und wieder in einzelnen Tropfen abgeben kannst. Mit ein bißchen Fingerspitzengefühl ist es ganz leicht.

Halte deine **Glasgeräte** immer sauber. Du solltest sie nach jedem Versuch sofort reinigen, damit keine Chemikalien festkleben. Bei vielen Versuchen kommt es sehr auf die Sauberkeit der Geräte an.

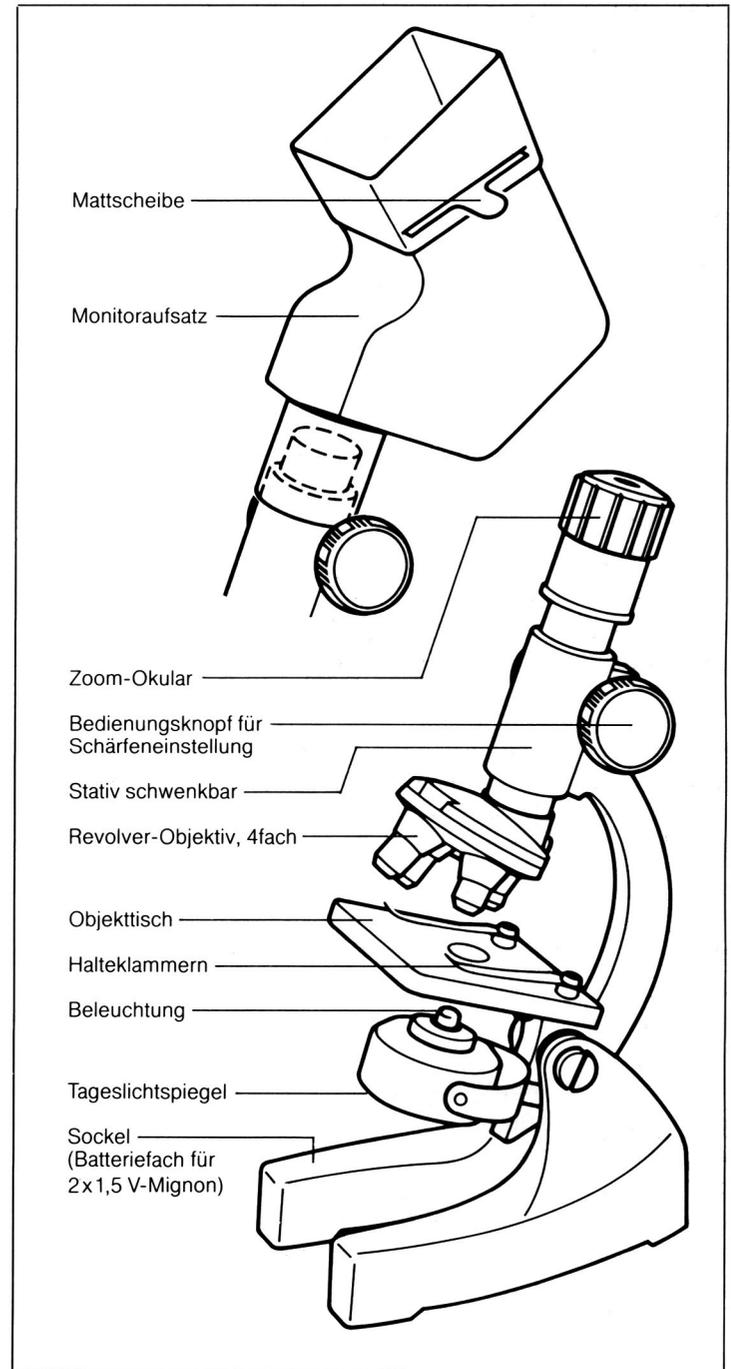
Objektträger und Deckgläser solltest du stets vorsichtig anfassen. Die Glasränder sind scharf und wenn man nicht aufpaßt, kann man sich an der Haut verletzen. Das muß aber nicht sein.

Wenn du dir eine Sammlung bestimmter Präparate anlegen willst, kannst du dir eine **Präparatemappe** kaufen. Es lohnt sich. Deine Freunde werden sich wundern, was du ihnen dann eines Tages vorführen kannst. Doppelte Präparate kann man natürlich – vor allem von besonderen, die man nicht alle Tage bekommt – auch tauschen.

Etwas ganz besonderes ist der **Monitoraufsatz**. Um ihn zu montieren, mußt du das Zoom-Okular abmachen. Auf dem Monitoraufsatz kannst du dann mit beiden Augen und in aller Ruhe dein Präparat anschauen und es zeichnen oder mehreren Personen gleichzeitig zeigen. Nimm aber die Mattscheibe, wenn du den Aufsatz wieder einpackst, heraus und verwahre sie gesondert.

Und nun viel Spaß mit deinem Mikroskop!

... und das ist dein Mikroskop



Fliegen – Artisten an der Zimmerdecke

Wie bringt es eine gewöhnliche Stubenfliege eigentlich fertig, einfach so an der Wand hochzulaufen oder sogar auf einer glatten Fensterscheibe herumzukrabbeln? Mitunter kann man Fliegen auch an der Zimmerdecke beobachten - wie halten sie sich dabei fest?

Das kannst du nun selbst herausfinden. Nach einer toten Fliege mußt du nicht lange suchen. Meistens findest du genügend auf dem Fensterbrett oder in einem Spinnennetz.

Du brauchst zum Arbeiten:

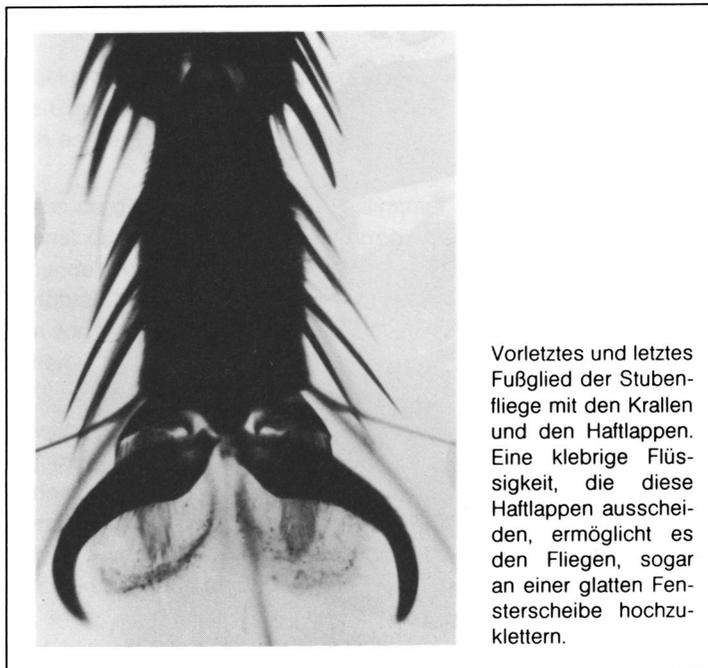
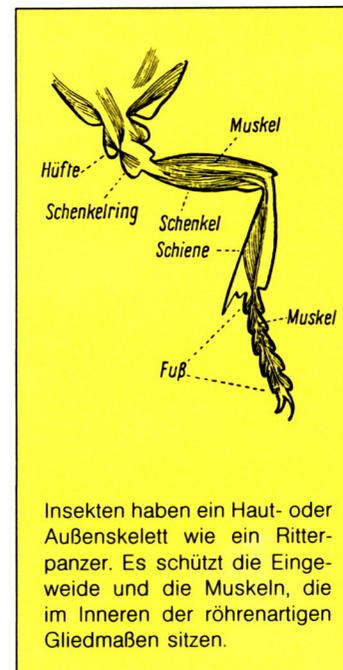
Pinzette, Präpariernadel, Lanzettnadel, Lupe, Uhrglas, 2 Petrischalen, Brennspritus, Propanol, Xylol, Nelkenöl, Malinol, Glasstab, Objektträger, Deckgläser, einige Streifen nicht zu dicker Pappe (so dick wie ein Schulheftdeckel), Etiketten, Esbitwürfel, Porzellaneierbecher und tote Stubenfliegen.

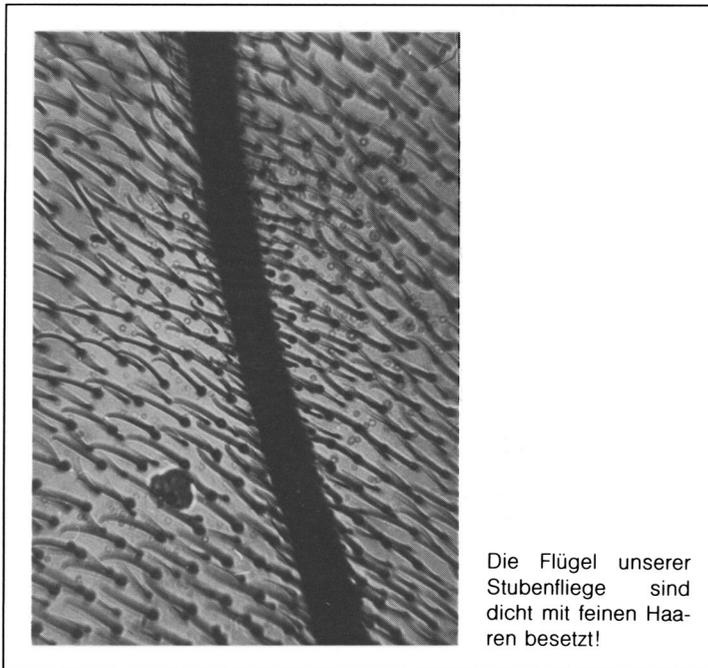
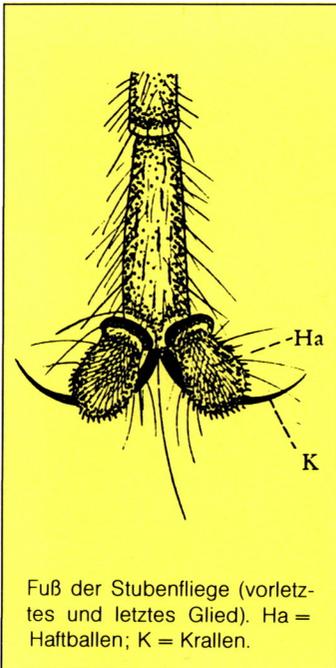
Lege die tote Fliege zunächst in ein Uhrglas und betrachte sie mit der Lupe. Du findest an ihr alle Merkmale der Kerbtiere, also der Insekten! Zu ihnen gehören vier Fünftel, also 80%, aller bis heute bekannten Tierarten – fast eine Million!

Alle Insekten haben 6 Beine, die Spinnentiere haben 8 Beine und die Krebse noch mehr. Insekten, Spinnentiere und Krebse bilden zusammen den Tierstamm der Gliederfüßer. Ihr Körper ist deutlich in drei getrennte Teile gegliedert:

Du erkennst den **Kopf** mit Fühlern, Augen und Mundwerkzeugen, die **Brust** mit den Beinen und den Flügeln und den **Hinterleib**, der aus mehreren Ringen besteht.

Die Haut ist ein fester **Chitin-Panzer**. Chitin ist ein hornähnlicher Stoff, der die inneren Organe und auch alle Muskeln wie eine Ritterrüstung schützend umhüllt. Da der Chitinpanzer den Körper wie ein Skelett stützt, spricht man auch vom Hautskelett oder – in Gegensatz zu unserem Innenskelett– von einem Außenskelett.





Halte nun die Fliege mit der Nadel fest und brich mit der Pinzette vorsichtig ein Bein ab – so weit oben an der Brust wie möglich.

Bestimme die Teile des Fliegenbeins nach der Zeichnung. Lege es trocken auf einen Objektträger und betrachte das Ende des Fußes. Beginne dabei mit der geringsten Vergrößerung! Du findest jetzt zwei spitze Krallen, mit denen die Fliege auf rauhen Flächen Halt findet. Vergleiche mit einem Steigeisen! Dazwischen sitzen zwei hellere, lappenartige Anhängsel, die sogenannten Pulvillen. Vergrößere sie stärker. Sie „schwitzen“ eine klebrige Flüssigkeit (ein „Sekret“) aus, durch das der Fliegenfuß selbst an glatten Flächen fest haftet.

Brich nun einen der beiden Flügel direkt an seiner Ansatzstelle mit der Pinzette ab. Betrachte den Flügel unter dem Mikroskop bei geringer Vergrößerung. Die „Tragfläche“ ist sehr dünn: eine feste Membran von höchstens einem zehntausendstel Millimeter Stärke. Sie wird von starken „Adern“ durchzogen, die ihr Halt geben. Man wird an die Metallrippen eines aufgespannten Schirms erinnert. In diesen von Blut (Haemolymph) durchströmten Flügeladern der Insekten liegen die Luftröhren (Tracheen) und die Nerven.

Unsere Stubenfliege schlägt pro Sekunde 190 mal ihre Flügel auf und nieder. Sie erreicht dadurch eine Fluggeschwindigkeit von etwa 8 Stundenkilometern. Ein rasch gehender Mensch schafft etwa 5–6 Kilometer in der Stunde.

Dauerpräparate sind unbegrenzt haltbar.

Um gute Präparate auch später einmal betrachten zu können, muß man sie haltbar machen. Das geschieht durch Einbettung in eine hart werdende Kunstharzmasse zwischen Objektträger und Deckglas. Wir benutzen dazu Malinol, das du in diesem Kasten findest. Das Präparat darf allerdings keine Spur Wasser mehr enthalten, weil sich das Kunstharz sonst trübt. Das Entwässern der Insektenorgane erfolgt schrittweise. Beginne am besten mit dem Flügel.

1. Einlegen in Brennspiritus

Der Fliegenflügel wird auf ein Uhrglas gelegt und mit einigen Tropfen Brennspiritus beträufelt. Dann wird das Uhrglas mit ei-

ner Petrischale abgedeckt und der Flügel bleibt für einige Stunden im Brennspritus liegen.

2. Überführen in Propanol

Vorsichtig legt man mit der Pinzette den Flügel nun in eine Petrischale und bedeckt ihn mit Propanol, einem Alkohol. Die Petrischale wird geschlossen. Man muß wieder einige Stunden warten.

3. Überführen in Xylol

Auch in Xylol muß das Präparat einige Stunden zugedeckt liegen.

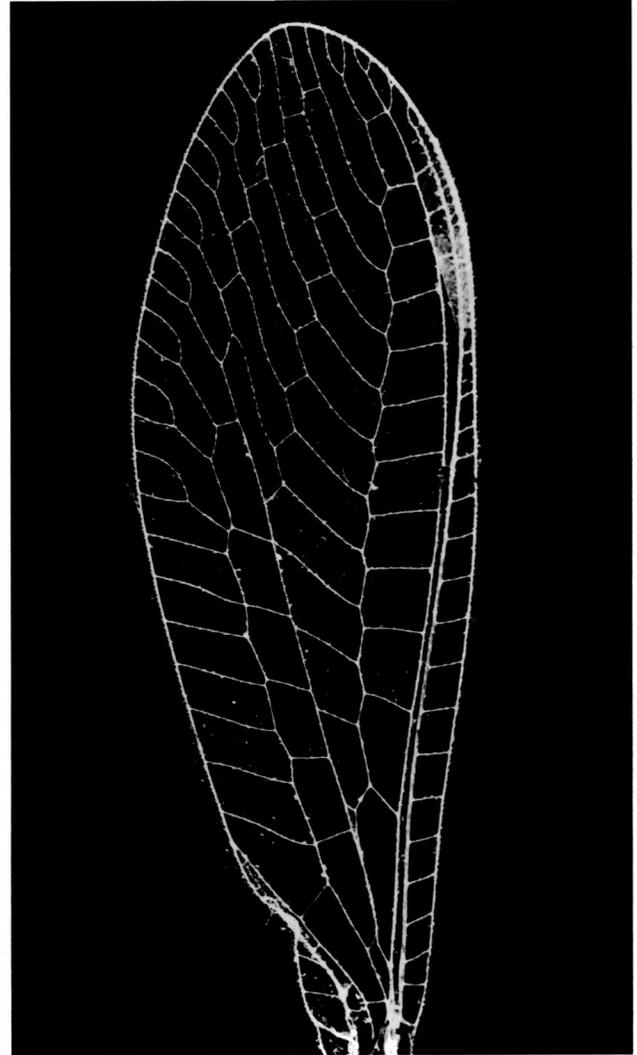
4. Einbetten in Kunstharz

Wir benutzen Malinol. Es reicht ein großer Tropfen, den man mit dem Glasstab auf einen Objektträger bringt. Dann bettet man das Präparat – in diesem Fall den Fliegenflügel – darin ein.

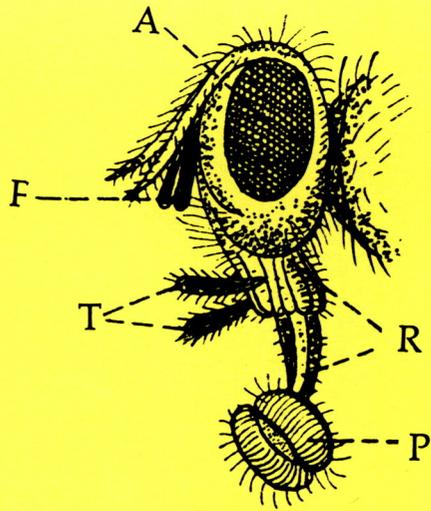
Das Einbetten in Kunstharz muß sehr sorgfältig geschehen. Nimm den Flügel mit einer absolut trockenen Pinzette aus dem Xylol und lege ihn auf den Tropfen Kunstharz. Achte darauf, daß der Flügel völlig ausgebreitet ist. Hilf notfalls mit der Präpariernadel nach, doch vermeide dabei jedes Umrühren des Harzes, weil dadurch Luftblasen entstehen. Sollte sich wirklich einmal eine Blase bilden, schiebe sie vorsichtig mit der Nadel an den Rand des Tropfens. Wenn man das versäumt, bleibt die Blase im Präparat und stört jede Untersuchung. Zum Abschluß wird auf das eingebettete Präparat ein Deckglas gelegt. Herausquellendes Kunstharz kann man mit einem Papiertaschentuch vom Objektträger abwischen.

Laß nun das fertige Präparat so lange flach und staubgeschützt liegen, bis das Kunstharz erhärtet ist. Dann kann man es in einer Präparatmappe unbegrenzt aufbewahren. Beschrifte ein Etikett mit Datum, genauer Bezeichnung des Präparates (z. B. Flügel einer Stubenfliege) und Angabe des Einbettungsmittels (in unserem Falle Malinol) und klebe das Etikett zu dem Präparat in die Mappe.

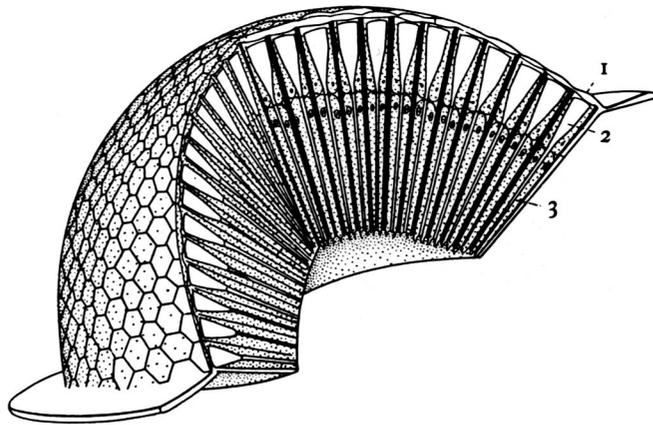
Verfahre nun ebenso mit dem **Fliegenbein**. Da es aber dicker ist als ein Flügel, würde das Deckglas schräg liegen und leicht zerbrechen können. Schneide deshalb aus Pappe, die etwa so dick oder kaum dicker als das Präparat ist, zwei dünne Streifen zu und klebe sie mit etwas Malinol auf den Objektträger, so daß das Deckglas mit seinen Rändern darauf zu liegen kommt.



Die Chitinhaut der Insektenflügel – hier der einer Fliege – ist nicht viel dicker als die Haut einer Seifenblase. Ausgesteift wird sie durch Flügeladern wie die Seide eines Regenschirms beim Aufspannen durch das Metallgestänge. So können große, aber dennoch äußerst leichte Tragflächen gebildet werden.



Kopf der Stubenfliege. A = Auge; F = Fühler; T = Taster; R = Rüssel;
P = Rüsselpolster (Tupfpolster).



Das zusammengesetzte Auge (Facettenauge) eines Insekts besteht aus vielen keilförmigen Einzelaugen (Sehkeile). Daher erinnert seine Hornhaut an eine Bienenwabe.

1 = Hornhaut; 2 = Kristallkegel (der unserer Augen-Linse entspricht);
3 = Sehzelle.

Übrigens noch ein Tip:

Luftblasen können vor Auflegen des Deckglases auch dadurch entfernt werden, daß man den Objektträger mehrmals vorsichtig durch eine Flamme zieht. Nicht kochen lassen! Lege dazu ein kleines Stückchen Esbit auf einen umgedrehten Eierbecher aus Porzellan.

Fliegen haben zusammengesetzte Augen (Komplexaugen oder Facettenaugen)

Trenne mit der Lanzettnadel den Fliegenkopf von der Brust ab. Führe ihn wie den Flügel und das Bein zum Wasserentzug die Alkoholreihe hoch und lege ihn zuletzt zusätzlich solange in Nelkenöl als Aufhellungsmittel, bis er merklich heller, am besten bernsteinfarben, geworden ist. Das kann mehrere Tage dauern. Bereite dann einen Objektträger mit entsprechend hohen Pappändern vor und bette dann den Kopf ganz in Kunstharz ein.

Die gewölbte Oberfläche des Fliegenauges erinnert an eine Bienenwabe. Jedes Sechseck ist ein Einzelauge mit Linse (aus Chitin) und Sehzellen. Es bildet einen Punkt in der Umgebung ab. Die 6000 „Einzelaugen“ bilden also 6000 Bildpunkte ab. Dadurch entsteht ein Rasterbild, wie du es z. B. von Zeitungsbildern kennst. Betrachte zum Vergleich ein Zeitungsbild durch die Lupe. Es besteht aus hellen und dunklen Punkten.

Der Fliegenrüssel ähnelt einem Stempel. Die kissenartige Stempelfläche – die beiden sogenannten „Labellen“ – tragen viele Rinnen, die durch Chitinspangen versteift sind, wie der Metallschlauch einer Dusche. Sie verteilen den Speichel über die ganze Stempelfläche und helfen auch beim Aufsaugen der vom Speichel gelösten Nahrung. Und jetzt versteht man auch, warum Stubenfliegen Krankheitskeime übertragen können, wenn sie auf Nahrungsmitteln herumkrabbeln.

Spinnen — Balanceakt auf Kämmen

Du wirst es kaum glauben wollen, aber den Spinnen verdanken wir ungeheuer viel. Sie sind nämlich ganz außerordentlich erfolgreiche Schädlingsvertilger.

Ein britischer Forscher hat ausgerechnet, daß allein durch Bodenspinnen in England jährlich 200 000 000 000 000 schädliche Insekten getötet und verzehrt werden. Diese unvorstellbare Menge wiegt mehr als die gesamte Bevölkerung Englands! „Hurra — eine Spinne“ zu rufen, wäre also wesentlich angebrachter, als die Tiere mit dem leider üblichen „Pfui Spinne“ umzubringen.

Für unsere Untersuchungen nehmen wir aus diesem Grunde auch nur tote Spinnen. Du findest sie in alten Netzen in Kellerecken, in versteckten Winkeln auf Dachböden, in alten Schuppen oder in Garagen.

Du brauchst zum Arbeiten:

Präpariernadel, Lanzettnadel, Lupe, Rasierklinge, Pinzette, Uhrglas, 2 Petrischalen, Glasstab, die Chemikalien der sogenannten „Alkoholreihe“ zum Entwässern, Nelkenöl zum Aufhellen, Malinol zum Einbetten, Objektträger, Deckgläser und eine tote Spinne — eine möglichst große!

Lege nun das tote Tier mit einer Pinzette in eine Petrischale. Trenne unter der Lupe mit der Lanzettnadel das letzte **Fußglied eines Beines** ab und behandle es wie das Fliegenbein oder den Fliegenrüssel, wenn du dieses Präparat auch gemacht hast. Wenn du das Fußglied der Spinne die Alkoholreihe hochgeführt hast — also wenn es entwässert ist — lege es noch so lange in ein paar Tropfen Nelkenöl, bis es durchscheinend geworden ist. Erst dann bette es in Malinol ein.

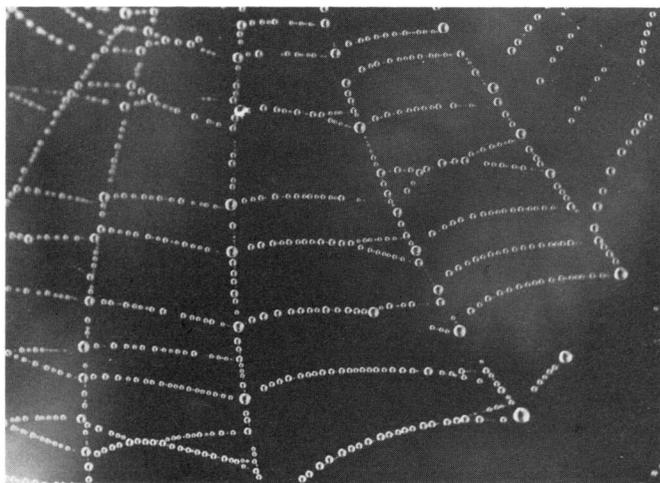
Betrachte nun das Spinnen-Fußglied zunächst bei geringerer Vergrößerung und vergleiche mit der Abbildung in diesem Buch. Rücke dann die **Kammklauen** in die Bildmitte und vergrößere etwas stärker.



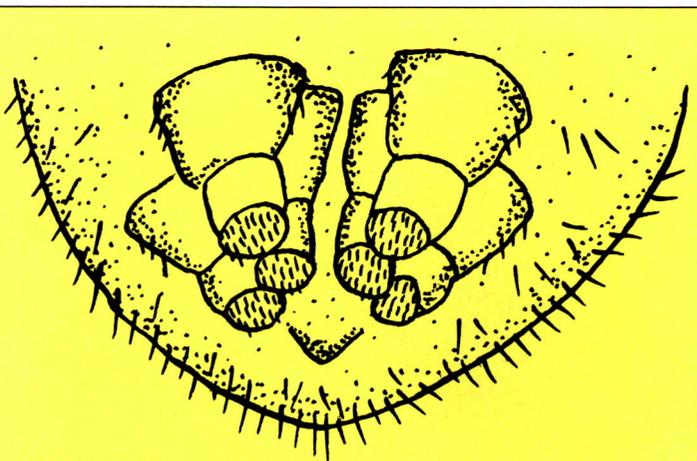
Kopf einer Spinne von vorn. Die 8 „Punktaugen“ (Spinnen haben keine Facettenaugen wie die Insekten!) sind gut zu erkennen. Die wie „Boxhandschuhe“ aussehenden Enden der Kiefertaster (Pedipalpen) verdecken die Giftzähne. Nur die mächtigen Grundglieder dieser Giftklauen (Cheliceren) sind sichtbar.



Kreuzspinnen-Fuß mit Kammklauen, die ein Klettern und Rutschen auf den Netzfäden ermöglichen und gleichzeitig verhindern, daß das Tier den Halt verliert.



Ein Spinnennetz ist ein kunstvolles Gebilde! Die Spinne braucht nicht zu lernen, wie es gefertigt werden muß: ihr Instinkt leitet sie wie eine „angeborene Gebrauchsanweisung“ dazu an, ihre Spinnrüden und FüÙe entsprechend zu benutzen!



Hinterleibsspitze einer Spinne von unten gesehen. Aus 8 stumpfkugelförmigen Spinnwarzen preÙt das Tier die Spinnflüssigkeit, die an der Luft sofort erhärtet. Die Spinnrüden sind winzige Röhrchen (insgesamt viele tausend), nicht einfache Löcher wie bei einer GieÙkannenbrause. So ist jeder Netzfaden wie ein festes Drahtseil aus zahlreichen dünneren Strängen zusammengesetzt.

Und jetzt siehst du ganz deutlich, wieso eine Spinne auf ihren hauchdünnen Netzfäden so sicher und ohne herabzufallen entlangrutschen kann!

Wie entsteht ein Spinnennetz?

Betrachte den Hinterleib einer auf dem Rücken liegenden Spinne mit der Lupe. Du siehst die sechs kegelförmigen Spinnwarzen, die sich kurz vor der Spitze des Hinterleibs mit dem After erheben. Es sind drei Paare. Die abgestutzten Enden dieser Spinnwarzen nennt man auch **das Spinnfeld**.

Führe mit der Rasierklinge einen möglichst flachen Schnitt unter dem Spinnfeld und betrachte den Schnitt unter dem Mikroskop erst bei schwacher und dann bei stärkerer Vergrößerung. Auf jedem Spinnfeld erheben sich zahlreiche wie Haare aussehende **Spinnröhrchen**. Aus ihnen preÙt das Tier die **Spinnflüssigkeit**, die in einigen hundert Spinnrüden gebildet wird. Sie erhärtet an der Luft sofort.

Ein **Spinnfaden** besteht also immer aus sehr vielen unendlich feinen Fädchen, die zusammengedreht sind. Man kann so einen Spinnfaden mit einem Drahtseil vergleichen, der auf die gleiche Weise seine hohe ZerreiÙfestigkeit erlangt. 200 Spinnfäden zusammengedreht würden erst die Dicke eines Menschenhaares erreichen.

Im übrigen muß keine Spinne das Weben ihres Fangnetzes erlernen. Diese Fähigkeit ist ihr angeboren. So ein angeborenes Können nennen wir **Instinkt**.

Doch zurück zu deinem Präparat, deinem **Schnitt**. Sollte er zu dick geraten und daher undurchsichtig sein, belichte zusätzlich noch von der Seite mit einer Lese- oder Taschenlampe. Wenn du einen besonders guten Schnitt hast, führe ihn die Alkoholreihe hoch, entwässere ihn also, helle ihn dann ausreichend in Nelkenöl auf und bette ihn dann in Malinol ein und füge ihn zu deiner Präparatsammlung.

Kiefer als Giftspritzen

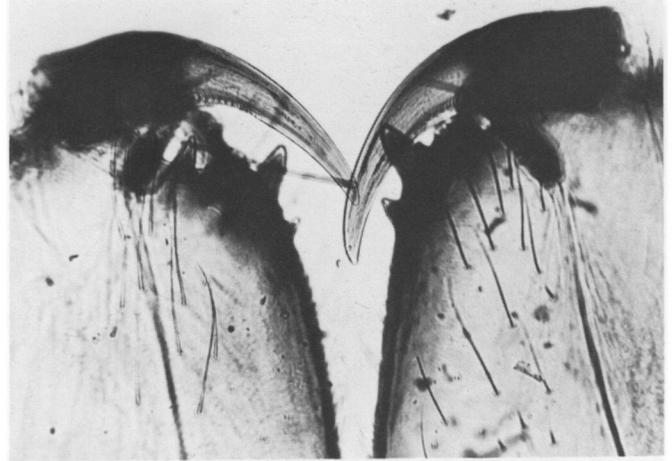
Untersuche den Kopf der Spinne von unten mit der Lupe. Die beiden kräftigen Kiefer bestehen jeweils aus einem breiten Grundglied, auf dem ein zahn- oder klauenförmiges Endglied sitzt. Es ist durch ein Gelenk beweglich und kann wie die Klinge eines Taschenmessers, wenn die Spinne sich z. B. ausruht, in eine entsprechende Rinne des Grundgliedes eingeschlagen werden. Bevor die Spinne zubeißt, klappt sie diesen 'Zahn' auf. Er ist innen hohl. Aus seiner durchbohrten Spitze dringt das lähmende und tödende Spinnengift in die Bißwunde. Spinnenkiefer sind also genauso wie ärztliche Injektionsspritzen gebaut.

Da die **Giftzähne** unserer einheimischen Spinnen sehr klein sind, durchdringen sie die menschliche Haut nicht bis zu größeren Blutgefäßen. Ihr Gift dringt also nicht direkt in unsere Blutbahnen. Daher sind Bisse dieser Spinnen nicht schmerzhafter oder gefährlicher als andere Insektenstiche.

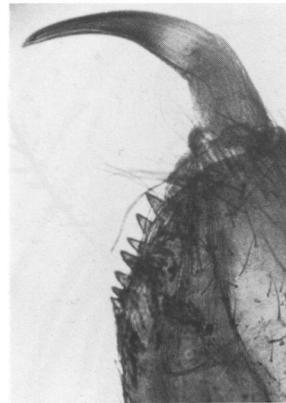
Du kannst den **Giftzahn** vorsichtig mit der Präpariernadel aufklappen. War die Spinne bereits längere Zeit tot, mußt du sie zuvor etwas weich machen. Lege sie dazu in möglichst heißes Wasser mit einem Tropfen Spülmittel. Benutze am besten eine Petrischale.

Packe das Grundglied eines Kiefers mit der Pinzette möglichst weit unten an und löse es vom Kopf der Spinne, den du dabei mit der Präpariernadel festhältst. Betrachte nun den Kiefer mit aufgeklapptem Giftzahn bei schwacher Vergrößerung. Du erkennst am Rande des breiten Grundgliedes kleine spitze Fortsätze. Mit diesen **Chitinzähnen** knetet die Spinne ihre getötete Beute. Im Gegensatz zu unserem Kiefer bewegt sich der Spinnenkiefer nicht von oben nach unten, sondern von links nach rechts gegeneinander. Gleichzeitig spuckt das Tier seinen Verdauungssaft über die Beute, so daß die Nahrung bereits vor dem Mund flüssig wird. Anschließend saugt die Spinne diese vorverdaute Nahrungsflüssigkeit auf. Feste Nahrung — also kleine Bröckchen — kann eine Spinne nicht schlucken.

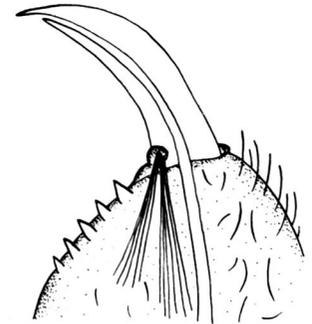
Führe beide Kiefer die Alkoholreihe hoch — du weißt inzwischen, was damit gemeint ist! Dann helle das Präparat in Nelkenöl auf und lege es in möglichst natürlicher Stellung auf einen Objektträger in Malinol. Wegen der Dicke der Kiefer muß das Deckglas wieder auf schmalen Pappstreifen liegen!



So stehen die beiden Kiefer einer Spinne einander gegenüber. Die Giftzähne sind wie die Klingen eines Taschenmessers nach innen einschlagen. Die spitzen Chitin-Zähnen darunter dienen zum Kneten der gefangenen und getöteten Beute: Spinnen fressen ihre Opfer nicht, sie können sie nur aussaugen.



Rechter Kiefer einer Hausspinne mit aufgeklapptem, bißfertigem Giftzahn. An seiner Innenseite setzen zwei Muskeln an. Wenn sie sich zusammenziehen, klappt der Zahn nach innen.

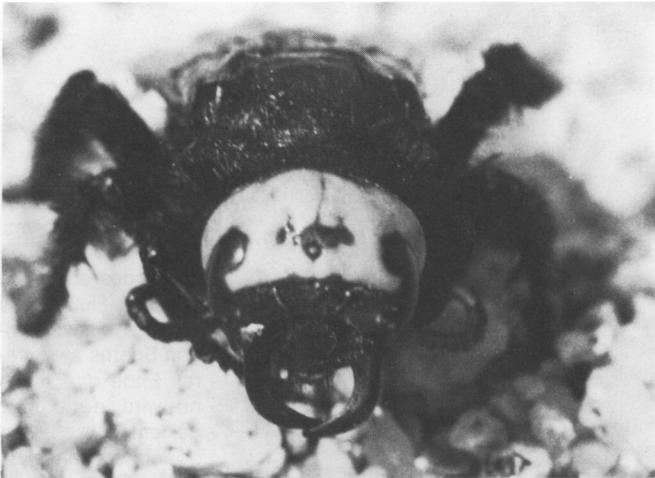


Spinnenkiefer mit aufgeklapptem Giftzahn, in dem der Giftkanal zu sehen ist. Er mündet hinter der Zahnspitze, so daß er beim Zubeißen nicht verstopft werden kann. Genauso ist die Nadel einer Arztspritze konstruiert! Die Muskeln, die den Zahn wieder nach unten klappen lassen, sind ebenfalls eingezeichnet (vergleiche mit dem Foto!).

Wespen — Vorsicht Gift!



Wie die Bienen legen die Wespen — hier eine Feldwespe — in der Ruhe ihrer Vorder- und Hinterflügel übereinander. Kopf, Brust und Hinterleib sind gut zu erkennen, ebenso die gegliederten, langen Fühler. Das Tier klettert auf seinen „Papierwaben“.



Die Dolchwespe ist die größte europäische Hautflügler-Art: sie wird 5 cm lang. Ihren Namen verdankt sie den dolchartigen Oberkiefern. Sie bewegt sie, wie alle Insekten, von links nach rechts gegeneinander. Auf der hellen Stirn sind „Punktaugen“ zu erkennen (in der Mitte), links und rechts die nierenförmigen, dunklen Facettenaugen.

Nach einer toten Wespe brauchst du im Sommer und im Frühherbst nicht lange zu suchen. Aber fasse sie nie mit den Fingern an. Du kannst dich nämlich auch am Stachel eines toten Tieres immer noch stechen!

Wenn die tote Wespe sehr starr ist, lege sie eine Weile in heißes Wasser mit einigen Tropfen Spülmittel. Die Gelenke werden dann wieder weich. Benutze die Pinzette und eine Petrischale.

Du brauchst zum Arbeiten:

Pinzette, Präpariernadel, Lanzettnadel, die Chemikalien der Alkoholreihe, Nelkenöl, Malinol, Glasstab, Objektträger und Deckgläser, Pappstreifen und eine tote Wespe.

Lege die Wespe mit der Pinzette auf das Uhrglas. Gebe etwas Spiritus dazu. Halte sie mit der Pinzette am Brustring fest und trenne mit der Lanzettnadel alle Beine sowie die beiden Fühler möglichst direkt an ihrer Ansatzstelle ab. Führe die Alkoholreihe hoch bis zum Nelkenöl. Wenn Beine und Fühler hell bernsteinfarben sind, kannst du die einzelnen Teile in Malinol einbetten.

1. Lege die beiden Fühler nebeneinander in Malinol. Du brauchst keine Pappstreifen, um das Deckglas gerade zu halten.
2. Verfahre nun mit den beiden Vorderbeinen genauso. Du erkennst sie daran, daß sie am kleinsten sind.
3. Nimm nun ein Mittel- und ein Hinterbein (das Hinterbein ist das größte) und lege sie nebeneinander auf einen Objektträger in Malinol. Jetzt brauchst du zwei entsprechend dicke Pappstreifen als Unterlagen für das Deckglas. Im Kapitel über die Fliegen kannst du nachlesen, wie man es macht.

Jetzt etikettiere gleich alle Präparate, damit du sie später nicht verwechseln kannst.

Betrachte die **Fühler** zuerst mit schwacher, dann mit stärkerer Vergrößerung. Ihre zahlreichen Poren sind besonders dünnwandige Stellen und keine Löcher. Durch sie können die Duftstoffe leicht durchdringen. Die Fühler der Insekten sind deren **Geruchsinnesorgane**.

Die **Beine** sind so lang, daß du sie nie ganz im Blickfeld haben kannst, sondern auch bei geringster Vergrößerung immer nur einen Teil. Du mußt also während des Betrachtens den Objektträger mit den Beinen so verschieben, daß du nach und nach alle Teile des Insektenbeines untersuchen kannst. Du findest dann

- die Hüfte
- den Schenkelring
- den Schenkel
- die Schiene
- den Fuß, der aus mehreren Gliedern besteht.

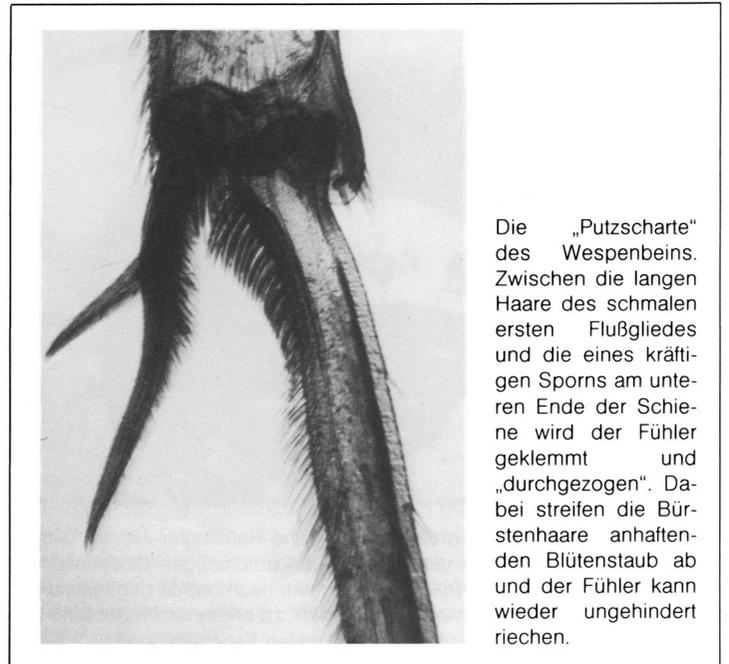
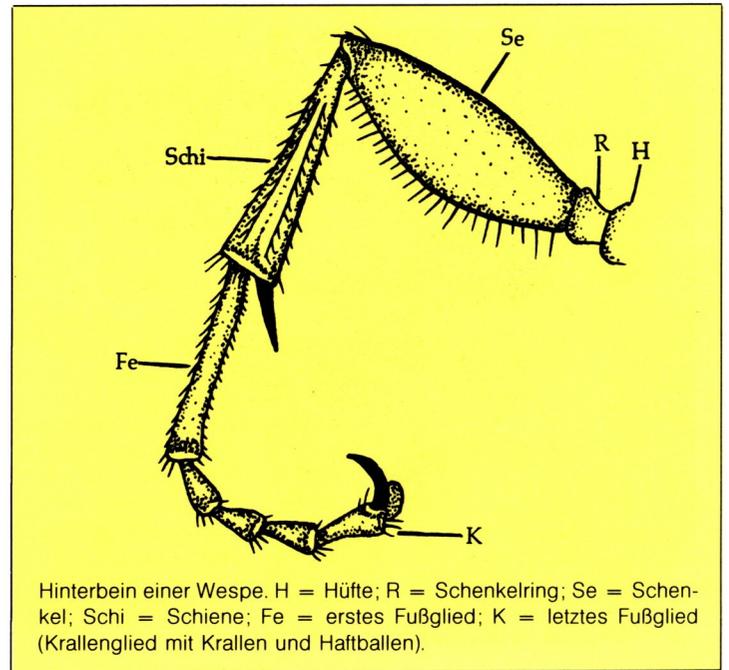
Der **Schenkel** fällt durch seine Dicke auf. In ihm liegen die stärksten Muskeln, die die Schiene und die Fußglieder bewegen. Alle Bein- und Fußglieder sind Röhren, die dort, wo sie ineinanderstecken, gelenkig verbunden sind.

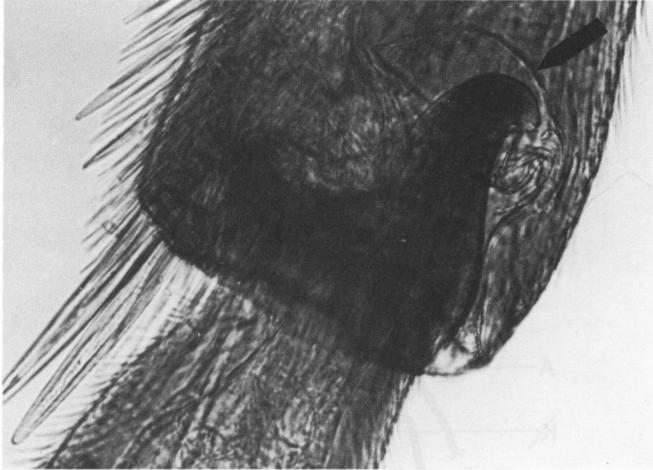
Mittel- und Hinterbeine sind **Schreitbeine** zum Laufen und Festhalten (Krallen!). Borsten am Schienenenende verhindern das Abrutschen nach der Seite. Hier denkt man unwillkürlich an einen Vergleich mit Spikes.

Die **Vorderbeine** sind **Putzbeine** zum Reinigen der Fühler. Ihr auffallend langes erstes Fußglied besitzt eine **Putzscharte**: eine mit Haaren besetzte leichte Eindellung. Darüber kann die Wespe nun einen kräftigen Dorn am Schienenenende klappen. Wenn sie dann anschließend den dazwischengeklemmten Fühler durch die Putzscharte zieht, bleiben alle Schmutzteilchen an dieser Bürste hängen.

Wespen haben Mundwerkzeuge zum Kauen und zum Saftlecken

Biege mit der Präpariernadel die beiden Kiefer nach außen. Packe sie dann mit der Pinzette und hebe sie von der Kopfkapsel ab.





Auch Insekten haben Kugelgelenke! Im Wespenbein steckt das obere Ende jedes Gliedes im unteren des zunächst höheren wie in einer Röhre. Hier ist zu sehen, wie das Gelenk zwischen beiden gebaut ist: die Gelenkkugel auf einem Fortsatz des ersten Fußgledes bewegt sich in einer Gelenkpfanne (Pfeil) in der Schiene.



Rechter Oberkiefer (Mandibel) der Wespe mit spitzen, dunkler gefärbten „Zähnen“. Links unten ist die Sehne zu erkennen, die den Kiefer nach innen, gegen den anderen zieht. Rechts daneben die Kugel des Kugelgelenks.

Unter den Kiefern kommt die herzförmige Zunge zum Vorschein. Präpariere nun die Zunge und die beiden Kiefer wie üblich. Entziehe ihnen jegliches Wasser, indem du sie die Alkoholreihe hochführst, helle sie anschließend in Nelkenöl auf und bette sie sorgfältig in Malinol. Wenn die Präparate trocken sind, beschrifte sie, bevor du sie genau untersuchst.

Die behaarte **Zunge** dient zum Auflecken von Nektar oder Obstsaft. Die **Kiefer** mit ihren spitzen Zähnen beißen und zerkleinern feste Nahrung wie Obst, Fleisch von Raupen usw.

An jedem Kiefer findest du eine Gelenkkugel, die in eine entsprechende Gelenkpfanne des Kopfes paßt. Und du findest eine Gelenkpfanne, in der sich eine Gelenkkugel der Kopfkapsel bewegen kann. Beide Kugelgelenke zusammen erlauben jedem Kiefer nur seitliche Bewegungen von links nach rechts. Das hört sich schwierig an. Aber wenn du deine präparierten Kiefer genau anschaust, wirst du es leicht verstehen.

Wespenstachel und Stecknadelspitze im Vergleich

Wenn du mit der flachen Nadel — also nicht mit der Spitze der Nadel — auf den Hinterleib der Wespe drückst, tritt der Stachel aus seiner Spitze heraus.

Ziehe ihn mit der Pinzette vorsichtig ganz heraus. Wenn du Schwierigkeiten bekommst, schneide notfalls mit der Lanzettnadel den Hinterleib in Längsrichtung auf.

Lege den Stachel neben eine Stecknadel auf einen Objektträger und vergleiche beide Spitzen miteinander!

Bedenke, daß der Stachel im Gegensatz zur Stecknadel innen hohl ist! Durch ihn fließt das brennende Gift, das in zwei Drüsen gebildet wird, wie durch eine lebende Injektionsnadel in die Stichwunde.

Vorsicht bei Wespenstichen

Stiche in die Lippe und in den Mund oder auch auf Adern oder Verletzungen können für uns Menschen unter Umständen lebensgefährlich sein.

Ameisen — unscheinbare Schwerstarbeiter

Hättest du es für möglich gehalten, daß eine Ameise, eine Ernteamise, das mehr als fünfzigfache ihres eigenen Gewichts an Blättern über lange Strecken tragen kann? Wollte ein kräftiger Mensch entsprechendes leisten, müßte er ungefähr 4000 Kilo stemmen. Der Weltrekord der Gewichtsheber im Stemmen liegt aber nur bei etwa 250 Kilogramm!

Darüber hinaus gehören die Ameisen zu den nützlichsten Tieren des Waldes. Vermeide nach Möglichkeit, diese Insekten zu töten. Ein großes Ameisenvolk verzehrt am Tag bis zu hunderttausend Schadinsekten, Larven und Ungeziefer.

Du brauchst zum Arbeiten:

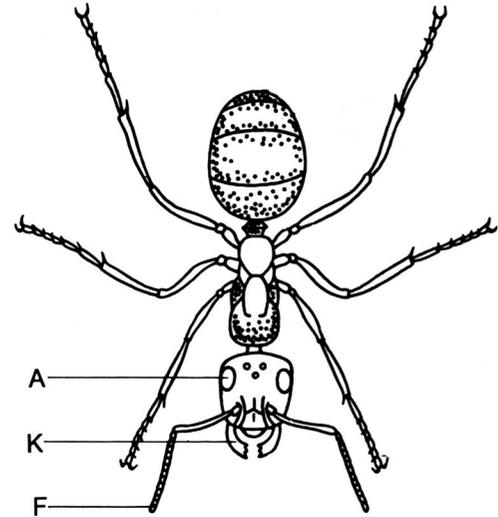
Pinzette, Lupe, Präparier- und Lanzettnadel, Uhrglas, 2 Petrischalen, die Chemikalien der Alkoholreihe, Nelkenöl, Malinol, Glasstab, Objektträger, Deckgläser, dünne Pappe und einige tote Ameisen.

Suche in der Nähe eines Ameisenhaufens einige tote Tiere. Betrachte zunächst eine Ameise unter der Lupe. Du siehst deutlich die drei Körperabschnitte der Insekten. Trenne nun vorsichtig mit der Lanzettnadel die Vorder- und die Hinterbeine vom Brustabschnitt. Führe sie die Alkoholreihe hoch und helle die einzelnen Teile in Nelkenöl auf. Dann bette die größeren Hinterbeine auf einem Objektträger in Malinol, schneide zwei Pappstreifen aus und klebe sie neben das Präparat. Decke das Präparat mit einem Deckglas ab.

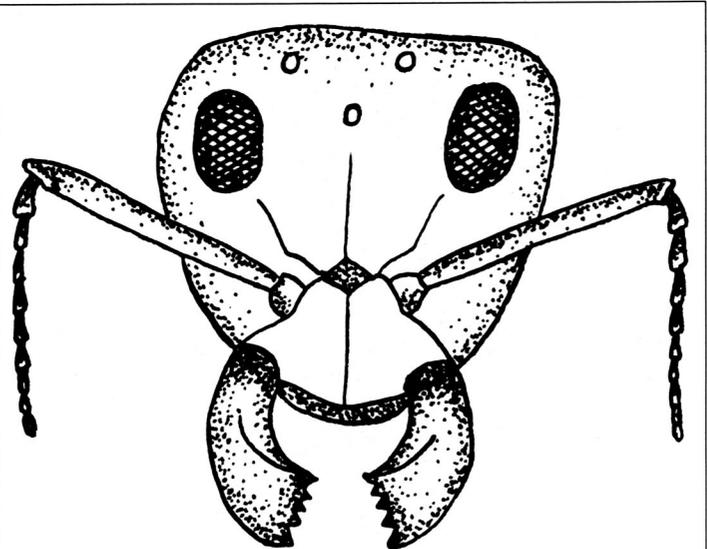
Die beiden vorderen Beine kannst du ohne Pappstreifen einbetten. Etikettiere deine Präparate.

Wenn das Malinol hart ist, kannst du mit deinen Untersuchungen beginnen.

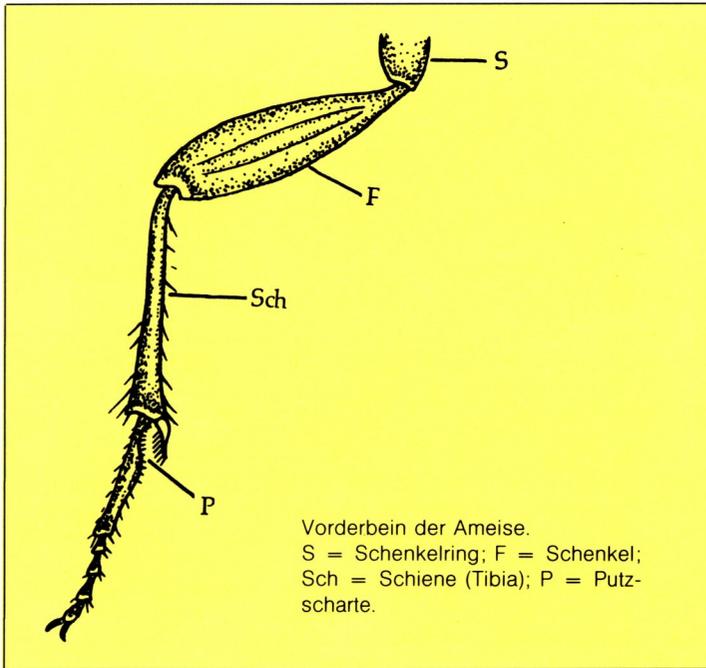
Du findest auch hier die schon vom Wespenbein bekannten Abschnitte, wenn auch beim Abtrennen der Beine Hüfte und Schenkelring oft nicht miterfaßt werden und am Brustring sitzen bleiben.



Der Körper der Waldameise läßt die für alle Insekten kennzeichnenden drei Abschnitte Kopf, Brust und Hinterleib gut erkennen. A = Auge; K = Oberkiefer; F = Fühler. Alle Beine sitzen am Brustabschnitt.



Kopf der Waldameise von vorn. Zwischen den Facettenaugen auf der Stirn drei „Punktaugen“. Die Oberkiefer sind gespreizt. Sie werden beim Zubeißen nach innen gegeneinander bewegt.



Wenn du die Beine genügend in Nelkenöl aufgeheilt hast — es dauert manchmal mehrere Tage, und du mußt Geduld haben — erkennst du auch die Gelenke im Inneren zwischen jeweils zwei Gliedern des Beines oder des Fußes, sowie Muskeln und Sehnen, mit deren Hilfe sie bewegt werden.

Auch das Ameisen-Vorderbein besitzt eine Putzscharfe, mit der das Tier, genauso wie die Wespe, seine Fühler reinigen kann. Auf dem Foto ist das Putzbein mit der Scharfe gut zu erkennen.

Ameisenkiefer tragen scharfe Schneiden.

Presse den Ameisenkopf mit der flachen Nadel, aber nicht mit der Spitze, gegen das Uhrglas. Dadurch werden die beiden Oberkiefer auseinandergespreizt. Du kannst sie dann mit der Pinzette ganz unten packen und von der Kopfkapsel lösen.

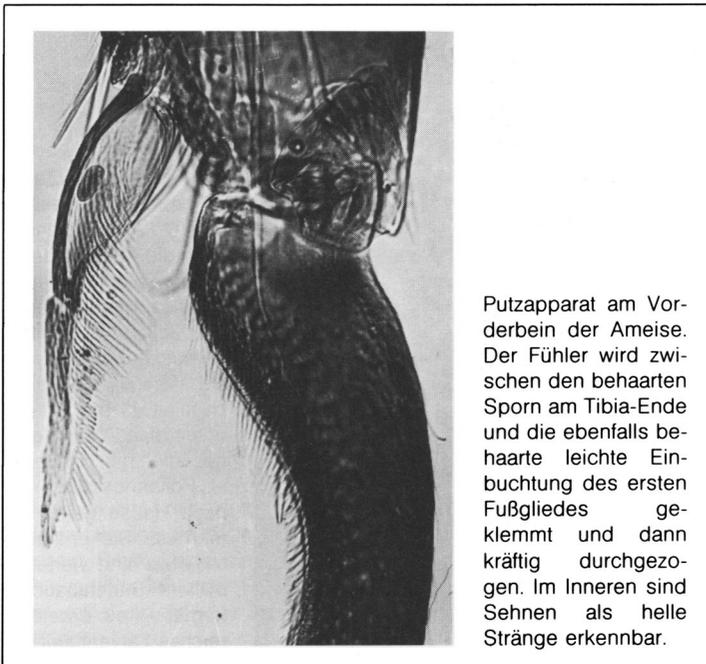
Führe auch die Oberkiefer der Ameise durch die Alkoholreihe hoch bis zum Xylol und bette sie dann in natürlicher Stellung in Malinol auf einem Objektträger ein. Auf der Zeichnung kannst du dich orientieren, wie die Kiefer zueinander stehen.

Betrachte nun durch das Mikroskop die Schneidekanten am Vorderende. Wenn die Kiefer gegeneinander bewegt werden, zerschneiden sie die Nahrung.

Vergleiche nun die Gelenke am anderen Ende mit denen des Wespenkiefers. Du findest ganz entsprechende Einrichtungen. Beginne, wie stets, mit der geringsten Vergrößerung und untersuche anschließend bei stärkeren Vergrößerungen.

Bienen — Sammlerinnen aus Leidenschaft

In der Nähe von Bienenstöcken findet man immer tote Bienen. Am besten ist es, wenn du einen Imker bittest, dir einige zu geben. Du kannst sie in Brennspritus legen. Sie halten sich dann unbegrenzt. Fasse tote Bienen nur mit der Pinzette an, damit du dich nicht an ihrem Stachel verletzen kannst.

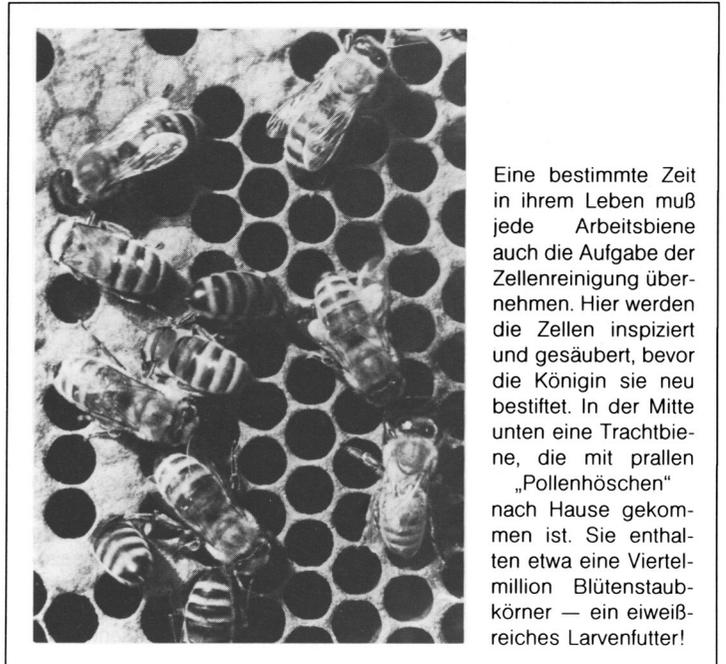
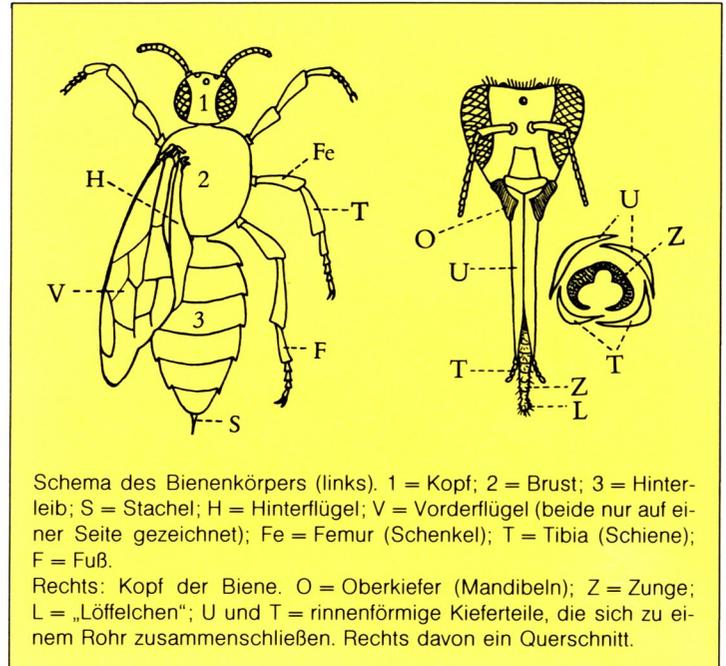


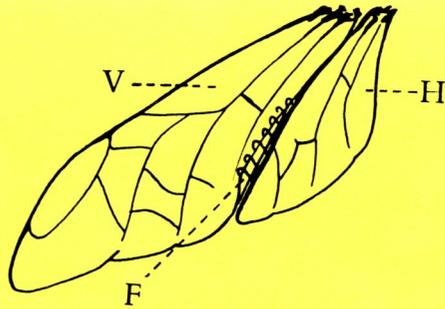
Du brauchst zum Arbeiten:

Pinzette, Präparier- und Lanzettnadel, Rasierklinge, die Chemikalien der Alkoholreihe, Nelkenöl, Malinol, Glasstab, Uhrglas, 2 Petrischalen, Pappstreifen, Objektträger, Deckgläser und tote Bienen.

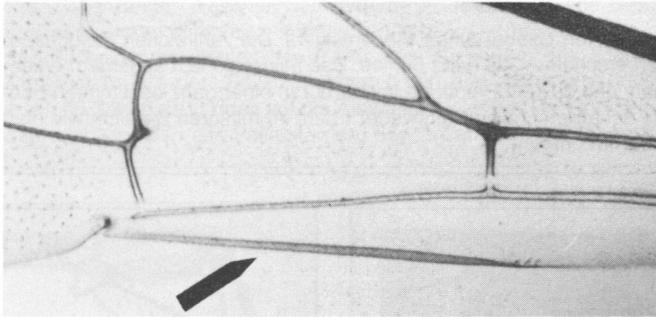
Bereite am besten alle Körperteile der Biene, die du untersuchen willst, gleichzeitig vor, dann sparst du dir doppelte Arbeit.

1. Trenne die Fühler und ein Vorder- sowie ein Hinterbein der Biene direkt an ihren Ansatzstellen ab und lege sie — wie danach auch alle anderen Organe — in das Uhrglas, in das du Brennspiritus gegeben hast.
2. Spreize mit der Präpariernadel die beiden Kiefer auseinander, bewege sie hin und her, bis sie locker sind, und löse sie dann vorsichtig mit der Pinzette von der Kopfkapsel ab.
3. Versuche dann, auch die unter den Kiefern liegende lange Zunge sorgfältig mit der Präpariernadel und der Pinzette abzulösen.
4. Halte den Bienenkopf so mit der Pinzette fest, daß ein Auge nach oben schaut. Führe jetzt mit der Rasierklinge einen möglichst flachen Schnitt durch das Auge. Sei sehr vorsichtig, die Klinge kann abrutschen! Du bekommst auf diese Weise ein kleines durchscheinendes Stück von der Augenoberfläche.
5. Löse nun die Vorder- und Hinterflügel einzeln vom Brustring. Fasse sie dazu ganz unten an ihrer Ansatzstelle mit der Pinzette.
6. Trenne mit der Rasierklinge die beiden letzten Hinterleibsringe ab und lege sie in eine Petrischale unter Wasser. Biege den letzten Ring mit Präparier- und Lanzettnadel unter Wasser vorsichtig auf. Halte dann mit der Nadel den zweiten Hinterleibsring

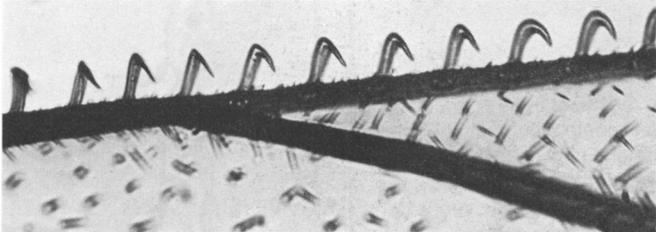




Vorder- und Hinterflügel einer Körperseite sind während des Fluges miteinander verbunden. V = Vorderflügel; H = Hinterflügel mit Häkchen; F = Falte (Rinne) des Hinterflügels, in die die Häkchen „einrasten“.



Der umgeschlagene Hinterrand des Vorderflügels (Pfeil) bildet eine Rinne, in die Häkchen des Hinterflügels einhaken.



Häkchen am Vorderrand des Hinterflügels der Biene. Während des Fluges werden sie in eine Rinne am Hinterrand des Vorderflügels eingehakt. Beide Flügel sind dann zu einer festen, einheitlichen Tragfläche verbunden. In der Ruhehaltung wird dieser „Reißverschluss“ wieder gelöst, so daß das Tier seine Flügel auf dem Rücken übereinanderlegen kann.

fest und zieh den Stachel mit der Pinzette heraus. Du solltest ihn möglichst am breiten Ende fassen.

Führe jetzt alle Organe die Alkoholreihe hoch bis zum Xylol. Lege sie anschließend mit Ausnahme der Flügel in Nelkenöl zum Aufhellen.

Die Flügel bettest du behutsam auf einem Objektträger in Malinol ein. Lege sie so hin, wie sie auch am Brustring sitzen. Die Zeichnung auf der Bildspalte wird dir helfen.

Der Hinterrand des größeren Vorderflügels ist in der Mitte dachrinnenartig umgebogen. Genau gegenüber sitzen am Vorderrand des Hinterflügels etwa 20 Häkchen. Vergrößere diese Stelle stärker! Diese Häkchen haken beim Fliegen in die Vorderflügelrinne ein. Dadurch bilden beide Flügel eine einheitliche Tragfläche. In Ruhestellung werden die Flügel wieder auseinandergehakt und können übereinandergelegt werden.

Kontrolliere die richtige Lage beider Flügel zueinander, korrigiere sie, falls erforderlich, mit Hilfe der Nadel und lege dann erst das Deckglas auf das Präparat.

Zweihundertmal schlägt eine Biene beim Fliegen ihre Flügel in der Sekunde auf und ab. Sie erreicht dabei, wenn sie mit Blütenstaub beladen ist, eine Geschwindigkeit von 9 Kilometern in der Stunde. Ohne diese „Tracht“ kann sie sogar eine Geschwindigkeit von einunddreißig Stundenkilometern erreichen.

Das Bienenauge ist ebenfalls ein zusammengesetztes Komplex- oder Facettenauge, das aus etwa fünftausend Einzelaugen besteht. Jedem dieser Einzelaugen entspricht eines der Sechsecke, die an Bienenwabenzellen erinnern. Wenn das Präparat in Nelkenöl aufgehellt ist, kannst du die Einzelaugen gut erkennen. Untersuche das Präparat mit steigender Vergrößerung.

Die Fühler erkennt man an ihren Poren, den Geruchsorganen. Vergleiche hierzu mit dem Text aus dem Wespenkapitel. Außerdem dienen die Fühler natürlich zum Tasten und Fühlen. Die Tiere

kontrollieren mit diesen superfeinen und empfindlichen Meßwerkzeugen beim Wabenbau z. B. ständig die Dicke der Wachswände. Sie beträgt exakt dreiundsiebzig Tausendstel eines Millimeters.

Die Mundwerkzeuge der Biene — Oberkiefer, Zunge und Rüssel — dienen zum Kauen, zum Lecken und zum Saugen. Bette die **Bienenkiefer** wie die der Ameise ein. Jetzt benötigst du auf jeden Fall zwei Pappstreifchen, damit das Deckglas gerade liegt. Du erkennst schon bei geringer Vergrößerung ihre ungezähnten Schneiden, mit denen die Bienen den Blütenstaub oder Pollen von den Staubbeuteln der Blüten abschaben.

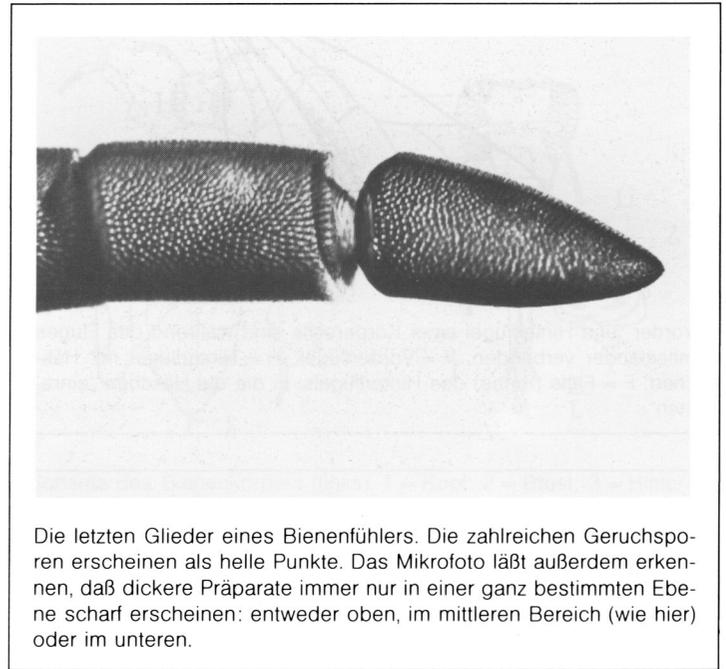
Beim Bauen kneten sie damit Wachskügelchen, halten sie dazwischen fest und kleben sie damit zu Zellwänden zusammen. Das Wachs, das die Bienen dazu benötigen, schwitzen sie aus Drüsen am Hinterleib aus.

Die Zunge der Bienen ist lang und behaart. In einer tiefen Rinne ihrer Unterseite fließt der Speichel bis zur Spitze, dem „Löffelchen“. Beim Nektarsaugen steigt die Zuckerlösung zwischen den Haaren der Zunge wie in einem Pinsel hoch bis zum Rüssel. Der **Rüssel** ist innen hohl und besteht aus mehreren zu einer Röhre zusammenlegbaren Mundteilen.

Bis zu fünfzehntausend Kleeblüten muß eine Biene besuchen, um ihren Honigmagen zu füllen. Sechzig solcher Honigmagenfüllungen ergeben erst einen Fingerhut voll Nektar. Aus diesem Nektar entsteht dann durch Eindicken, d. h. durch Wasserverdunstung, ein Drittel Fingerhut voll Honig. Die Menge Honig, die du dir auf ein halbes Brötchen streichst, erfordert demnach den Nektar aus etwa dreihunderttausend Blüten!

Das Vorderbein der Biene ist ein Putzbein. Seine Putzscharte ist eine halbkreisförmige Vertiefung, die mit starken Borsten ausgekleidet ist. In diese Vertiefung paßt genau ein Fühler hinein. Das Putzen der Fühler erfolgt genauso wie bei den Ameisen und den Wespen.

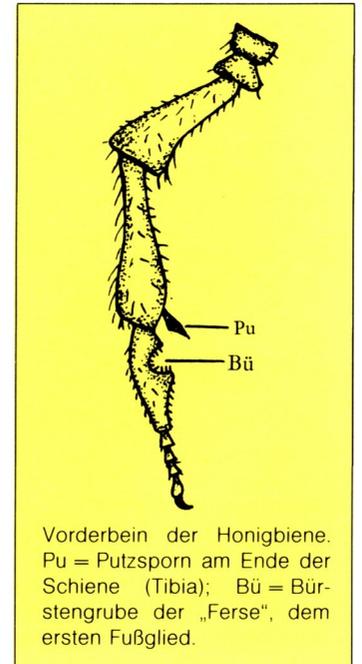
Zwischen den Krallen aller Füße der Biene entdeckst du Haftballen. Sie erfüllen die gleiche Aufgabe wie die Haftlappen der Stubenfliegenbeine. Beim Klettern an glatten Flächen kann die Biene ihre Krallen ganz nach hinten umlegen, so daß ihr allein diese Haftballen Halt geben.



Die letzten Glieder eines Bienenfühlers. Die zahlreichen Geruchsporen erscheinen als helle Punkte. Das Mikrofoto läßt außerdem erkennen, daß dickere Präparate immer nur in einer ganz bestimmten Ebene scharf erscheinen: entweder oben, im mittleren Bereich (wie hier) oder im unteren.



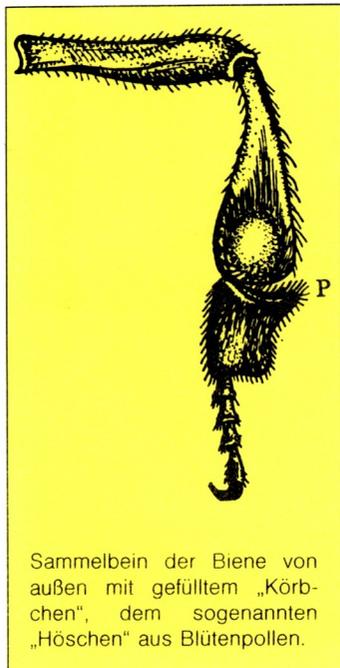
In die mit starken Haaren ausgekleidete Einbuchtung des ersten Fußgledes („Ferse“) ihres Vorderbeins klemmt die Biene ihren Fühler, preßt den „Sporn“ am unteren Schienende dagegen und zieht den Fühler durch die Bürstengrube: anhaftender Blütenstaub bleibt darin hängen, der Fühler ist wieder sauber zum Riechen!



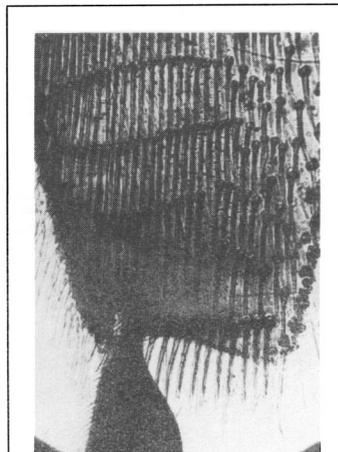
Vorderbein der Honigbiene. Pu = Putzsporn am Ende der Schiene (Tibia); Bü = Bürstengrube der „Ferse“, dem ersten Fußglied.



Die „Pollenzange“ zwischen dem unteren Ende der Schiene (Tibia) und dem ersten Hinterbein-Fußglied („Ferse“). Die breiten „Zinken“ des Pollenkamms streifen den Pollen von der Bürste des anderen Hinterbeines ab, der „Pollenschieber“ (Pfeil) preßt ihn durch einen kräftigen Schub nach oben auf die Außenseite des Beines. Dort bildet der Klumpen aus Pollenkörnern das „Höschen“ der Biene.



Sammelbein der Biene von außen mit gefülltem „Körbchen“, dem sogenannten „Höschen“ aus Blütenpollen.



Die „Pollenbürste“ ist das auf seiner Innenseite in ganz regelmäßig angeordneten Reihen borstig behaarte erste Fußglied (die „Ferse“) des Bienen-Hinterbeines.

Das Hinterbein ist ein Sammelbein. Sein erstes Fußglied, die Ferse, ist eine Bürste. An seiner Innenseite, die dem Bienenkörper zugewandt ist, entdeckst du bei sorgfältiger Einstellung deines Mikroskops Haare, die in regelmäßigen Reihen angeordnet sind. Mit dieser **Bürste** fegt sich die Biene den an ihrem Pelz haftengebliebenen Pollen vom Körper. Über der Bürste, am unteren Ende der Schiene, findest du einen Kamm, einen **Pollenkamm**, aus langen und breiten spitz zulaufenden Chitinborsten. Dieser Kamm dient zum Abstreifen der Pollenkörner von der Bürste.

Die Biene benimmt sich dabei genauso wie wir beim Händewaschen, wenn wir die Seife zwischen Daumen und Handfläche der einen Hand von der anderen Hand abstreifen und umgekehrt. Die Biene zieht abwechselnd die Bürste des linken Beines durch den Kamm des rechten und dann die Bürste des rechten Beines durch den Kamm des linken.

Mit dem Fersensporn am oberen Bürstenende drückt die Biene dann den Pollen durch die enge Spalte zwischen dem Ende der Schiene und der Ferse auf die andere, die Außenseite, des gleichen Beines. Dort gelangt der Pollen in die „**Körbchen**“ — eine Vertiefung in der Schiene. Wenn diese Körbchen voll sind, bilden sie die bekannten „**Pollenhöschen**“ der Biene.

Reiße nun einer toten Biene mit der Pinzette einige Körperhaare aus und untersuche sie in einem Tropfen Wasser unter dem Mikroskop. Du wirst feststellen, daß sie gefiedert sind, also so ähnlich wie Vogelfedern aussehen. An diesen verzweigten Haaren bleiben Pollenkörner natürlich sehr viel besser hängen als an glatten unverzweigten Haaren.

Der Stachel der Biene verrät dir unter dem Mikroskop, warum er im Gegensatz zum Wespenstachel stets in der Stichwunde stecken bleibt. Jede Biene muß ja sterben, wenn sie z. B. einen Menschen sticht: sie reißt sich selbst den Stachel aus dem Körper, wenn sie wieder fortfliegt.

Die beiden in der Stachelscheide liegenden Stechborsten haben nämlich Widerhaken wie eine Harpune. Beim Stechen werden sie

abwechselnd immer tiefer in die Stichwunde hineingeschoben. Das brennende Bienengift fließt aus der Giftblase durch eine Rinne zwischen den Stechborsten in die Wunde.

Bette alle präparierten Bienenorgane in Malinol ein. Du wirst für alle Präparate — mit Ausnahme der Flügel — kleine Pappstreifen auf den Objektträger kleben müssen, um die Deckgläser gut befestigen zu können. Schreibe gleich die Etiketten für deine Sammlung, damit es keine Verwechslungen gibt.

Schmetterlinge — fliegende Mosaikbilder

Die Tagschmetterlinge sind durch ihre oft sehr bunten Flügel unsere auffallendsten Insekten. Hinzu kommt ihr „gaukelnder“ Flug, der — verglichen mit dem Flug der Bienen und Wespen — so unsicher wirkt. Tatsächlich aber erschwert dieses unberechenbare Hin- und Herschaukeln z. B. gefräßigen Vögeln das Fangen der Schmetterlinge. Trotz dieser Flugweise schafft ein Kohlweißling doch noch 7 Kilometer in der Stunde. Und es gibt Schwärmer, die 60 Kilometer in der Stunde fliegen können.

Der wissenschaftliche Name der Schmetterlinge, „Lepidoptera“, kommt aus dem Griechischen und bedeutet **„Schuppenflügler“**. Warum sie zu diesem Namen gekommen sind, läßt sich unschwer unter der Lupe und unter dem Mikroskop feststellen.

Einen toten Schmetterling findet man gar nicht so selten. Für unsere erste Untersuchung genügt bereits ein Flügel, wie man ihn oft als Überrest einer Vogel Mahlzeit draußen entdecken kann.

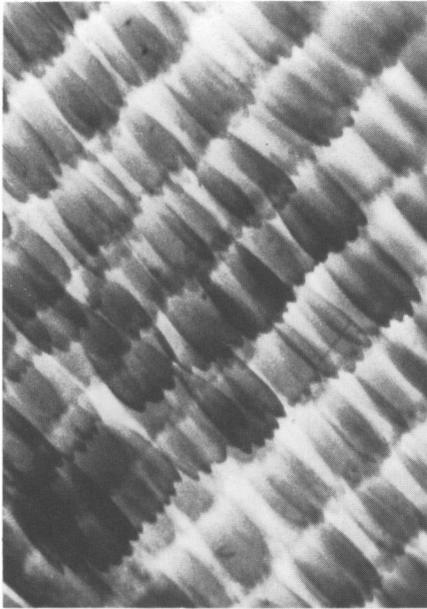
Du brauchst zum Arbeiten:

Lupe, Pinzette, Lanzettnadel, Brennspiritus, Pipette, Objektträger, Deckglas und evtl. auch Malinol, einen oder mehrere tote Schmetterlinge oder Schmetterlingsflügel.

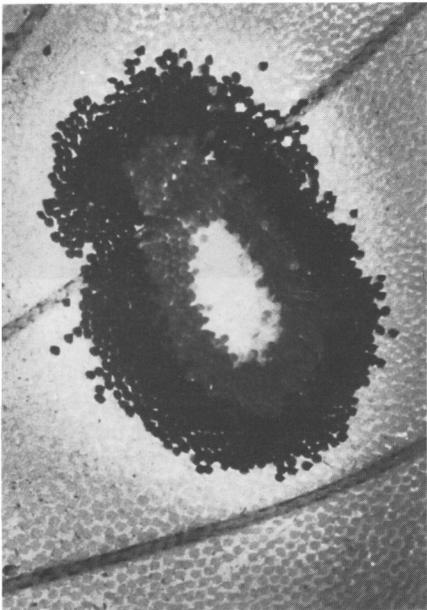
Schabe etwas von dem buntgefärbten Staub, der an den Fingern



So saugt ein Schmetterling (Aurorafalter) Nektar aus der tiefen Blütenröhre (Immergrün): der Rüssel ist aufgerollt und wird bis zu den Nektardrüsen vorgeschoben (Pfeil).



Mikroskopische Aufnahme der Flügelschuppen eines Schmetterlings. Sie überdecken einander wie Dachziegel in ganz regelmäßigen, wie mit dem Lineal gezogenen Reihen!



Unterschiedlich gefärbte Schuppen setzen das „Mosaik“ des „Augenmusters“ auf dem weißen Flügel des seltenen Apollofalters zusammen.

hängenbleibt, wenn man einen Schmetterlingsflügel anfaßt, mit der Nadel auf den Objektträger. Du kannst dazu auch einen Pinsel aus deinem Malkasten benutzen. Lege ein Deckglas auf den Staub, damit du ihn beim Atmen nicht davonbläst. Vergrößere zunächst schwach und dann zunehmend stärker.

Du siehst nun, daß der Staub aus winzigen Schuppen besteht. Sie sind unterschiedlich groß. Es gibt kurze breite und schmale lange. Im Durchschnitt ist so eine Schuppe etwa ein Zehntel Millimeter lang und ein Zwanzigstel Millimeter breit. Auf einem Quadratmillimeter Flügelfläche kann man 200 — 600 solcher Schuppen zählen. Es handelt sich bei diesen Schuppen um flache, dachziegelähnliche Auswüchse von Zellen, die auf der Flügelhaut, der Flügelmembran, sitzen.

Betrachte den Flügel auch mit der Lupe. Du siehst, die Schuppen sind wirklich wie Dachziegel angeordnet — in ganz regelmäßigen Reihen.

Lege nun ein kleines, mit der Lanzettnadel abgetrenntes Flügelstück unters Mikroskop mit Auflicht. Benutze dazu eine Tisch- oder Taschenlampe, mit der das Präparat von oben beleuchtet wird. Du erkennst sofort, daß die Schuppen unterschiedlich gefärbt sind: gelb, rot, braun, schwarz, weiß oder blau.

Die Flügelzeichnung eines Schmetterlings stellt also ein Mosaikbild dar, wie es Künstler aus verschiedenfarbigen Steinchen zusammensetzen. Die weißen und blauen Schuppen enthalten aber gar keinen Farbstoff, wie die übrigen.

Das Weiß entsteht wie beim Schnee durch Reflexion, durch Zurückwerfen des gesamten einfallenden Lichtes. Dafür sorgen winzige Lufträume im Innern der Schuppen.

Blau entsteht durch optische Vorgänge, wie du sie vom Regenbogen her kennst. Die besondere Struktur, der Feinbau der Schuppen ist dafür verantwortlich. Man spricht deshalb auch von Strukturfarben.

Du selbst kannst das ganz einfach nachweisen:

laß aus der Pipette einen Tropfen Brennspiritus auf die „weißen“ Schuppen eines Kohlweißlings und auf die „blauen“ z. B. eines Bläulings fallen. Sobald der Spiritus die Luft aus den Schuppen verdrängt hat, erscheinen sie völlig farblos. Die „Farbe“ kommt erst wieder, wenn der Brennspiritus verdunstet und die erforderliche Struktur — d. h. die Luftzwischenräume — wiederhergestellt ist.

Du kannst nun verschiedene Schuppen sofort als Dauerpräparat einbetten. Gib einfach einen Tropfen Malinol auf dein Präparat und lege ein Deckglas auf.

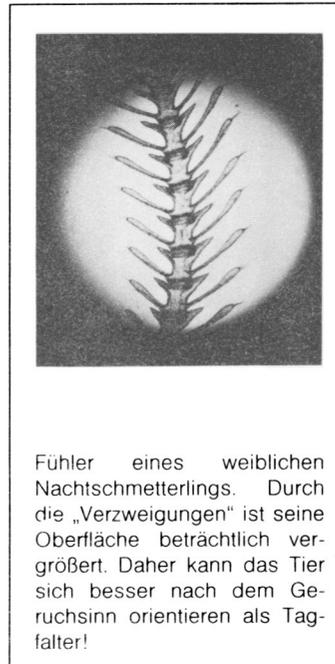
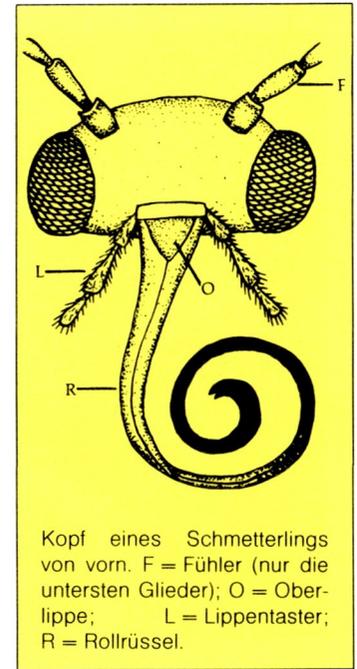
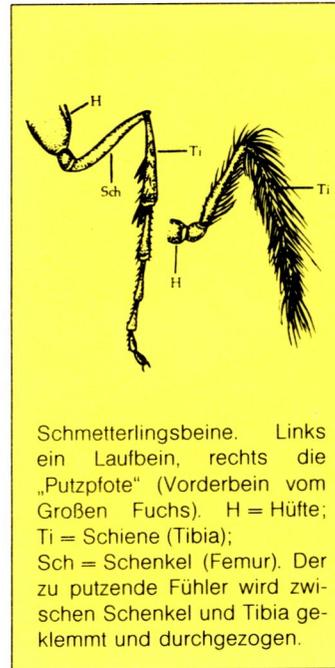
Beschrifte aber sofort die dazugehörigen Etiketten mit dem Namen des entsprechenden Schmetterlings. Du kannst sonst später nicht immer mehr genau erkennen, von welchem Tier sie stammen.

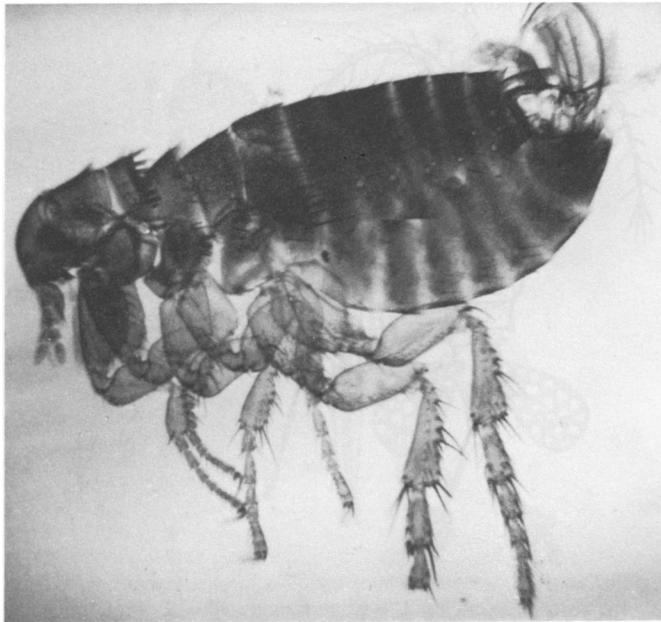
Bei manchen Schmetterlingen, wie z. B. beim Großen Fuchs, ist das Vorderbein als **Putzpfote** ausgebildet und dient als einfache Haarbürste in der nun schon bekannten Weise zum Reinigen der Fühler.

Betrachte nun mit der Lupe den **Rüssel** eines toten Schmetterlings. Er ist wie eine Uhrfeder eingerollt. Versuche, ihn vorsichtig mit der Nadel aufzurollen. Untersuche ihn. Du wirst ihn gut mit der Zeichnung vergleichen können. Der Schmetterlingsrüssel ist ein aus zwei Rinnen zusammengesetztes Saugrohr. Mit ihm können die Tiere auch aus Blüten Nektar trinken, die für die Bienen wegen ihrer langen Kronröhren nicht zugänglich sind.

Tagfalter besitzen einfache, borsten- oder kolbenähnliche **Fühler**. Die Fühler der Nachtfalter aber sind oft gefiedert. Sie können sich nämlich nur durch ihren Geruchssinn im Dunkeln zurechtfinden bzw. orientieren. Und durch die gefiederten Fühler wird die Oberfläche, mit der sie die Duftstoffe auffangen, stark vergrößert.

Schmetterlingsmännchen können ihre Weibchen, die besondere Duftschuppen haben, über Entfernungen von mehreren Kilometern mit ihren Fühlern riechen.





Mit dem Krebs „Wasserfloh“ hat der echte Floh — hier das mikroskopische Bild eines Hundeflohs — nichts zu tun. Wie seine 6 Beine zeigen, gehört er zu den Insekten. Beachte besonders die dicken Schenkel: sie enthalten die kräftigen Sprungmuskeln. Er kann mit diesen Beinen 30 cm weit springen — mit einer Geschwindigkeit von 22 km in der Stunde!

Wasserflöhe — Krebse mit falschem Namen

Wasserflöhe kannst du in jeder Zoohandlung als lebendes Fischfutter kaufen. Du kannst dir aber auch selbst aus einem alten Nylonstrumpf und einem gebogenen Draht ein Fangnetz basteln und am Rande von Tümpeln auf Jagd gehen. Für deine Untersuchungen brauchst du nur einige wenige Tiere.

Du brauchst zum Arbeiten:

Pipette, Objektträger, Deckglas, etwas Plastilin (Knetmasse, Fensterkitt oder weiches Bienenwachs), für die Dauerpräparate die Chemikalien der Alkoholreihe, Glasstab und Malinol.

Fang mit der Pipette einige Wasserflöhe aus dem Aufbewahrungsglas. Wenn du es durch Ansaugen nicht schaffst, nimm das Gummihütchen von der Pipette ab. Drehe sie um und verschließe die kleine Öffnung mit dem Zeigefinger. Halte die Pipette mit Daumen und Mittelfinger fest. Tauche sie jetzt mit der großen Öffnung über Wasserflöhen ins Wasser und hebe den Zeigefinger, mit dem du die kleine Öffnung verschließt, ein bißchen hoch. Jetzt schießt das Wasser in die Pipette und reißt Wasserflöhe mit. Das Wasser fließt nicht wieder heraus, wenn du die kleine Öffnung wieder mit dem Zeigefinger schließt.

Bringe nun einige Tiere mit einem Wassertropfen auf einen Objektträger. Dann nimm dir ein Deckglas und setze an jede Ecke ein Plastilinkügelchen oder Wachs-kügelchen. Lege nun das Deckglas mit den Kügelchen nach unten auf den Objektträger über das Wasser mit den Flöhen. Du mußt sehr vorsichtig sein, denn das Deckglas ist leicht zerbrechlich. Drücke es nun langsam so weit auf den Objektträger, daß die Wasserflöhe leicht eingeklemmt sind und nicht mehr davonschwimmen können.

Betrachte deine Beute nun bei geringer Vergrößerung. Du siehst jetzt, daß es tatsächlich keine Flöhe sind. Flöhe sind Insekten, und Insekten haben 6 Beine. Die Wasserflöhe haben 5 Paar Beine, also 10, und sie gehören zu den Kleinkrebsen.

Den falschen Namen verdanken sie ihrer hüpfenden Fortbewegungsweise. Sie benutzen dazu ihre wie Ruder schlagenden großen Fühler.

Man nennt diese Fühler auch Antennen.

Zwei durchsichtige Schalen hüllen den Körper wie die Hälften einer Muschelschale ein und öffnen sich nur auf der Bauchseite in einem schmalen Spalt.

Die Beine tragen abgeflachte Anhängsel, mit denen die Tiere atmen (Kiemen). Außerdem haben sie an den Beinen lange Borsten, mit denen die Wasserflöhe ihre Nahrung aus dem Wasser filtern. Sie ernähren sich z. B. von winzigen Algen.

Wenn du dein Mikroskop stärker einstellst, kannst du den hakenförmig gebogenen, meist mit Nahrung gefüllten Darm erkennen. Dahinter schließt sich eine Höhle an. Das ist der Brutraum mit Eiern oder bereits mit jungen Krebsen. Darüber siehst du das fast durchsichtige Herz rasch schlagen. Es pumpt farbloses Blut durch alle Hohlräume des Körpers. Wasserflöhe haben keine Adern.

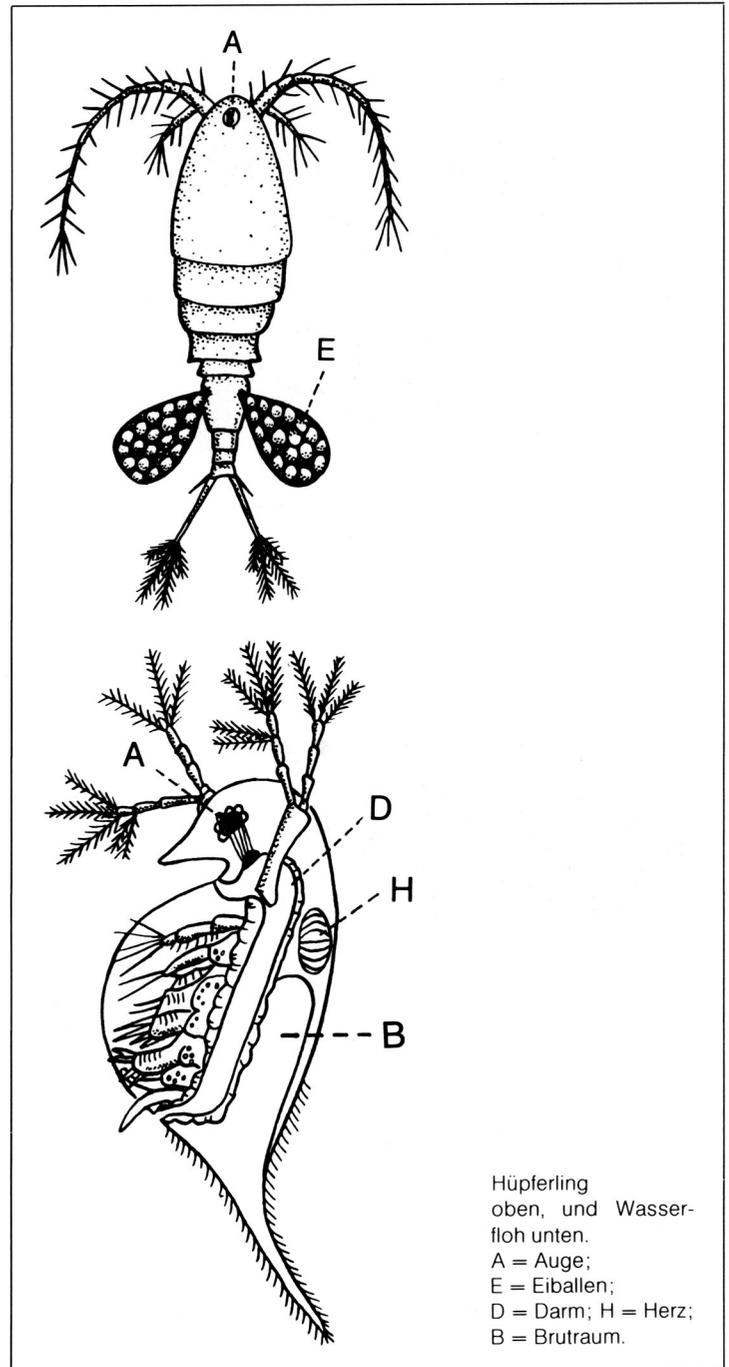
Im Kopf der Tiere findest du ein einziges großes Auge, das von langen Muskeln rollend bewegt wird. Es ist ein aus nur wenigen Einzelaugen zusammengesetztes Komplexauge.

Du kannst nun einige tote Wasserflöhe die Alkoholreihe hinaufführen und ohne Aufhellung durch Nelkenöl in Malinol einbetten.

Sicher entdeckst du in deinem Aufbewahrungsglas auch einen Hüpferling. Vergleiche ihn mit unserer Abbildung. Auch er gehört zu den Kleinkrebsen. Aber seine Schwanzgabel mit den beiden Eiballen links und rechts unterscheidet ihn deutlich vom Wasserfloh. Auch der Hüpferling besitzt nur ein einziges, sehr einfach gebautes Auge.

Ein Herz findest du beim Hüpferling jedoch nicht. Bei ihm treiben die Bewegungen des Darms gleichzeitig das Blut durch den Körper.

Auch der Hüpferling hüpfert durch das Wasser. Allerdings benutzt er dazu nicht seine langen Antennen, sondern seine winzigen Schwimmfüße auf der Bauchseite.

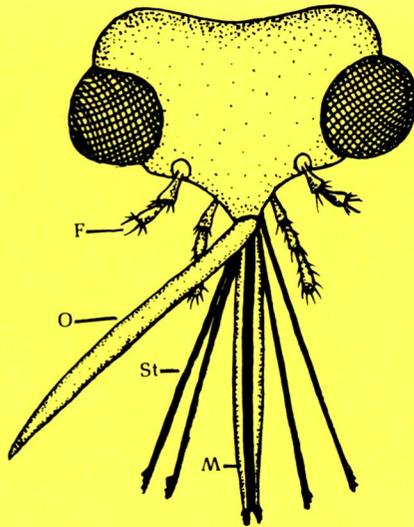


Stechmücken — nimmersatte Blutsauger

Ihre Anwesenheit verraten die blutgierigen Quälgeister selbst im Dunklen durch ihren unverwechselbaren hohen Summton beim Fliegen. Sie schlagen ihre Flügel mehr als doppelt so schnell wie die Bienen: fast 500mal in einer Sekunde auf und ab.

Aber wie und womit sticht so eine Mücke?

Fange einige Stechmücken und töte sie in Brennspiritus ab. Während des Sommers findest du sie mit ihren langen Beinen an Wänden und Decken sitzend. In der kalten Jahreszeit kannst du überwinterte Stechmücken in Kellern entdecken, wenn du die Wände mit der Taschenlampe ableuchtest.



Kopf einer Stechmücke. F = Fühler (nur die beiden ersten Glieder); O = Oberlippe; St = Stechborsten; M = Unterlippe.

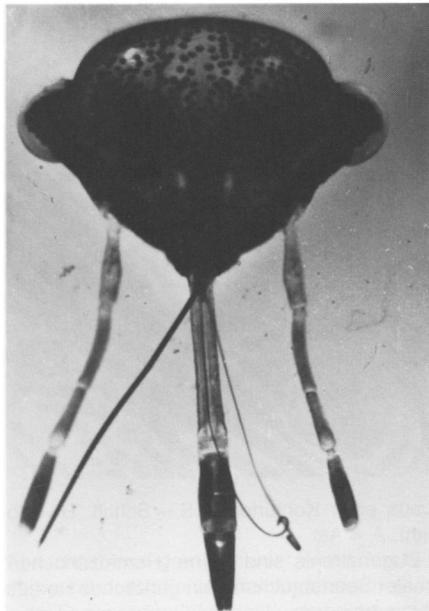
Du brauchst zum Arbeiten:

Pinzette, Präpariernadel, Lanzettnadel, Objektträger, Deckglas. Wenn du ein Dauerpräparat herstellen willst, benötigst du auch die Chemikalien der Alkoholreihe, Nelkenöl zum Aufhellen, Glasstab und Malinol.

Lege eine tote Stechmücke auf den Objektträger und trenne mit der Lanzettnadel den Kopf direkt hinter den Augen ab. Untersuche ihn bei schwacher Vergrößerung.

Der lange **Stechrüssel** ist recht kompliziert gebaut. Seine Unterlippe stellt eine Rinne dar. In ihr liegen die zu dünnen Stechborsten umgewandelten übrigen Mundwerkzeuge. Versuche, sie mit der Nadel auseinanderzulegen. Es ist ein bißchen schwierig. Die Oberlippe kann die Rinne wie ein Deckel verschließen.

Beim Saugen wird durch gleichzeitig eingespritzten Speichel, der übrigens auch den Juckreiz und die Schwellung der Stichstelle verursacht, die Gerinnung des Blutes verhindert. Und durch ein zweites Röhrchen innerhalb des Rüssels wird das Blut aufgesaugt.



Kopf einer Blattwanze mit stechend-saugenden Mundwerkzeugen wie die Stechmücke. Die schmale Oberlippe ist als Abdeckung der von der Unterlippe gebildeten Rinne nach der Seite geklappt. Zwei der vier Stechborsten sind aus dieser Unterlippen-Rinne herausgerutscht. Von der Oberlippe verschlossen bildet diese Rinne ein Saugrohr.

Es stechen uns immer nur die Weibchen der Stechmücken, weil sie wegen ihrer Eier eine eiweißreiche Nahrung brauchen. Die männlichen Stechmücken, die man an ihren größeren Fühlern erkennt, saugen lediglich Pflanzensäfte.

Vielleicht gelingt es dir, ein Pärchen zu präparieren und aufzuheben.

Vogelfedern — Technische Wunderwerke

Hättest du es für möglich gehalten, daß selbst ein kleiner Singvogel zwischen 1500 und 3000 Federn hat? Vielleicht überrascht es dich aber noch mehr, daß die Federn eines Vogels trotz ihrer sprichwörtlichen Leichtigkeit (federleicht) zusammen mehr als das doppelte seines Skeletts wiegen können.

Federn bilden sich aus verhornenden Zellen der Haut — so wie die Schuppen der Kriechtiere, der Reptilien. Auch unsere Haut bildet Horn. Wie kompliziert jedoch diese Horngebilde bei den Vögeln sind, wird erst unter dem Mikroskop offenbar.

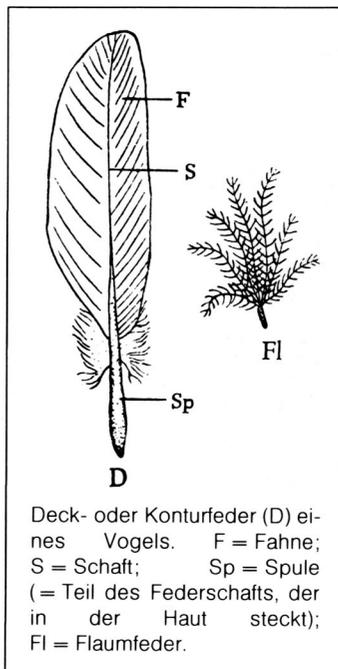
Federn aller Art sind leicht zu beschaffen. Am Ufer von Parkteichen findest du Flaum- und Schwungfedern von Enten oder Schwänen. Selbst in der Großstadt findet man überall Taubenfedern. Besonders leicht kommst du natürlich auf dem Lande zu Federn.

Du brauchst zum Arbeiten:

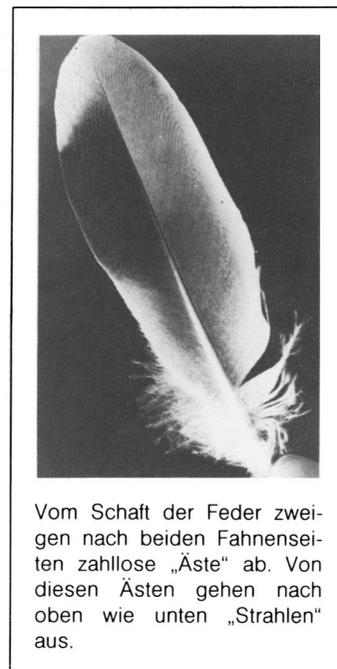
Lupe, Rasierklinge oder Schere, Pinzette, Objektträger, Deckglas, Malinol.

Betrachte zuerst eine **Flaumfeder** — eine **Daunenfeder** — unter der Lupe. Du findest am Ende eines schlaffen Schaftes ein Büschel weicher gefiederter Ästchen. Trenne eines ab und betrachte es unter dem Mikroskop bei geringer Vergrößerung.

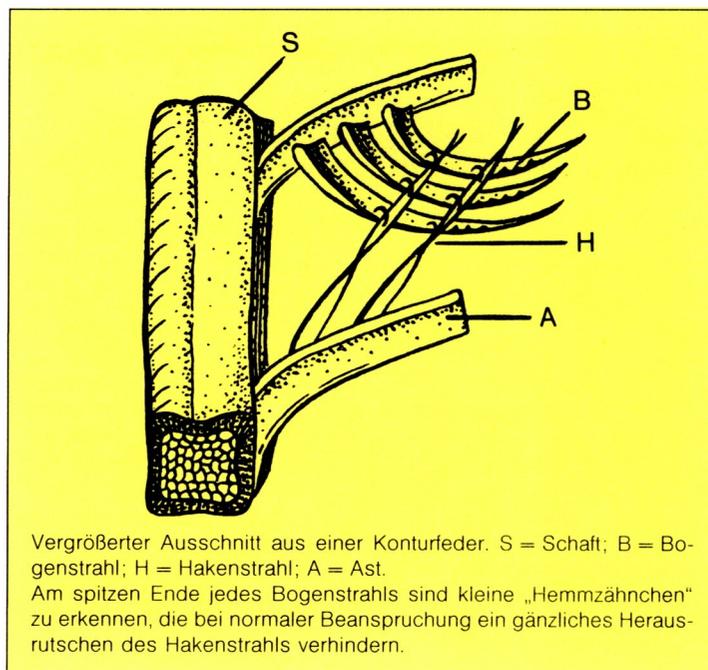
Zwischen ihren Verästelungen können die Flaumfedern viel Luft



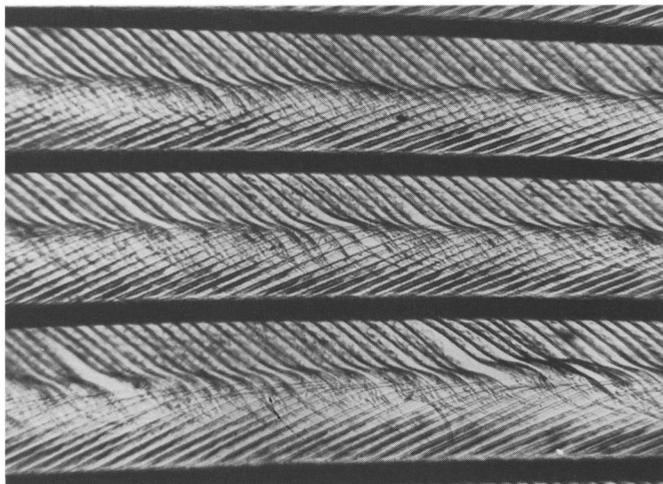
Deck- oder Konturfeder (D) eines Vogels. F = Fahne; S = Schaft; Sp = Spule (= Teil des Federschafts, der in der Haut steckt); FI = Flaumfeder.



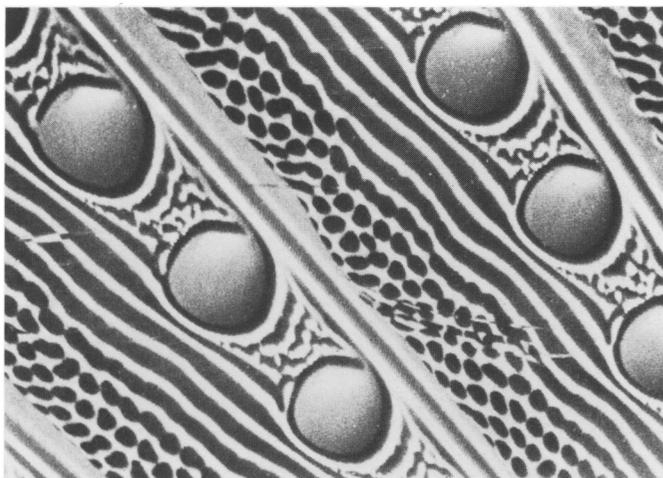
Vom Schaft der Feder zweigen nach beiden Fahenseiten zahllose „Äste“ ab. Von diesen Ästen gehen nach oben wie unten „Strahlen“ aus.



Vergrößerter Ausschnitt aus einer Konturfeder. S = Schaft; B = Bogenstrahl; H = Hakenstrahl; A = Ast. Am spitzen Ende jedes Bogenstrahls sind kleine „Hemmnägelchen“ zu erkennen, die bei normaler Beanspruchung ein gänzlichliches Herausrutschen des Hakenstrahls verhindern.



An den (dunklen) Ästen der Federfahne sitzen viele tausend Bogen- und Hakenstrahlen, die zusammen eine Art „Reißverschluß“ bilden.



Ausschnitt aus dem Gefieder eines Argus-Fasans. Die Schwungfedern sind durch Farbstoffeinlagerungen gemustert. Das Einzelmuster jeder Feder ordnet sich richtig dem komplizierten Gesamtmuster ein.

festhalten. Sie dienen daher der Wärmeisolierung des Vogelkörpers. Vögel haben eine Körpertemperatur von 41—42 Grad! Diese wärmende Eigenschaft der Flaumfedern nutzen auch wir in Kopfkissen und Bettdecken aus.

Bette dir für deine Sammlung ein Ästchen in Malinol ein.

An der **Deckfeder** oder **Schwungfeder** unterscheidet man den Schaft oder Kiel und die Fahne. Vom Schaft zweigen nach beiden Seiten Äste ab. Biege sie vorsichtig nach unten: sie hängen fest aneinander. Erst bei stärkerem Abwärtsbiegen reißen sie auseinander. Gemeinsam bilden sie eine „federleichte“ elastische Tragfläche.

Schneide mit der Schere oder mit der Rasierklinge ein kleines quadratisches Stück — etwa 5 x 5 mm — aus der Fahne der Feder heraus. Lege es mit der Pinzette auf den Objektträger. Biege einige Äste mit der Präpariernadel etwas auseinander und betrachte zunächst bei schwacher Vergrößerung.

Jetzt kannst du gut erkennen, wie die Äste zusammenhängen. An jedem Ast sitzen schräg nach unten **Bogenstrahlen** und nach oben gerichtet **Hakenstrahlen**. Die feinen Haken der Hakenstrahlen greifen in den umgeschlagenen Rand der Bogenstrahlen ein. Sie können in dieser Rinne hin- und hergleiten. Daher kommt auch die Elastizität der Tragflächen! Du wirst nun verstehen, warum aufgerissene Federfahnen sich mit unseren plumpen Fingern nicht mehr schließen lassen. Es ist uns unmöglich, die winzigen Haken wieder alle in ihre Rinne einzuhaken.

Nur ein Beispiel: Von jeder einzelnen Handschwinge eines Kranichs zweigen auf der Innenseite 650 Äste ab. Jeder Ast trägt seinerseits 600 Paar Strahlen. Das sind insgesamt 78 000 Bogen- und Hakenstrahlen auf einer halben Federfahne.

Gib einen Tropfen Malinol auf das Fahnenstückchen, das du vorher ausgeschnitten hast und lege ein Deckglas auf. Um die Bildung von Luftbläschen zu vermeiden, tränke das Präparat am besten vor dem Auftropfen des Malinols mit Xylol.

Der „Herkules“ unter dem Stein

Vor „Ohrenkriechern“ oder „Ohrenhöhlern“ muß man keine Angst haben. Sie sehen nur so gefährlich aus mit ihren großen Zangen am Hinterleib. Aber sie könnten damit die Haut eines Menschen nicht einmal ritzen, geschweige denn durchbohren. Auch kriechen die Tiere nicht in Ohren. Ihr Name kommt vielmehr von der früher üblichen Bezeichnung „Öhrkriecher“. Man nannte sie so, weil die Tiere auf dem Boden kriechen und ihre Hinterleibszangen wie das Ohr einer Nadel geformt sind.

Du entdeckst sie in allerlei Schlupfwinkeln und auch unter Steinen. Was den Herkules, den starken Mann aus der griechischen Sage, betrifft: die Ohrenkriecher sind ihm an Kraft weit überlegen — gemessen an ihrer Kleinheit. So ein Ohrenhöhlner hebt das Hundertfache seines eigenen Gewichts und kann sogar das Siebenhundertfache seines Gewichts ziehen.

Ein Mensch müßte — wenn er das Gleiche leisten wollte — also weit über tausend Zentner hinter sich herziehen können.

Wenn du **Beine, Fühler, Kiefer** oder die **Hinterleibszangen** eines Ohrenkriechers durch das Mikroskop betrachten willst und kein totes Tier findest, kannst du ein lebendes schnell und schmerzlos töten, indem du es in Spiritus legst.

Du brauchst zum Arbeiten:

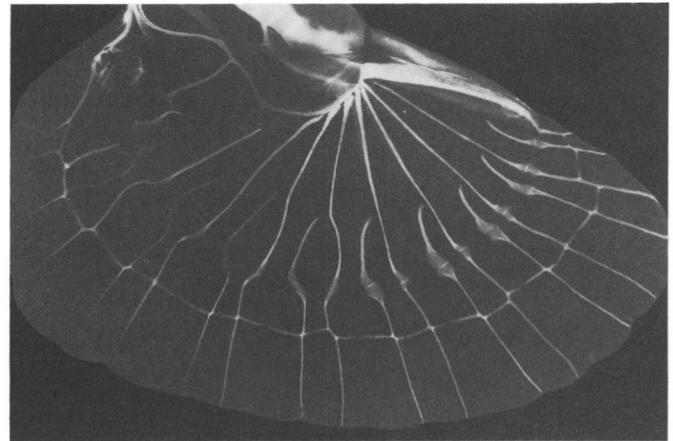
Präpariernadel, Lanzettnadel, die Chemikalien der Alkoholreihe, Uhrglas und Petrischalen, Malinol, Objektträger und Deckgläser.

Löse nun Fühler und wenigstens eines der Beine möglichst dicht am Körper ab. Trenne dann mit der Lanzettnadel die drei letzten Hinterleibsringe und die Hinterleibszange vom Körper.

Halte dabei das tote Tier mit der Nadel fest — aber nicht an seinem Brustabschnitt.



Man sieht es dem „Ohrenkriecher“ nicht an, daß er fliegen kann. Seine kurzen Flügel sind, mehrfach gefaltet, unter lederartigen Flügeldecken der Brust verborgen (männliches Tier).



Die Chitinhaut zwischen den Verstärkerrippen der Ohrenkriecherflügel ist kaum ein hundertstel Millimeter dick. Sinnreich angeordnete Gelenke — z. B. überall da, wo diese Rippen so zerquetscht aussehen — ermöglichen ein Zusammenfallen auf engstem Raum.



Die Farbzeichnung eines Schmetterlings – hier ein Schwalbenschwanz – ist in Wirklichkeit ein Mosaik-Bild aus Hunderttausenden von verschieden gefärbten Schuppen.



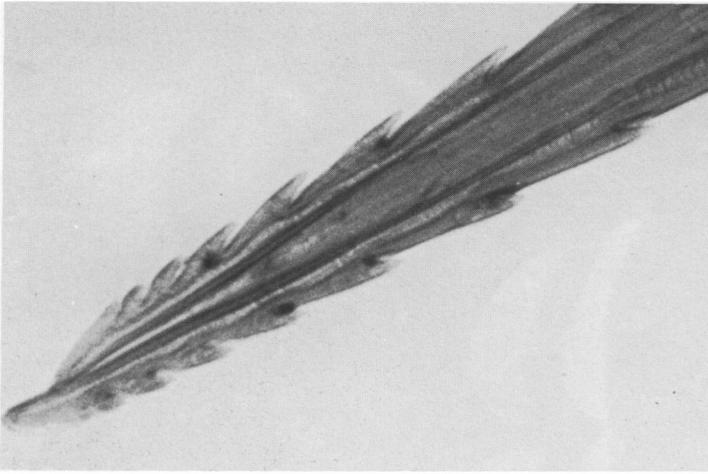
Erst unter dem Mikroskop oder einer starken Lupe lassen sich die einzelnen Schuppen unterscheiden. Sie sind ganz regelmäßig angeordnet!

„Augenmuster“ auf dem Vorderflügel eines Tagpfauenauges. Ein Mosaik aus vielen tausend verschieden gefärbten Flügelschuppen.



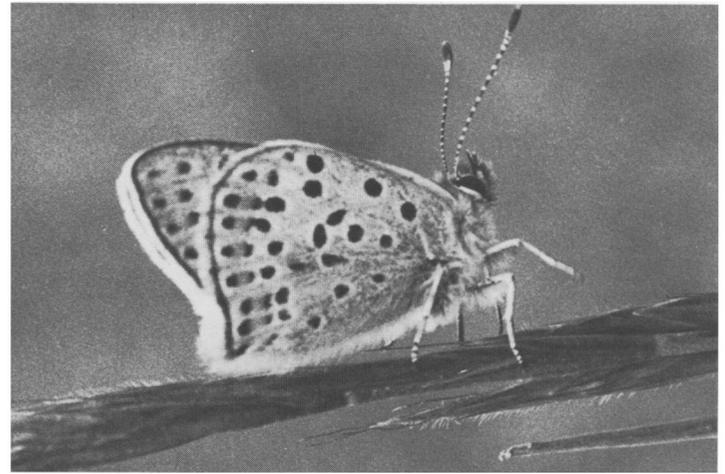
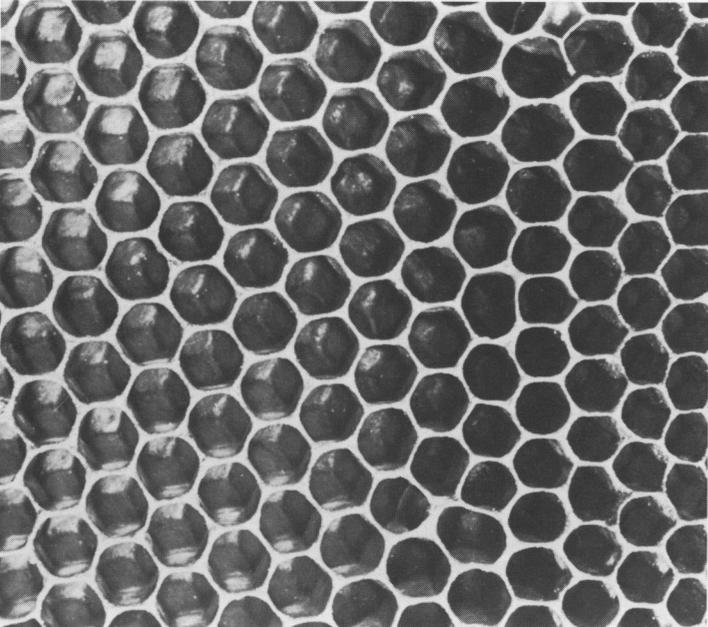
Das Hinterbein des Maikäfers ist ein „Stemmbein“: seine Schiene endet in einer breiten, stempelartigen Fläche über dem Fuß, mit deren Hilfe sich das Tier aus der Erde stemmt.





Der Bienenstachel trägt nach hinten gerichtete Widerhaken an seinen „Stechborsten“. Sie verhindern, daß er nach dem Stechen wieder aus der Wunde rutschen kann.

Die Wachszellen der Honigbiene sind regelmäßig sechseckige Prismen mit einem Boden aus 3 Rhomben, die deutlich durch die Öffnungen der größeren Drohnzellen zu erkennen sind.



Wie alle Tagfalter hat der Bläuling keulenförmige Fühler. Seine Flügelzeichnung ist ein „Mosaik“ aus vielen tausend einzelnen Schuppen.

Auch mit Auflicht (also Licht von oben, kein durchfallendes Licht von unten) sind die unterschiedlich gefärbten, hier „Augenmuster“ bildenden, Schuppen gut zu erkennen. Auf jeden Quadratmillimeter kommen etwa 200—600 Schuppen.





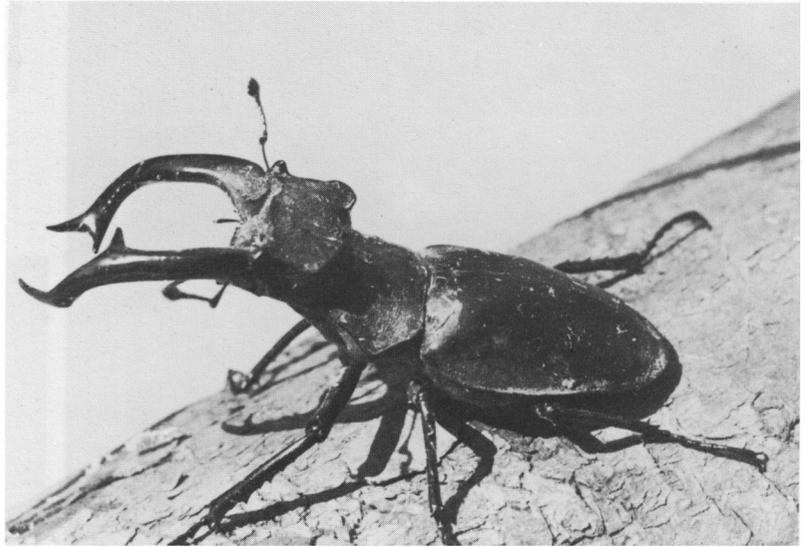
Der Kopf einer Laubheuschrecke mit seinen runden Augen, den Fühlern (Geruchsorganen) und Kiefertastern (die den Geschmack prüfen) ist, wie der ganze Körper des Tieres, mit dem hornähnlichen Chitin gepanzert.

Kopf einer Honigbiene (Arbeiterin) mit ausgestrecktem Rüssel (Seitenansicht). Die behaarte Zunge schaut aus der Rüsselspitze hervor. Unter dem länglich-ovalen Auge ist der eine Mandibel zu erkennen.





Linker Oberkiefer (Mandibel) eines räuberisch von Kleintieren des Tümpels lebenden Wasserkäfers. Mit der Spitze werden die Opfer durchbohrt. Unten ist die hellere Sehne des Muskels zu erkennen, der den Kiefer nach innen zu bewegt, links davon die Kugel des Kugelgelenks (Pfeil).



Das „Geweih“ des männlichen Hirschkäfers besteht aus den beiden mächtigen Oberkiefer-Zangen. Sie werden nicht mehr zum Kauen benutzt, sondern dienen dem Tier als Waffen.

Ameisenlöwe (total). Auf dem Sand ist der Ameisenlöwe durch seine Tarnfärbung so gut wie nicht zu sehen. Nur die Kieferzangen verraten ihn!





Die Kiefer eines Goldlaufkäfers sind richtige Dolche. Mit ihnen durchbohrt und tötet er seine Beute.



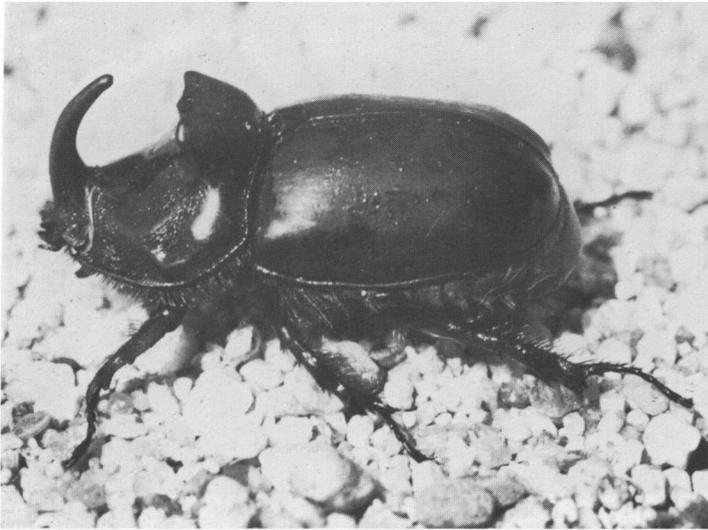
Die „Kopfbreite“ einer Spinne von oben. Vor den 8 „Punktaugen“ sitzen die beiden Giftklauen mit ausgeklappten Giftzähnen.

Bei starker Lupenvergrößerung erweisen sich die drei Zähne einer Feldmaus als regelrechte „Feilen“. Mühelos zerreiben sie die harten Schalen der Getreidekörner.



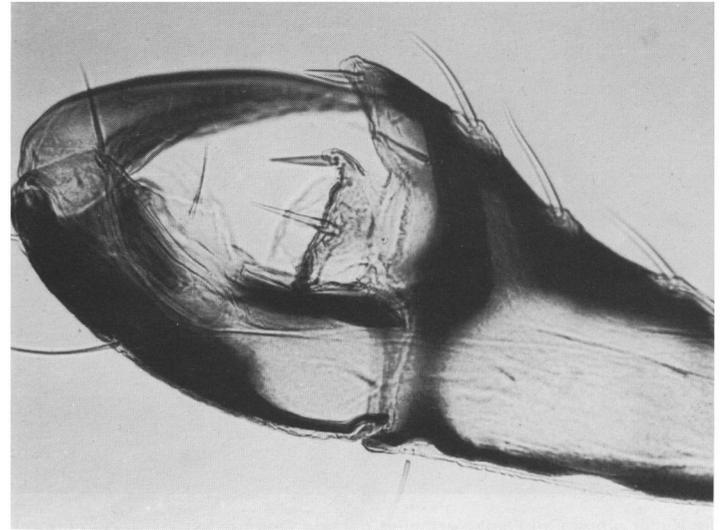
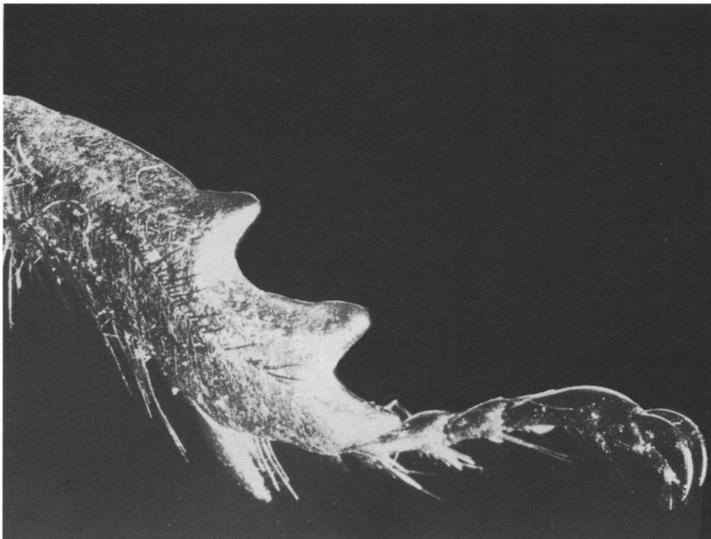
Kopf einer Bremse mit den großen, buntschillernden Facettenaugen, dem Stechrüssel und den kurzen Fühlern.





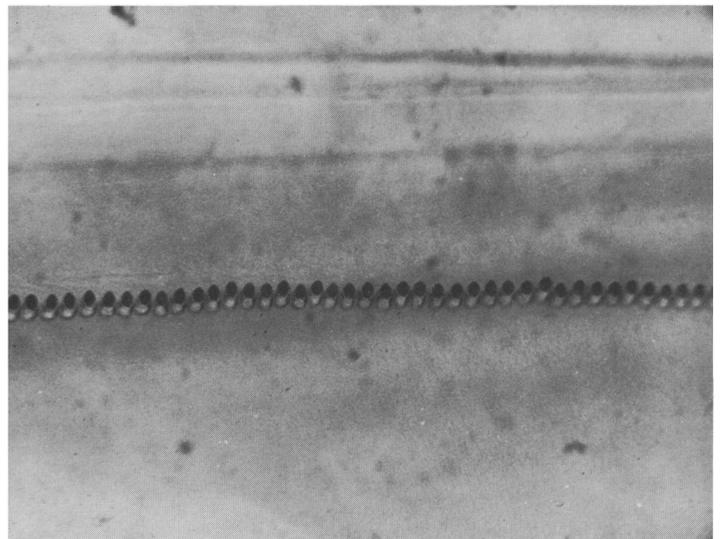
Wie Mai- und Mistkäfer besitzt auch der Nashornkäfer zu „Grabgabeln“ umgeformte Schienen. Damit gräbt er sich aus der Erde heraus oder Höhlungen für die Eier.

Die „Grabgabel“ am Ende der Schiene des Nashornkäfers. Du kannst sie auch mit den „Zähnen“ eines Bagger-Greifers vergleichen!



Klammerfuß der Schweinelaus. Das einzige Fußglied kann ganz gegen die Schiene zurückgeschlagen werden. In die Aushöhlung dazwischen paßt genau eine Schweineborste.

„Zähnenleiste“ auf der Innenseite des Schenkels einer Feldheuschrecke
Wenn sie über eine starke Flügelader gestrichen wird, entsteht das laute Zirpgeräusch.





So fest kann eine Hornisse mit ihren Kiefern zu-
packen!



Das „Gesicht“ einer Wespe. Ihre beiden Kiefer
tragen dunkelbraune, spitze Zähne.



Die Fußsohle der Laubheuschrecke ist weich, die
einzelnen Fußglieder sind verbreitert, sodaß das
Tier auch an glatten Blättern Halt findet.

Der Fuß einer Maulwurfgrille sieht aus wie der
Greifer eines Baggers. Damit kann sie sich
rasch in die Erde wühlen.



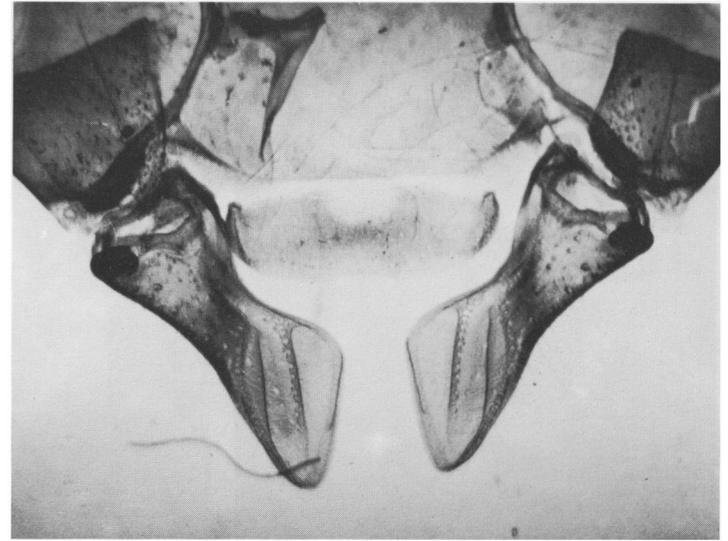
Bei der Grasblüte sind die Enden der Staubbeutel
zu winzigen Löffelchen aufgebogen, aus den
der Wind den Pollen herausschüttelt.



Die Brennhaare der Brennessel sind wie ärztliche
Spritzen gebaut.

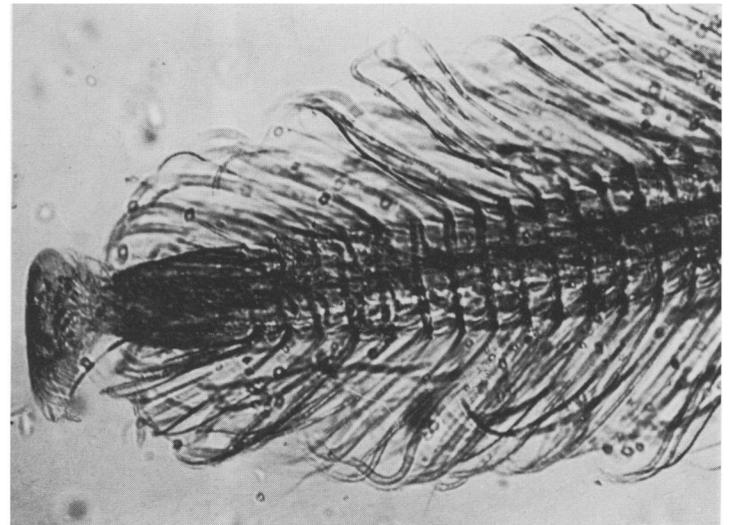


Hummel saugt an Beinwellblüten. Beachte den weit vorgestreckten Rüssel! Er ist genauso gebaut wie ein Bienenrüssel. Übrigens stechen Hummeln auch! Ihr Stachel gleicht dem der Biene.



Die beiden Oberkiefer einer Biene, sie werden gegeneinander bewegt. Beachte die dunkel gefärbten Kugelgelenk-Köpfe an jedem der beiden mei-
belähnlichen „Mandibeln“.

Zungenspitze der Honigbiene. Wenn sie in den Nektar eintaucht, steigt der Nektar zwischen den langen Haaren hoch. Am Ende das „Löffelchen“ als Verbreiterung.





Die Makroaufnahme läßt erkennen, wie spitz die Zangen sind und daß sie tatsächlich an ein Nadelöhr erinnern.



Die Zangen der Weibchen sind etwas kleiner als die der Männchen und auch einfacher gestaltet. Die Tiere graben mit ihnen Löcher in die Erde, um ihre Eier darin abzulegen.

Hebe mit der Pinzette eine der beiden lederartigen Flügeldecken hoch und brich den zusammengefallenen, häutigen Hinterflügel darunter direkt an seiner Ansatzstelle ab.

Wenn du die Teile des Ohrenkriechers nicht nur als einfache Trockenpräparate zum Betrachten haben möchtest, sondern wenn du sie als Dauerpräparate aufheben willst, mußt du sie die Alkoholreihe hochführen und anschließend in Malinol einbetten. Für die Zangen brauchst du etwas dickere Unterlagen für das Deckglas. Versuche es einmal mit einem abgebrochenen Streichholz.

Mit dem **Flügel** — Ohrenkriecher können tatsächlich kurze Strecken fliegen — wirst du etwas Mühe haben. Aber inzwischen hast du hoffentlich schon einige Übung.

Versuche, ihn ganz vorsichtig in einem Tropfen Malinol auf dem Objektträger mit Hilfe von Präparier- und Lanzett-nadel auszubreiten.

Lege erst das Deckglas auf das Präparat, wenn der Flügel ganz aufgefächert ist, und bemühe dich, bei dieser Arbeit möglichst keine Luftblasen „anzurühren“.

Der Ohrenkriecherflügel erinnert tatsächlich an einen Fächer oder an einen Regenschirm mit seinen Versteifungsadern. Schau dir unsere Abbildung vorher genau an.

Wenn der Flügel mehrmals gefaltet ist — und zwar sowohl in der Längs- als auch in der Querrichtung — paßt er unter seinen Deckflügel, so wie ein Taschenschirm in sein Futteral.

Bei dieser Prozedur nimmt der Ohrenkriecher übrigens seine Zangen zu Hilfe.

In den Verstärkungsrippen befinden sich besondere Gelenke. Und sie sind die technische Voraussetzung dafür, daß der Ohrenkriecher seine Flügel derart raumsparend zusammenfalten kann.

Käfer, die aus der Erde kommen

Maikäfer findet man heute zum Kummer aller Kinder nicht mehr überall so häufig wie früher, als sie in Massen als Schädlinge auftraten. Wenn du also keinen Maikäfer findest, warte bis zum Juni. Dann gibt es die **Junikäfer**, die ganz genauso aussehen wie die Maikäfer — nur sind sie etwas kleiner. Sie werden deshalb auch oft von Menschen als junge Maikäfer angesehen, obwohl doch Insekten nach ihrer letzten Häutung als Larven nicht mehr wachsen können. Denke an das Außenskelett!

Besorge dir also einen toten Mai- oder Junikäfer.

Du brauchst zum Arbeiten:

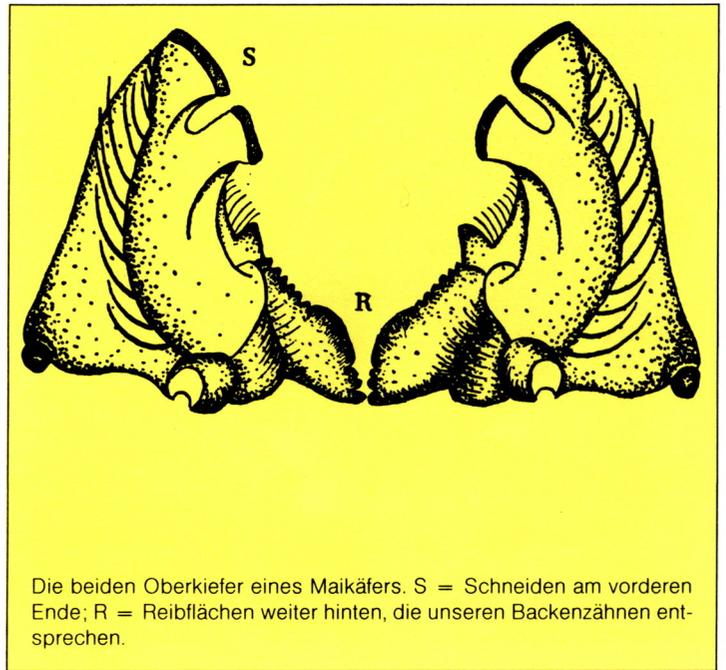
Pinzette, Präpariernadel, Objektträger, Deckgläser, die Chemikalien der Alkoholreihe, Nelkenöl und Malinol, sowie Pappstreifen oder Streichhölzer und ein Messer.

Brich mit der Pinzette ein Hinterbein an der Hüfte ab. Führe es die Alkoholreihe hoch, und lasse es dabei längere Zeit in Xylol liegen. Auch für das Aufhellen des Präparates in Nelkenöl brauchst du längere Zeit — möglicherweise ein paar Tage.

Bereite nun einen Objektträger zur Einbettung in Malinol vor, indem du Pappstreifen aufklebst — auch dazu kann man gut etwas Malinol nehmen — oder entsprechend zurechtgeschnittene Streichhölzer.

Fülle nun den Zwischenraum zwischen den Auflagen für das Deckglas mit Malinol, lege das aufgehellte Bein hinein und decke mit einem sauberen Deckglas ab. Lasse nun das Präparat ruhig flach liegen, bis das Einschlußmittel hart geworden ist.

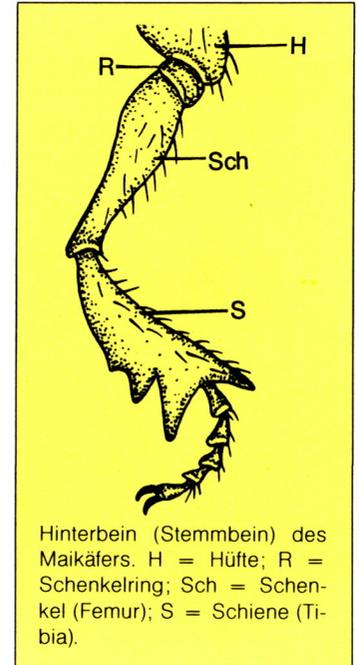
Da die Verpuppung der Tiere nach mehrjährigem unterirdischem Leben als Engerlinge ebenfalls in der Erde stattfindet, sind die Hinterbeine als **Stemmbeine** ausgebildet. Ihre Schiene endet über dem Fuß in einer breiten **Stempelfläche**. Und mit ihrer Hilfe stoßen sich die Käfer aus ihrem Erdversteck an die Oberfläche.



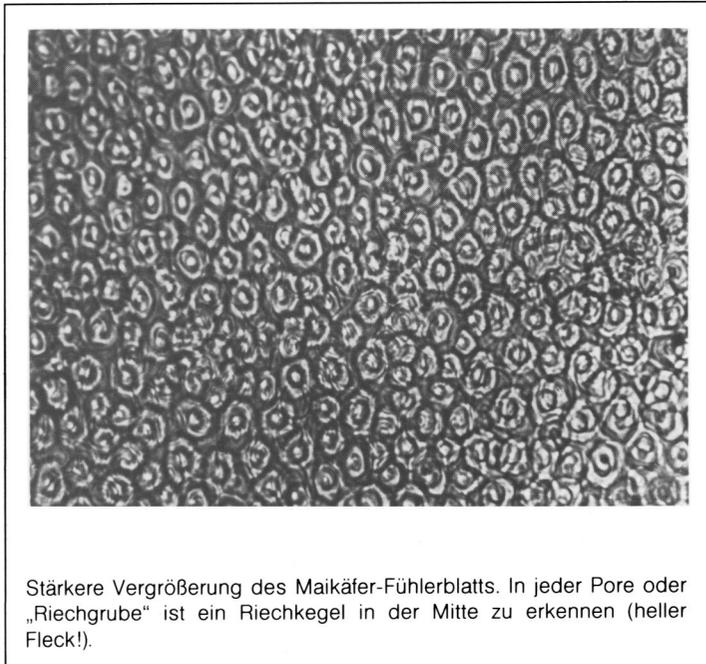
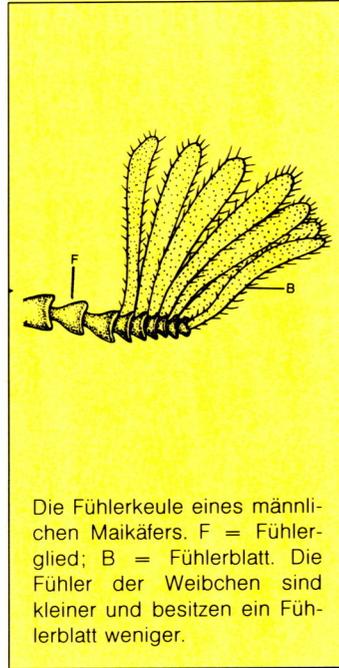
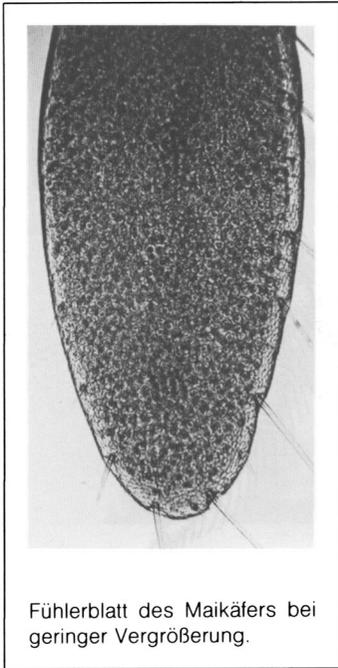
Die beiden Oberkiefer eines Maikäfers. S = Schneiden am vorderen Ende; R = Reibflächen weiter hinten, die unseren Backenzähnen entsprechen.



Linker Oberkiefer eines Maikäfers: oben eine scharfe Schneide zum Abtrennen von Blattstückchen, unten eine Art „Backenzahn“ mit breiter Mahlfäche zum Zerreiben dieser Blattstückchen. Links die Gelenkkugel.



Hinterbein (Stemmbein) des Maikäfers. H = Hüfte; R = Schenkelring; Sch = Schenkel (Femur); S = Schiene (Tibia).



Wenn die Weibchen später Eier legen, graben sie mit dem gezackten Ende dieser Hinterbeine den Boden wie mit einer Grabgabel auf.

Löse nun behutsam mit der Pinzette die beiden **Oberkiefer** vom Kopf, den du dabei am besten mit der Nadel gegen eine Unterlage preßt.

Entferne auf die gleiche Weise die beiden Fühler!

Führe nun alle Teile die Alkoholreihe hoch, helle in Nelkenöl auf und bette in Malinol ein.

Trenne vorher von dem einen Fühler mit der Lanzettnadel die Fühlerblättchen ab und bette eines oder zwei dieser Blättchen in Malinol ein. Hierfür benötigst du keine Unterlagen für das Deckglas, wie bei den anderen, dickeren Präparaten.

Die Kiefer des Mai- oder Junikäfers sind vorzüglich an seine Blatt-nahrung angepaßt. Mit anderen Worten: die Kiefer sind ideal gebaut, um damit Blätter zu fressen.

Vorne besitzen sie scharfe messerartige Schneiden, mit denen Teile des Blattes abgeschnitten werden. Diese Schneiden könnte man mit unseren Schneidezähnen vergleichen.

Hinter den Schneiden sitzen — unseren Backenzähnen entsprechend — Chitin-Reibflächen zum feinen Zermahlen dieser Blattstücke. Deutlich sind im Präparat auch die Kugeln der Gelenke zu erkennen, in denen die beiden Oberkiefer beim Schneiden und Kauen gegeneinander bewegt werden.

Untersuche nun das **Fühlerblättchen** zunächst bei schwacher, dann bei stärkerer Vergrößerung. Die zahllosen Poren in seiner Oberfläche sind sozusagen die Nasenlöcher des Käfers.

Durch sie nimmt er alle Gerüche wahr, vor allem natürlich die seiner Nahrungsbäume. Die Männchen fangen mit ihnen auch den für sie unverwechselbaren Geruch der Mai- oder Junikäferweibchen auf. Und da die Männchen die Weibchen aufsuchen müssen, haben sie nicht nur deutlich größere Fühlerblätter, sondern auch eines mehr als die Weibchen: sie haben sieben — die Weibchen nur sechs.

Insekten sind stets ihrer Umwelt angepaßt

Du kannst jetzt schon aus eigener Erfahrung bestätigen, daß alle bisher untersuchten Insektenbeine und — mundwerkzeuge genau der besonderen Lebensweise, der Fortbewegung und der Ernährung des Tieres entsprechen: vom Putz- oder Sammelbein der Honigbiene bis zum Stemmbein oder Grabbein des Maikäfers, von den beißenden und leckenden Mundwerkzeugen der Wespe bis zu den Stechrüsseln der Mücken.

Wir schlagen dir deshalb vor, eine kleine Sammlung von Dauerpräparaten anzulegen, die diese Feststellungen weiter bestätigen. So eine Sammlung würde deine bisher erstellten Dauerpräparate gut ergänzen.

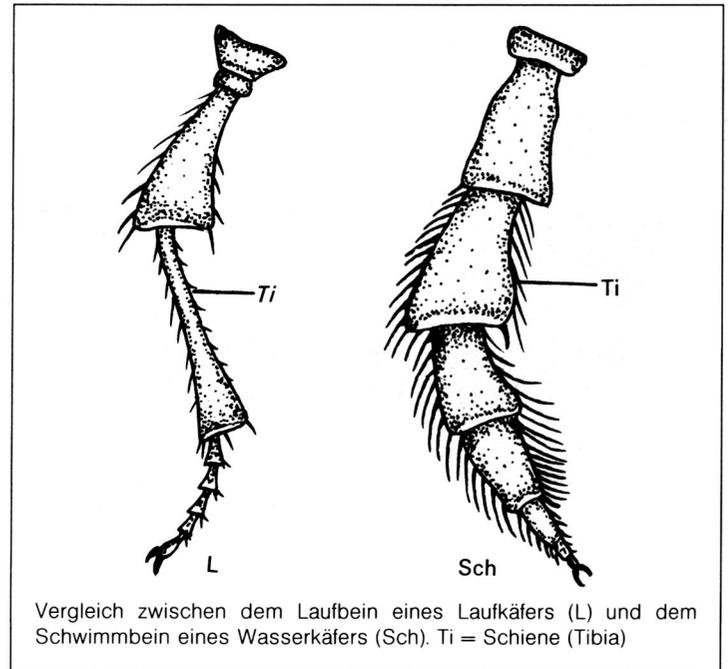
Da die genannten Feststellungen für jedes Insekt gelten, mußt du nicht lange nach geeigneten Beispielen suchen!

Wir wollen dir hier nur eine Hilfestellung geben und einige Beispiele als Anregung vorschlagen:

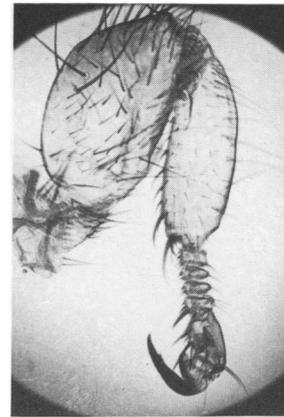
1. **Die Schwimmbeine** von Wasserkäfern oder auch von Wasserwanzen sind — verglichen mit den Schreitbeinen eines Laufkäfers oder auch einer Wespe — durch ihre abgeflachten, verbreiterten Glieder zu regelrechten Rudern umgebildet. Ein Saum von starken Haaren kann diese Ruderfläche noch vergrößern.
2. **Die Sprungbeine** von Flöhen, Pflanzenläusen oder Heuschrecken haben stark verdickte Oberschenkel, in denen die kräftigen Sprungmuskeln genügend Platz finden. Schiene und Fuß sind zu langen, starren „Sprunghebeln“ geworden, die nicht ohne weiteres einknicken.

Sie erfüllen die gleiche Aufgabe wie die Stange bei unseren Stabhochspringern.

3. **Die Saugfüße** des Gelbrandkäfers zeigen nicht nur verbreiterte Glieder, sondern auch richtige Saugnäpfe, wie du sie oftmals



Vergleich zwischen dem Laufbein eines Laufkäfers (L) und dem Schwimmbein eines Wasserkäfers (Sch). Ti = Schiene (Tibia)



Insekten-Sprungbein mit besonders dickem Schenkel und wenig beweglichen Fußgliedern, die zusammen mit der Schiene einen verlängerten „Sprunghebel“ bilden.



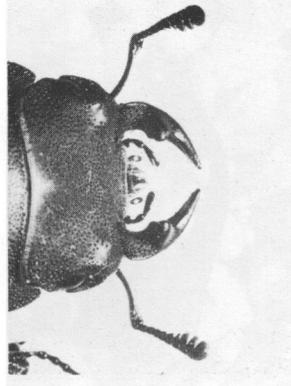
Schwimmbein eines Wasserkäfers. An der Schenkel-Unterseite ist eine Einbuchtung zu erkennen, in die beim Einschlagen des Beins nach innen die Schiene hineinrastet.



Die beiden Oberkiefer eines Gelbrandkäfers von oben gesehen. Ihre Spitzen werden gegeneinander bewegt und jede Beute, die zwischen sie gelangt, gleich von zwei Seiten erdolcht.



Die verbreiterten ersten Fußglieder des Vorderbeines vom Gelbrandkäfer besitzen zwei große Saugnäpfe auf der Sohle (Unterseite).



Bei dem kleineren Verwandten unseres Hirschkäfers, dem Balkenschrotter, sind die Oberkiefer nur wenig vergrößert und bilden kein „Geweih“.

sicher schon als Gummisaugnäpfe gesehen hast, mit deren Hilfe Preisschilder an Schaufensterscheiben befestigt werden — um nur ein Beispiel zu nennen.

Mit diesen Saugnäpfen können sich z. B. die Gelbrandkäfer an glatten Flächen, wie u. a. den Flügeldecken der Weibchen, gut festhalten.

4. **Das Klammerbein** der Schweineläus ist so gestaltet, daß eine Schweineborste genau in die Höhlung zwischen dem hakenartig gebogenen einzigen Fußglied, das wie eine Taschenmesserklinge nach innen eingeschlagen werden kann, hineinpaßt. Und auf diese Weise können sich die Schmarotzer leicht und sicher von Borste zu Borste voranhangeln.

Schweineläuse gehen nicht an Menschen! Du kannst sie praktisch in jedem Schweinestall mit der Pinzette zwischen den Rückenborsten der Tiere herausfangen und mit einem Tropfen Spiritus schnell abtöten.

5. **Das Grabbein** des Nashornkäfers zeigt am Ende seiner Schiene die gleichen Zacken, die wir schon beim Maikäfer mit den Zinken einer Garten-Grabgabel verglichen haben. Und genauso sehen auch die Grabbeine anderer Käfer aus, die in die Erde Gänge graben. Zu diesen Käfern gehört auch unser Mistkäfer.

6. **Die Oberkiefer** eines räuberisch von kleinen Wassertieren lebenden Gelbrandwasserkäfers besitzt so spitze Enden, daß sie zu richtigen durchbohrenden Dolchen werden.

7. Beim Hirschkäfer sind die gleichen Mundwerkzeuge zu einem „**Geweih**“ geworden, das die Männchen bei ihren Kämpfen um die Weibchen und um die Futterplätze wie unsere Hirsche gebrauchen.

Ein naher Verwandter des Hirschkäfers, der kleinere „Balkenschrotter“ hat dagegen nur etwas vergrößerte, sonst aber normale Oberkieferzangen.

8. **Die Oberkiefer** eines Ameisenlöwen lassen unter dem Mikroskop Kanäle bzw. Rinnen erkennen, in denen Verdauungssäfte bis in den Körper des Opfers — z. B. einer Ameise — fließen und ihn mehr oder weniger auflösen.

Unter einem Ameisenlöwen versteht man die Larve eines Netzflüglers. Er gräbt sich einen Sandtrichter, setzt sich auf den Boden dieser „Falle“ und wartet, bis eine Ameise hineinrutscht.

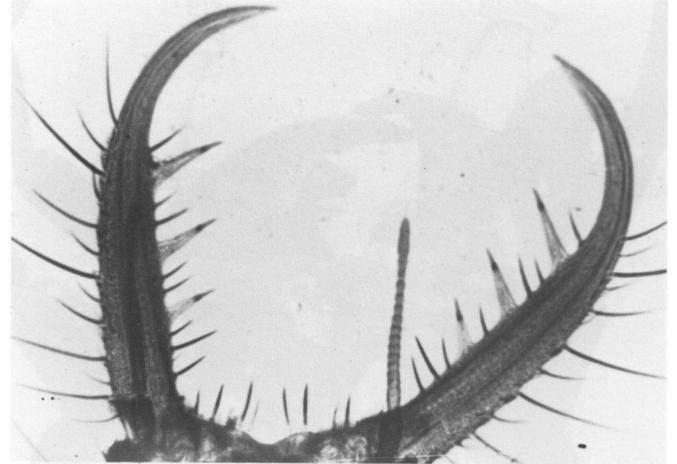
Du kannst die Beine und die Kiefer — mit Ausnahme des Kiefers der Hirschkäfer; sie sind zu groß! — wie gewohnt die Alkoholreihe hochführen und notfalls etwas in Nelkenöl aufhellen. Allerdings gelingt das nicht bei völlig schwarz gefärbten Teilen. Abschließend kannst du die Präparate in Malinol einbetten. Für etliche Organe brauchst du aber für die Deckgläser Unterlagen aus Pappe oder aus einem zurechtgeschnittenen Streichholz.

Wenn du wirklich Spaß am Mikroskopieren gefunden hast und sorgfältig arbeitest, kannst du in kürzester Zeit eine beachtliche Sammlung interessanter Präparate haben, mit deren Hilfe du auch deinen Freunden viele „Geheimnisse“ aus dem Tierreich erklären kannst.

Architekt Zelle

Das erste Mikroskop, das so gebaut war wie deines und nicht nur eine Linse besaß, sondern zwei (Okular und Objektiv), die durch einen Tubus miteinander verbunden waren, konstruierte der Engländer Robert Hooke.

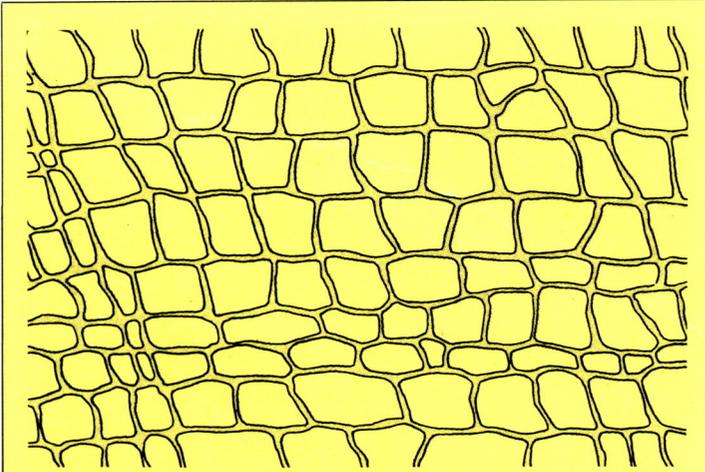
Im Jahre 1665 betrachtete er damit einen dünnen Schnitt durch



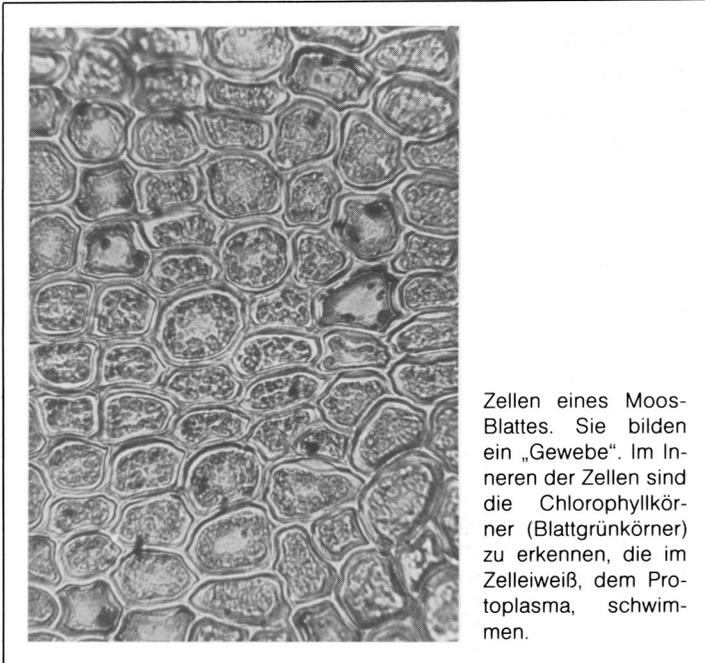
So sehen die Kiefer des Ameisenlöwen nach der Präparation und Aufhellung unter dem Mikroskop aus: die Rinne für die Verdauungssäfte ist gut zu erkennen. Bedenke, wie stumpf bei gleicher Vergrößerung eine Nähnadel gegen diese Spitzen wirken müßte (du kannst es ja einmal versuchen!).



Nur die Stirn des Ameisenlöwen mit den beiden mächtigen Kieferzangen schaut hier am Grunde seines Trichters aus dem lockeren Sand hervor.



So sah der alte Mikroskopiker Robert Hooke im Jahre 1665 die ersten „Zellen“ unter seinem Mikroskop! Er hatte einen sehr dünnen Schnitt durch Flaschenkork betrachtet und die „Kästchen“ entdeckt, die ihn an Gefängnisse oder Klosterzellen erinnerten. Deshalb nannte er sie „Zellen“. Tatsächlich waren es bei dem toten Kork nur die Zellwände, die er sah! Der Zellinhalt war längst nicht mehr vorhanden!



Zellen eines Moosblattes. Sie bilden ein „Gewebe“. Im Inneren der Zellen sind die Chlorophyllkörner (Blattgrünkörner) zu erkennen, die im Zelleiweiß, dem Protoplasma, schwimmen.

Flaschenkork. Er sah viele kleine rechteckige „Räume“, die ihn an die Kammern oder Zellen eines Klosters erinnerten. Deshalb nannte er diese Kämmerchen „**Zellen**“.

Erst viel später entdeckte man, daß jeder Tierkörper, jede Pflanze und auch der menschliche Körper aus solchen Zellen aufgebaut ist. Unser Körper z. B. besteht aus vielen Billionen verschiedenster Zellen (1 Billion = 1 Million mal 1 Million).

Robert Hooke hatte jedoch längst abgestorbene, tote Korkzellen gesehen, sozusagen nur noch die leeren Wände seiner Kämmerchen.

Wir aber wollen frische, lebendige Zellen untersuchen.

Du brauchst zum Arbeiten:

Pinzette, Objektträger, Deckglas, Jod – Jodkaliumlösung, Pipetten, Reagenzglas, Rasierklinge, Zucker, Papiertaschentuch, Petrischale, Moospflänzchen, Wasserpest, Küchenzwiebel.

Suche in Moospolstern des Wald- oder feuchten Wiesenbodens nach dünnen, durchscheinenden Moosblättchen. Am geeignetsten sind die des Drehmooses oder des Sternmooses. Bewahre aber die gefundenen Mooszweige feucht auf — z. B. in einer Petrischale mit etwas Wasser. Decke die Schale mit dem Deckel ab.

Bringe zu Hause mit der Pipette einen Tropfen Wasser auf den Objektträger. Pflücke mit der Pinzette ein Moosblättchen vom Stengel ab und lege es in den Wassertropfen und decke es mit einem Deckglas ab. Neben dem Deckglas herausquellendes Wasser saugt man am besten mit einem Papiertaschentuch ab.

War der Wassertropfen aber zu klein und füllt das Wasser nicht den ganzen Raum unter dem Deckglas aus, gib vorsichtig mit der Pipette am Deckglasrand etwas Wasser zu.

Untersuche nun zunächst bei geringer Vergrößerung:

Du erkennst mehr oder weniger regelmäßige sechseckige Zellen auf der Blattfläche. Am Rande und in der Mittelrippe sind die Zellen dagegen langgestreckt. Ihre Wände erscheinen hell, ihr Inneres ist mit grünen Körperchen angefüllt, den Chlorophyllkörnern. Der grüne Farbstoff ist also nicht im Saft der Pflanzen gelöst, sondern in Körnern gespeichert. Und du kannst das auf den ersten Blick sehen und erkennen.

Von diesen Chlorophyllkörnern hängt unser Leben und das aller Tiere ab, denn die grünen Pflanzen fangen damit sozusagen das Sonnenlicht ein und bauen mit der Energie dieser Strahlen aus Wasser und Kohlendioxid — dem „Kohlensäuregas“ der Luft — Zucker und Stärke auf — die sogenannten Kohlehydrate.

Wenn wir nun diese Kohlehydrate essen, z. B. als Brot, wird bei der Verdauung die darin gespeicherte Energie wieder frei. Unsere Körperwärme ist also tatsächlich Sonnenwärme, die Energie, mit der wir uns bewegen, Sonnenenergie!

Vergrößere nun stärker und betrachte dein Moospräparat weiter.

Du siehst, daß die Chlorophyllkörner linsenartig abgeflacht sind. Du erkennst es besonders gut, wenn sie an der Zellwand anliegen und von der Seite zu sehen sind. Was aber befindet sich zwischen den Chlorophyllkörnern?

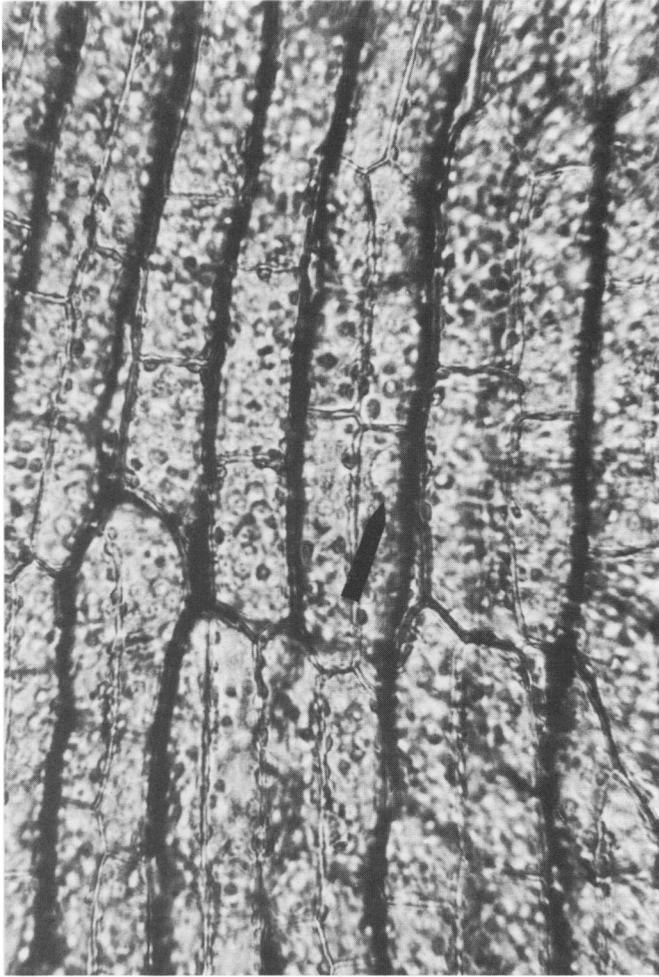
Das lebendige Zelleiweiß bewegt sich

Zupfe mit deiner Pinzette ein Blatt von der Wasserpest ab. Sie wird als Aquarienpflanze gehalten und du kannst sie in jedem Zoogeschäft kaufen.

Betrachte auch dieses Blatt im Wassertropfen bei geringer Vergrößerung. Es besteht nicht nur aus einer einzigen Lage Zellen wie das Moosblatt, sondern aus zwei Lagen übereinander. Du merkst das daran, daß immer nur eine Zellschicht ganz scharf im Bild-



Eine Zuckerlösung entzieht den Zellen (hier von einem Moosblättchen) das Wasser. Ihr Inhalt muß zusammenschrumpfen. Das Protoplasma löst sich von den Wänden der Zellen. Da es die Chlorophyllkörner enthält, läßt sich dieser „Plasmolyse“ genannte Vorgang leicht unterm Mikroskop verfolgen.



Die Blätter der Wasserpest besitzen zwei Zellschichten übereinander. Es kann immer nur auf eine der beiden scharf eingestellt werden. Die Zellwände der tieferen (oder höheren) Schicht scheinen dann undeutlicher durch. In den gestreckten Zellen sind Chlorophyllkörner zu erkennen. Sie verdecken meistens die Zellkerne. Lediglich in der Bildmitte ist ein Kern zu sehen (Pfeil).

feld erscheint, wenn du den Tubus ein wenig hebst oder senkst. Stelle nun auf die obere Zellschicht scharf ein!

Bei älteren Blättern, die sitzen weiter unten am Stengel, sind die Zellen nicht ganz mit Chlorophyllkörnern angefüllt. Und du erkennst jetzt, worin sie schwimmen: in einem fast glasklaren Schleim, dem **Zelleiweiß** oder **Protoplasma**.

Vergrößere nun etwas stärker und vermeide jetzt jede Erschütterung des Objektträgers. Wenn du genügend Geduld hast, wirst du bald feststellen können, daß sich manche Chlorophyllkörner bewegen. Allerdings bewegen sie sich nicht selbständig. Sie werden vielmehr von dem an der Zellwand und in Fäden quer durch die Zelle strömenden Protoplasma mitgerissen.

Alle chemischen Umwandlungen, ohne die es kein Leben gibt, spielen sich in diesem Zell-Protoplasma ab. Es ist niemals in Ruhe.

Zellwände sind durchlässig

Diese Behauptung kannst du leicht nachweisen. Wenn chemische Umsetzungen im Protoplasma stattfinden, müssen ja die dazu notwendigen Stoffe, wie z. B. die Nährsalze aus dem Boden, in die Zelle hineingelangen können.

Fülle also dein Reagenzglas etwa zu einem Drittel mit Wasser. Gib langsam Zucker dazu, bis sich auch nach längerem Schütteln keiner mehr auflöst. Verschließe beim Schütteln das Reagenzglas mit dem Daumen.

Bringe nun mit der Pipette einen Tropfen dieser „konzentrierten“ Lösung — dieser konzentrierten Zuckerlösung — an den Rand des Deckglases von deinem letzten Präparat. Saug von der entgegengesetzten Seite mit einem Stückchen Papiertaschentuch die Zuckerlösung unter dem Deckglas hindurch.

Auf diese Weise wird das Wasser durch die Zuckerlösung ersetzt.

Laß aus der Pipette entsprechend Zuckerlösung nachtropfen!

Jetzt siehst du unter dem Mikroskop, wie sich der Inhalt der Zellen von den Wänden löst: er schrumpft in der Mitte zusammen. Die Chlorophyllkörner liegen nun dicht zusammengepreßt in einem Protoplastklumpen.

Was ist da geschehen?

Eine Zuckerlösung ist bestrebt, sich durch Wasseraufnahme zu verdünnen. Sie saugt deshalb Wasser aus der Zelle durch die Zellwand hindurch. Der Zellinhalt verliert natürlich seine wassergefüllten Hohlräume, die sogenannten Vakuolen, im Protoplasma.

Während die großen gelösten Zuckermoleküle die Zellwand nicht durchdringen können, passieren die kleineren Wassermoleküle sowohl das Protoplasma als auch die Zellwand.

Diesen Vorgang nennt man **Osmose**. Mit anderen Worten: Das Durchdringen von Wassermolekülen durch eine Wand oder „Membran“ aufgrund eines Konzentrationsunterschiedes nennt man Osmose.

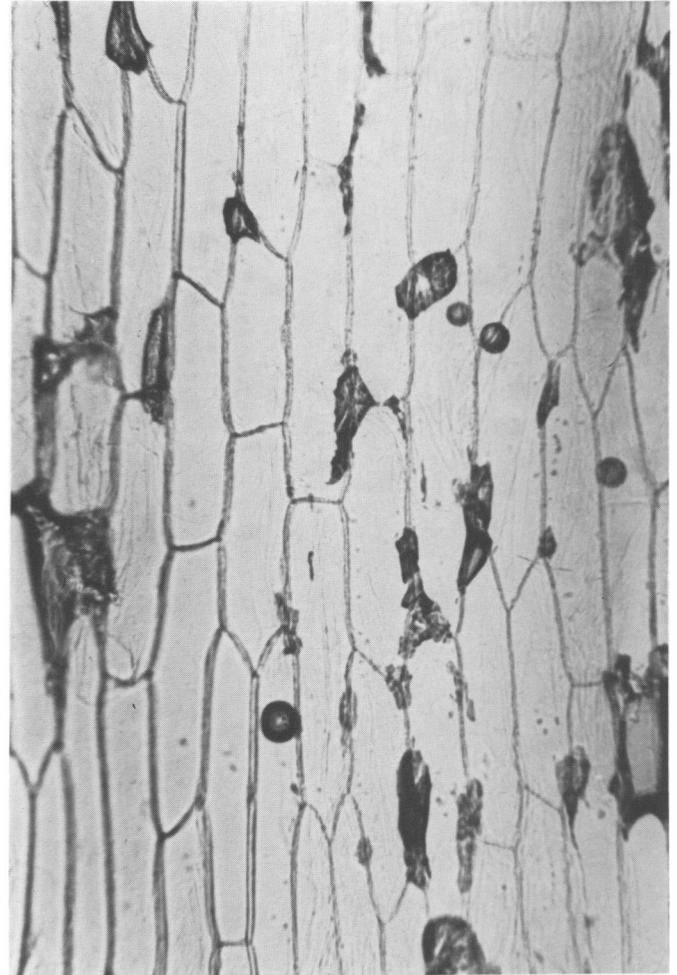
Der versteckte Zellkern wird sichtbar

Wenn du erforschen willst, was es außer Protoplasma und den Chlorophyllkörnern, den Chloroplasten, noch in Pflanzenzellen gibt, mußt du Zellen untersuchen, die keine Chlorophyllkörner enthalten. Hinter ihnen verbergen sich nämlich andere Bestandteile.

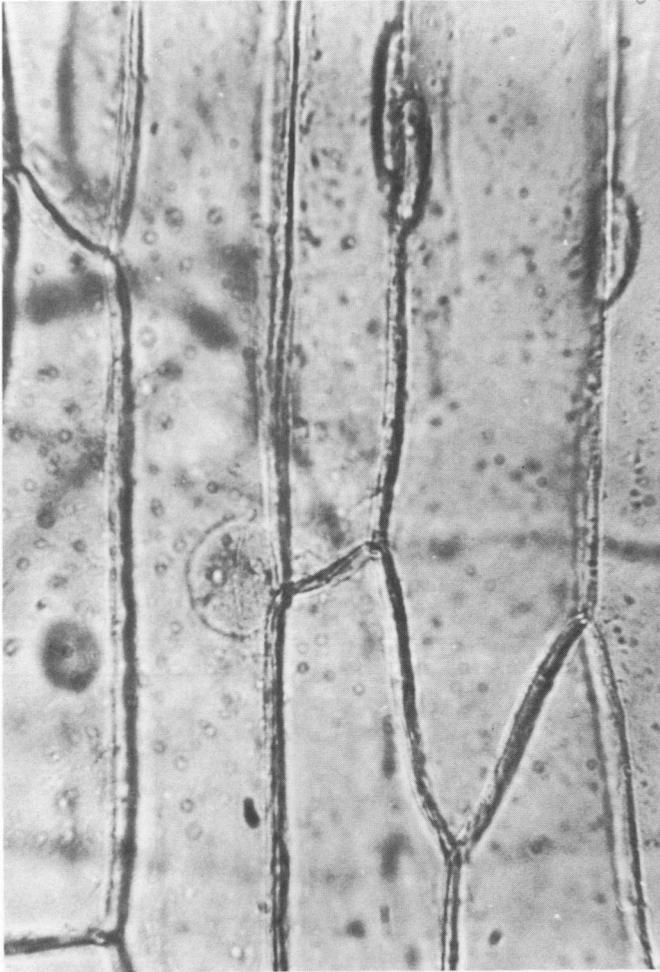
Du brauchst für diesen Versuch nur eine Küchenzwiebel.

Schneide die Zwiebel zweimal durch und löse eines der dickfleischigen, weißen Schalenblätter heraus.

Ritze nun die Oberhaut an der hohlen, der Innenseite, mit der Rasierklinge erst in der Längs-, dann in der Querrichtung leicht ein. Auf diese Weise erhältst du kleine viereckige, leicht mit der Pinzette ablösbare Oberhautstückchen.



Zellen des Zwiebelhäutchens. Bei den dunklen Stellen handelt es sich um Luftblasen unter dem Deckglas.



Zellen des Zwiebelhäutchens, stärker vergrößert. Vor allem nach dem Anfärben mit Jod-Jodkalium erkennt man deutlich den Zellkern — einmal in voller Breite von oben gesehen mit einem heller erscheinenden Kernkörperchen (Nukleolus) und dreimal (oben rechts) von der Seite. Der Zellkern ist demnach abgeflacht-scheibenförmig.

Fertige von einem solchen Stückchen Zwiebelhaut ein **Frischpräparat** an. Frischpräparate ist der Fachausdruck für die Wassertropfenpräparate, die du vorhin gemacht hast.

Breite, falls notwendig, das Hautstückchen mit Hilfe der Nadel flach aus, bevor du das Deckglas auflegst. Das Häutchen darf sich an keiner Stelle selbst überlappen oder doppelt liegen.

Betrachte das Frischpräparat der Zwiebelhaut nun bei schwacher Vergrößerung. Die Zellen sind langgestreckt.

Ihr Protoplasma enthält winzige Körnchen.

Bei stärkerer Vergrößerung entdeckst du in jeder Zelle einen runden, von der Seite her gesehen, linsenförmig abgeflachten Kern.

Dieser **Zellkern** tritt viel deutlicher hervor, wenn du ihn anfärbst.

Sauge daher auf die gleiche Weise, wie du es bereits mit der Zuckertropfenlösung getan hast, einen Tropfen Jod – Jodkaliumlösung unter dem Deckglas hindurch.

Sofort wirst du bemerken, daß mit zunehmender gelbbrauner Färbung die Zellwände und besonders der Zellkern immer deutlicher hervortreten.

Im Zellkern werden sogar ein bis zwei kleinere Kerne sichtbar: **die Kernkörperchen**.

Das Färben mikroskopischer Präparate ist ein Mittel, wegen ihrer Lichtdurchlässigkeit nur schwer oder auch gar nicht erkennbare Strukturen sichtbar zu machen.

Der Zellkern spielt bei der Teilung der Zellen eine wichtige Rolle. Er dirigiert sozusagen die Lebensvorgänge in der Zelle.

Jetzt wirst du selber erkennen, daß der immer wieder zitierte Vergleich der lebenden Zellen mit „Bausteinen“ falsch ist.

Ein Lebewesen wird ja nicht von irgend jemand aus Zellen zusammengesetzt, wie ein Haus von Maurern. Die Zellen selbst teilen und vermehren sich.

Bei diesem Vorgang verwandeln sie sich in „Spezialisten“: z. B. in Muskelzellen, Knochenzellen, Darm- oder Nervenzellen unseres Körpers.

Sie sind also eher mit dem Baumeister als mit den Bausteinen zu vergleichen.

Die lebende Zelle ist der „Architekt“ des Organismus — und erst in zweiter Linie sein Baustein.

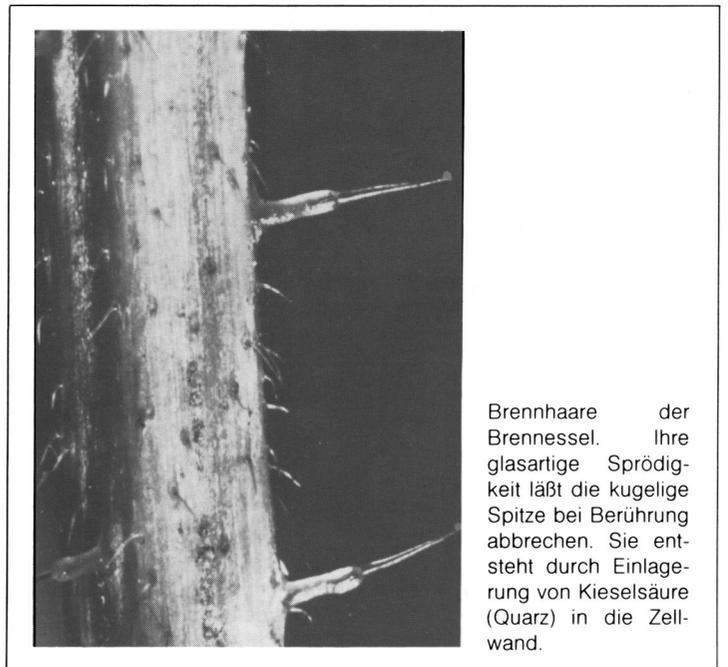
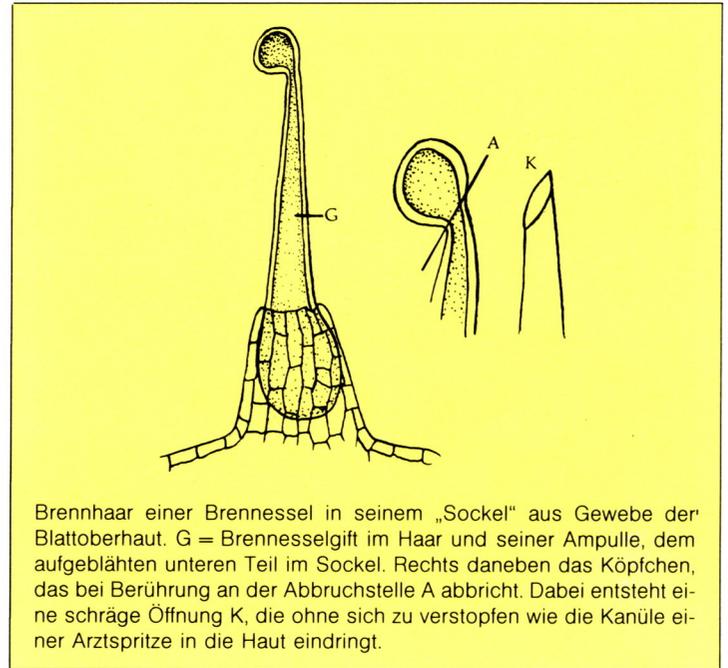
Alle Zellen eines Körpers gehen aus einer ersten „Anfangszelle“ durch ständiges Teilen hervor: aus der befruchteten Eizelle. Sie ist beim Menschen etwa so groß wie das eben noch erkennbare Loch, das du mit einer dünnen Nadel in ein Blatt Papier stichst.

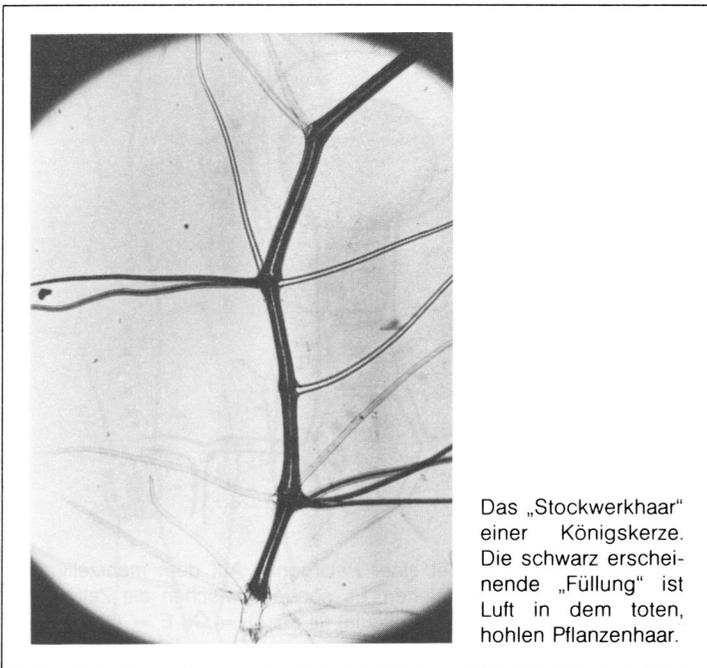
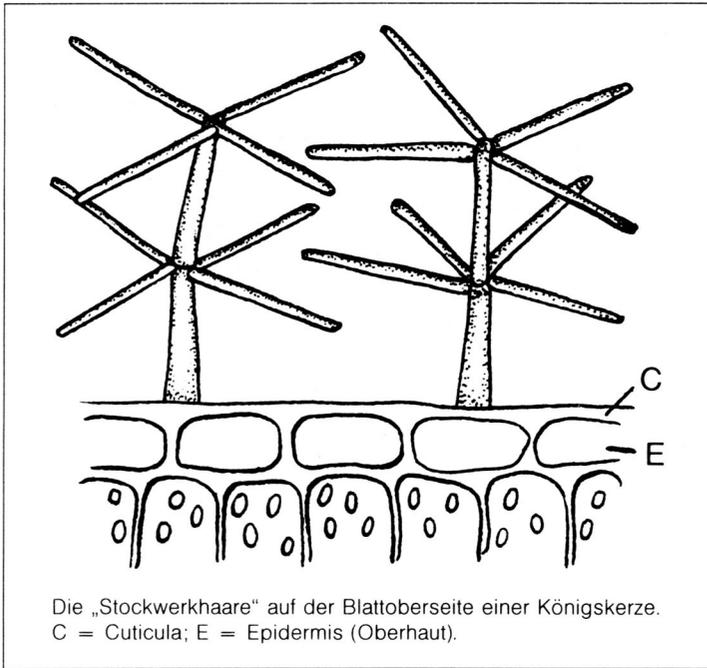
Wozu brauchen Pflanzen eigentlich Haare?

Bei den Brenn-Nesseln ist das eine ziemlich überflüssige Frage. Sie setzen sich mit ihren Brennhaaren zur Wehr — und das recht wirksam.

Schon mit bloßem Auge sind die langen, glasartig schimmernden Brennhaare zu erkennen.

Aber woher kommt es eigentlich, daß so ein Haarstich nicht nur einen kurzen Schmerz verursacht, sondern ein lang andauerndes Brennen? Du kannst diese Frage lösen.





Du brauchst zum Arbeiten:

Lupe, Rasierklinge, Präpariernadel, Objektträger, Deckgläser, Glycerin-Gelatine, Esbit, 1 Porzellaneierbecher.

Suche mit der Lupe am Stengel oder an einem Blattstiel der Brennessel einige besonders kräftige Brennhaare. Du wirst bemerken, daß das etwas glasige Haar auf einem breiteren Sockel sitzt.

Trenne mit der Rasierklinge einige dieser Sockel durch einen flächenparallelen Schnitt direkt an der Unterlage ab. Bring sie mit der Nadel in einen Wassertropfen auf dem Objektträger und lege vorsichtig ein Deckglas auf. Gib acht, daß du das Präparat nicht quetschst.

Schon bei geringer Vergrößerung wirst du feststellen, daß das lange Brennhaar mit seinem verdickten unteren Ende in dem Sockel aus Zellen wie ein Ei im Eierbecher sitzt.

Seine Spitze endet in einem schräg aufsitzenden runden Köpfchen. Leider wirst du in den meisten Präparaten dieses Köpfchen nicht zu sehen bekommen. Warum?

An der Ansatzstelle ist die Haarwand besonders dünn und durch Einlagerungen von Kieselsäure recht spröde. Das Köpfchen bricht daher bei der geringsten Berührung ab. Dabei entsteht seitlich hinter der Spitze eine Öffnung, aus der dann der brennende Inhalt des innen hohlen Haares ausläuft.

Für alle, die es genau wissen wollen: in diesem brennenden Saft ist u. a. ein Salz der Ameisensäure enthalten.

Das Brennesselhaar ist genauso konstruiert, wie die Nadel, die Kanüle, einer ärztlichen Injektionsspritze. Auch deren Öffnung sitzt seitlich hinter der Spitze und kann deshalb ohne zu verstopfen durch die Haut gleiten.

Der Mensch hat also auch hier bewußt oder unbewußt der Natur etwas nachgemacht.

Auch Zimmerpflanzen haben Drüsen

Eine der beliebtesten Pflanzen ist die Pelargonie oder auch Geranie. Du kannst von ihrem Blattstiel die Haare mit der flach geführten Rasierklinge regelrecht abrasieren.

Wenn du genau hinschaust, siehst du einfach spitz zulaufende gewöhnliche Haare und andere, deren Ende ein Köpfchen trägt. Sie erinnern an Stecknadeln. Es sind ebenfalls Drüsenhaare.

Ihre Köpfchen sondern ätherische Öle ab.

Es gibt auch Drüsenhaare, die einen Klebstoff ausscheiden, an dem Insekten hängenbleiben, und Verdauungssäfte, mit denen dann die gefangenen Insekten verdaut werden. Denke z. B. an den „Sonnentau“ in Mooren.

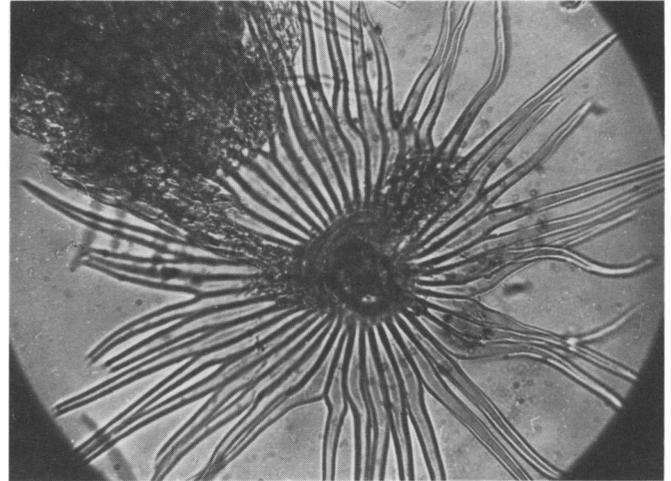
Die Absonderungen von Drüsenhaaren können aber auch einem recht friedlichen Zweck dienen: in Blüten locken sie die Bienen an, die zu ihrer Ernährung Nektar suchen und dabei die Pflanzen bestäuben.

Auf der Jagd nach Haaren

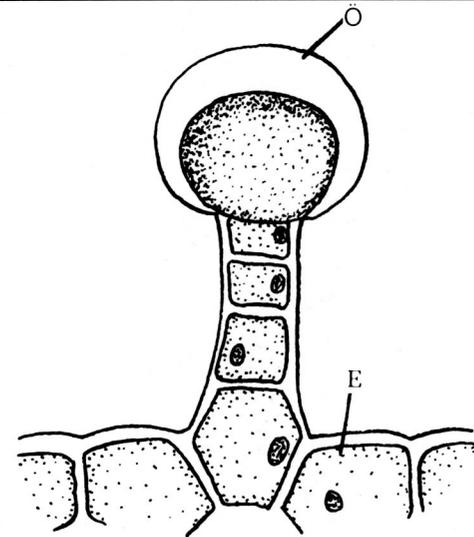
Benutze bei der Suche nach möglichst vielen verschiedenen Haarformen deine Lupe. Du wirst mitunter recht bizarre Formen entdecken.

Die Haare auf den jungen Stielen des Efeu sind z. B. einfach sternartig verzweigt.

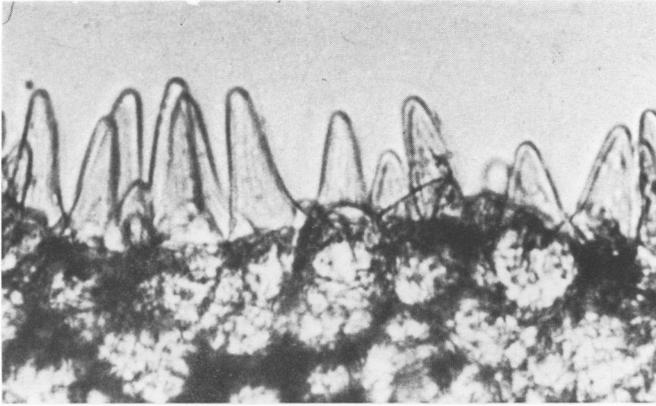
Jedes Einzelhaar des dichten Filzes, der die Blätter der Königskerze so samtweich erscheinen läßt, ist dagegen mehrfach verzweigt, in Stockwerken übereinander. Dadurch wird der Wind, der die Pflanze austrocknet, von der Blattoberfläche ferngehalten. Unter dem Mikroskop wirst du feststellen, daß diese Haare mit Luft gefüllt sind – sie sind also tot. Deshalb erscheinen sie weiß und



Das sternförmige, flach der Oberhaut anliegende „Schuppenhaar“ der Ölweide.



Drüsenhaar vom Blattstiel einer Pelargonie. Auf dem mehrzelligen Stiel sitzt das Drüsenköpfchen. Es sondert zwischen die Zellwand und ein dünnes Häutchen (Cuticula) Öl ab. Ö = Öl; E = Oberhautzelle (Epidermiszelle)



Die zuckerhutförmigen Ausstülpungen der Außenwände von Epidermiszellen beim Stiefmütterchen (Papillen) bewirken den „Samteffekt“: die Lichtstrahlen werden zwischen ihnen hin- und herreflektiert (gespiegelt). Die Ausstülpungen sind am einfachsten an der Kante eines umgeknickten Blütenblattes unter dem Mikroskop bei geringer Vergrößerung zu betrachten.

schützen gleichzeitig die Pflanze vor den erwärmenden Sonnenstrahlen. Sie werfen wie kleine Spiegel das Licht zurück.

Auch die eigenartigen **Schuppenhaare** des Ölweidenstrauches bieten diesen „Strahlenschutz“.

Fertige ein Frischpräparat — wie es im Kapitel über die Zelle genau beschrieben ist — mit dünnen Flächenschnitten der Blattunterseite an.

Du siehst dann, daß jedes dieser schildförmigen Schuppenhaare aus vielen, wie Strahlen angeordneten, Zellen besteht.

Bette einen besonders gut gelungenen dünnen Schnitt in Glycerin-Gelatine ein. Du kannst dir übrigens eine ganze Sammlung verschiedenster Pflanzenhaare als Dauerpräparate anlegen. Du erhältst dann ein hochinteressantes „Nachschlagewerk“.

Blätter als lebendige Kraftwerke

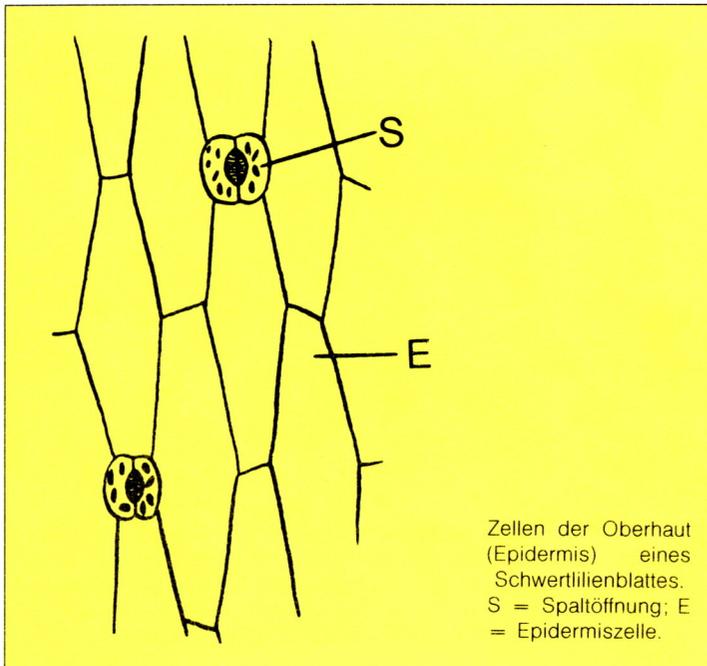
In dem Kapitel über die Zelle standen auch die Informationen über die Aufgabe der Chlorophyllkörner. In den Blättern der Pflanzen wandeln sie bei der Assimilation Lichtenergie in chemische Energie um.

Deshalb kann man die grünen Blätter zu recht als **„Sonnenkraftwerke“** bezeichnen.

Wenn wir die Sonne nur annähernd so gut ausnützen könnten, wie es die grünen Pflanzen können, wären wir all unsere Energiesorgen los!

Die Blätter benötigen zur Assimilation aber auch Wasser aus dem Boden und Kohlendioxid aus der Luft. Wie aber kommt nun beides an die Chlorophyllkörner heran?

Diese Frage kannst du mit Hilfe deines Mikroskopes lösen!



Du brauchst zum Arbeiten:

Pinzette, Rasierklinge, Präpariernadel, Styropor (oder Holundermark), Objektträger, Deckgläser, Glycerin-Gelatine, Lanzettnadel, Esbitwürfel, Eierbecher aus Porzellan, einen Flaschenkorken, Sudan-Glycerin, Blätter der Schwertlilie, der Christrose, vom Buchsbaum, von der Mahonie, vom Liguster oder vom Efeu und Kiefernadeln.

Besorge dir ein Stück von einem Schwertlilienblatt. Im Winter bekommst du es sicher auch in einem Blumengeschäft.

Ritze mit der Rasierklinge die Oberhaut leicht ein. Fasse dann an der Schnittstelle das dünne Oberhäutchen mit der Pinzette und ziehe ein kleines Stück davon ab.

Fertige ein Frischpräparat!

Du siehst unter dem Mikroskop langgestreckte Zellen, ähnlich denen des Zwiebelhäutchens. Dazwischen sitzen wie Kaffeebohnen aussehende „**Spaltöffnungen**“. Das sind die Verdunstungs- und Atemporen des Blattes.

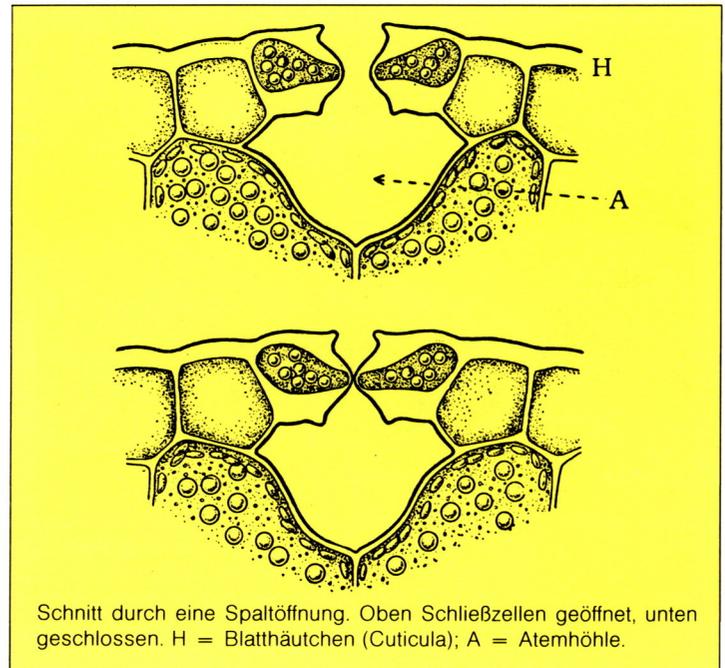
Vergrößere jetzt stärker.

Jeder Spalt — nicht alle werden geöffnet sein — läßt zwei bohnenförmige **Schließzellen** erkennen. Und schon der Name gibt einen Hinweis auf ihre Aufgaben:

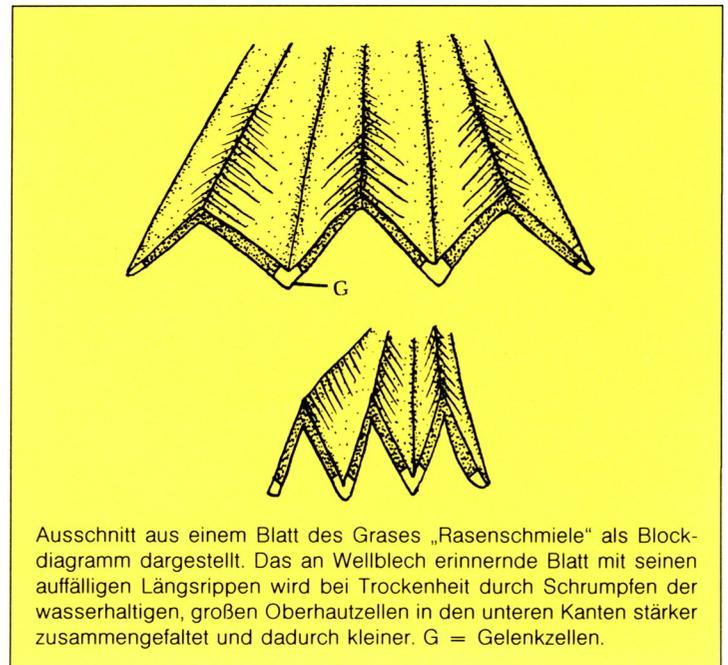
Die Schließzellen können den Spalt zwischen sich weit öffnen oder auch völlig schließen. Auf diese Weise kann die Pflanze ihre Wasserverdunstung ebenso regulieren wie ihre Atmung und die Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft.

Dünnschnitte erfordern etwas Geduld

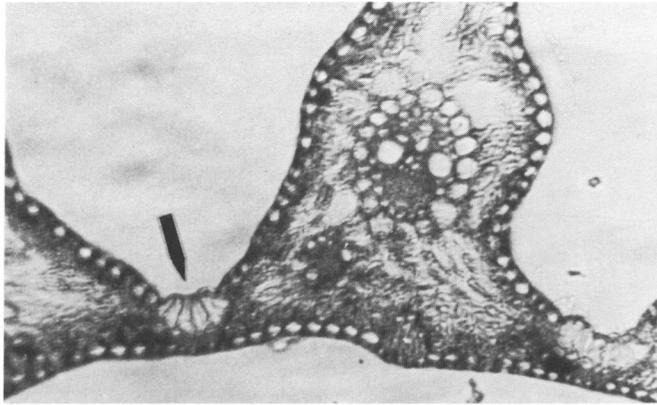
Genauer untersuchen kannst du die Spaltöffnungen eines Blattes der Christrose. Diese beliebte und bekannte Vorgartenblume



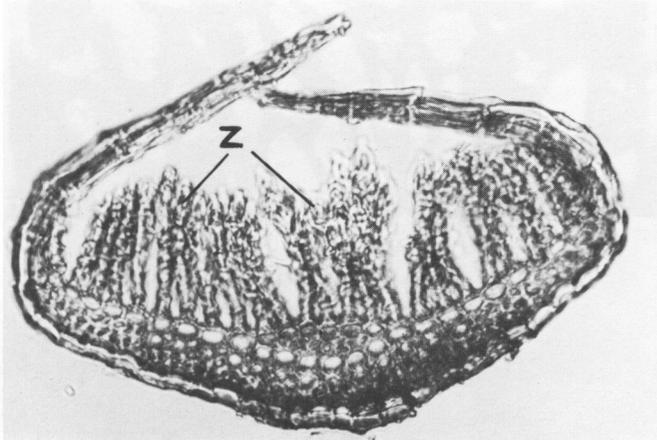
Schnitt durch eine Spaltöffnung. Oben Schließzellen geöffnet, unten geschlossen. H = Blatthäutchen (Cuticula); A = Atemhöhle.



Ausschnitt aus einem Blatt des Grases „Rasenschmiele“ als Blockdiagramm dargestellt. Das an Wellblech erinnernde Blatt mit seinen auffälligen Längsrippen wird bei Trockenheit durch Schrumpfen der wasserhaltigen, großen Oberhautzellen in den unteren Kanten stärker zusammengefallen und dadurch kleiner. G = Gelenkzellen.



Querschnitt durch das Blatt der Grasart „Rasenschmiele“. Eine seiner Längsrippen zeigt hier in der Mitte ein Leitbündel: die großen Poren sind die quergeschnittenen Holzgefäße – Röhren, die das Wasser von der Wurzel bis in die Blätter leiten. Der Pfeil weist auf besonders große Oberhautzellen hin, die bei starker Trockenheit zusammenschrumpfen. Dadurch ziehen sie die Blattrippen gegeneinander, die Gesamtfläche des Blattes verkleinert sich und die Verdunstung wird infolgedessen eingeschränkt!



Querschnitt durch ein Moosblättchen (zwischen Holundermark oder Styropor geschnitten). Bei Trockenheit legen sich die Blattränder über den frei emporstehenden Zell-Säulchen auf der Blattfläche schützend zusammen. Z = Zellsäulchen.

steht das ganze Jahr über zur Verfügung.

Lege ein kleines Blattstück über einen Flaschenkorken, und halte die Enden mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand fest. Führe nun mit der Rasierklinge einen möglichst flachen Schnitt parallel zur Blattoberfläche. Es genügt schon, wenn eine Stelle des Schnittes nicht grün, sondern durchscheinend ist. Stelle gleich mehrere **Dünnschnitte** her und suche unter dem Mikroskop den besten zur Untersuchung aus.

Stelle ein Frischpräparat her!

Jetzt siehst du: die Oberhautzellen haben gewellte Ränder wie Teile eines Puzzlespiels. Dadurch halten sie fester zusammen. Du findest in ihnen keine Chlorophyllkörner. Die Oberhaut eines Blattes assimiliert nicht, sie erfüllt andere Aufgaben. So schließt sie das Blattgewebe nach außen hin ab und schützt es vor dem Austrocknen.

Drehe nun das Blatt um und fertige einen **Dünnschnitt** von der Blattunterseite an.

Im Frischpräparat entdeckst du viele Spaltöffnungen. Ihre Schließzellen sind die einzigen Oberhautzellen, die Chlorophyllkörner enthalten. Sie können also Zucker bilden und damit ihre Zellsaft-Konzentration verändern:

Wenn sie durch Osmose Wasser ansaugen, werden sie prall und der Spalt öffnet sich. Geben sie aber Wasser ab, erschlaffen sie und der Spalt schließt sich.

Laubblätter haben mehrere Stockwerke

Um ein Blatt quer schneiden zu können, mußt du es zwischen Styroporstückchen klemmen. Noch besser geht es mit Holundermark. Suche dir also einen verdorrten Wasserschöbbling an einem Holunderstrauch, von dem sich die Rinde leicht mit den Fingernägeln lösen läßt. Schneide dann ein etwa 5 cm langes Stück von dem

weißen Mark ab. Spalte es an einem Ende mit der Rasierklinge und klemme ein Stückchen Christrosenblatt dazwischen.

Ziehe nun (drücke aber nicht!) die Rasierklinge möglichst flach durch das Styropor oder Holundermark und das darin eingeklemmte Blattstück in Richtung auf deinen Körper zu. Sei vorsichtig dabei!

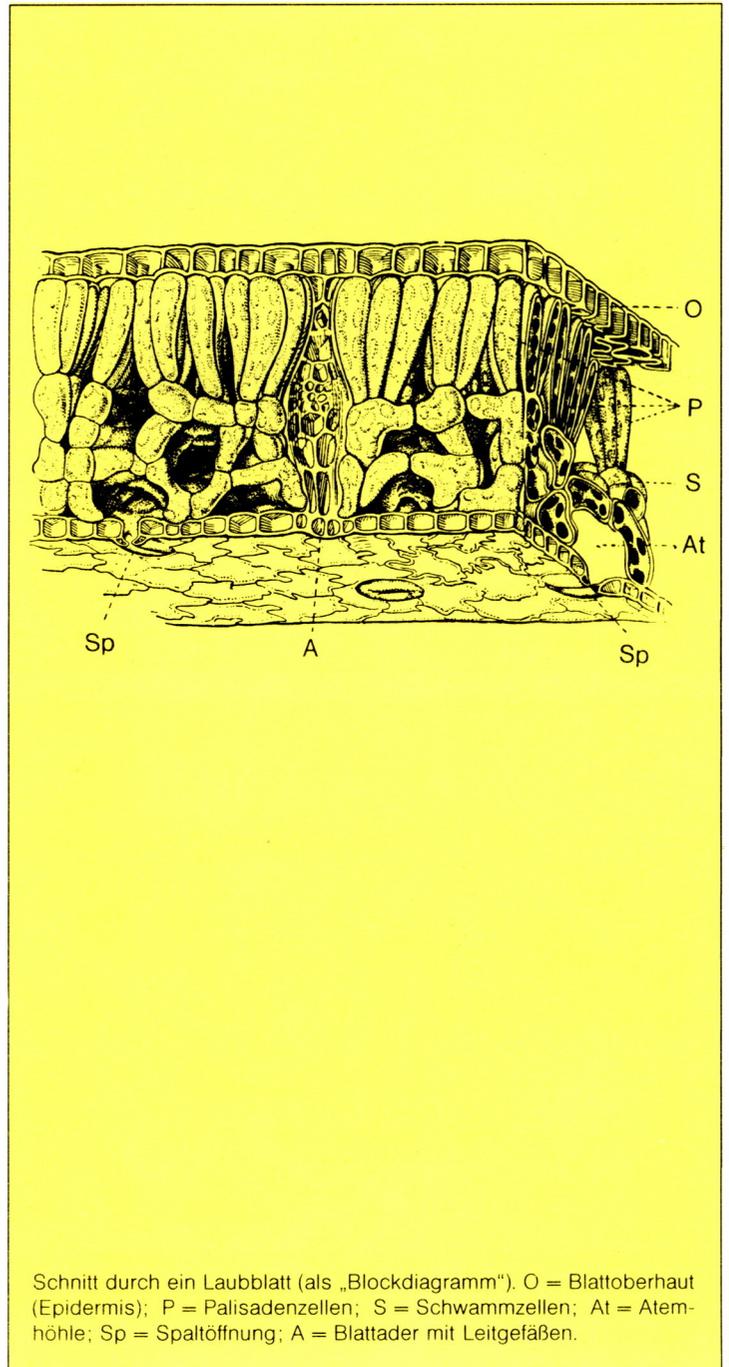
Fertige gleich wieder mehrere Schnitte an, vielleicht 5—8, und übertrage sie mit der Nadel von der Klinge in den Wassertropfen auf deinem Objektträger. Lege ein Deckglas auf und suche zunächst mit der geringsten Vergrößerung nach dem dünnsten Schnitt.

Vergrößere jetzt die dünnste Stelle stärker! Du findest folgende Schichten untereinander:

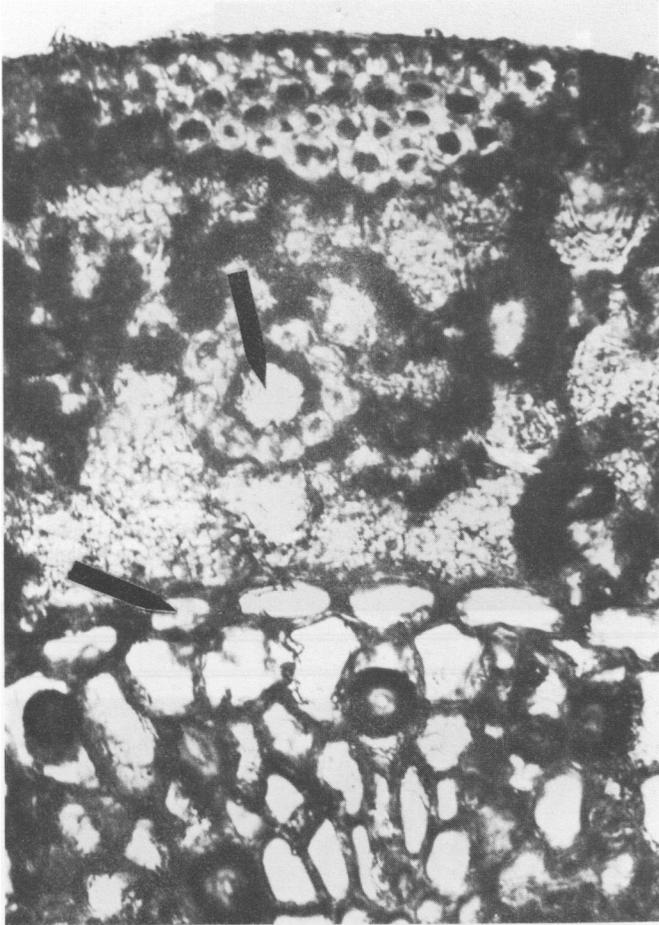
1. **die Blattoberhaut**, die Epidermis. Sie enthält kein Chlorophyll. Ihre nach außen gerichteten Zellwände sind verdickt und bilden das Blatthäutchen, die Cuticula. Denke an den Verdunstungsschutz.
2. Langgestreckte, chlorophyllreiche **Palisadenzellen**. Sie werden so genannt, weil sie senkrecht nebeneinanderstehen wie die Stämme eines Palisadenzaunes.
3. Das **Schwamm-Parenchym** mit vielen Hohlräumen, durch die Luft zirkulieren kann.
4. die **untere Blatthaut**, die wieder kein Chlorophyll enthält. Auf ihr findest du die Spaltöffnungen.

Und jetzt verstehst du, wie das Kohlendioxid-Gas der Luft an die assimilierenden Chlorophyllkörner herankommt: durch die Spaltöffnungen und die Hohlräume des Schwamm-Parenchyms.

Wenn du die Schließzellen einer Spaltöffnung gerade günstig getroffen hast, kannst du auch den technischen Trick erraten, mit



Schnitt durch ein Laubblatt (als „Blockdiagramm“). O = Blattoberhaut (Epidermis); P = Palisadenzellen; S = Schwammzellen; At = Atemhöhle; Sp = Spaltöffnung; A = Blattader mit Leitgefäßen.



Querschnitt durch ein Nadelblatt. Am oberen Rand die wandverdickten Zellen. Der obere Pfeil deutet auf einen von wandverdickten Zellen umgebenen Harzkanal, der untere auf die Zellreihe der „Endodermis“ (Innenhaut), die den Zentralzylinder umgrenzt, in dem die Leitgefäße liegen.

dessen Hilfe sie das Schließen und Öffnen des Spaltes bewirken. Der technische Trick liegt in ihrem Feinbau verborgen.

Wenn die Schließzellen wassergesättigt sind, wölben sich die sehr dünnen Rückwände gegen die benachbarten Oberhautzellen. Dabei ziehen sie die dicken und nicht dehnbaren gegenüberliegenden Zellwände, die den Rand des Spaltes bilden, mit. Der Spalt öffnet sich. Und in dem Maße, in dem der Wassergehalt der Schließzellen abnimmt, verengt und schließt sich der Spalt.

Das Blatthäutchen ist imprägniert wie ein Regenmantel

Das Imprägnieren, also das Undurchlässigmachen eines Stoffes für Wasser, ist durchaus keine menschliche Erfindung. Viele Blatthäutchen enthalten nämlich Wachs und Fett, um Wasser abzustöben.

Du kannst solche **Fetteinlagerungen** mit Sudan-Glyzerinlösung nachweisen.

Sauge einen Tropfen dieser Lösung unter dem Deckglas durch. Der in Fett lösliche Farbstoff sammelt sich im Blatthäutchen an, wenn es besonders gegen Wasserverlust imprägniert ist. Das ist bei Pflanzenblättern der Fall, die überwintern und bei denen zwischen den geschlossenen Spaltöffnungen kein Wasser verdunsten darf. Untersuche z. B. Querschnitte von Blättern des Buchsbaumes, der Mahonie, der Stechpalme, des Kirschlorbeers oder des Efeus.

Tausend Rohre sorgen für die Wasserzufuhr

Vielleicht entdeckst du auf einem Christrosenblatt-Querschnitt auch eine etwas dunklere Stelle inmitten des Schwamm — Parenchyms. Es handelt sich dann um eine **Blattader**: viele eng zusammengepreßte Öffnungen.

Durch die weitesten dieser Röhren — denn in Wirklichkeit sind sie ja nichts anderes — fließt das aus der Wurzel hochgesaugte Bodenwasser bis in die Blattzellen, wo es für die Assimilation gebraucht wird. Der dabei gebildete Zucker fließt als Lösung durch die engeren Röhren, die Siebröhren, zu den Speicherorganen

der Pflanze: z. B. in Knollen, wie bei unserer Kartoffel, die den Zucker in Stärke umwandelt und speichert, oder auch in Früchte.

Versuche einmal, ein Ligusterblatt quer zu schneiden – natürlich auch in Holundermark oder zwischen Styroporstückchen – und zwar in seiner Mitte.

Du entdeckst in der querschnittenen Mittelrippe die zahlreichen Röhren des sogenannten **Leitbündels**, wie man eine solche Bündelung von Leitungsbahnen nennt.

Gute Schnitte sind geeignete Dauerpräparate

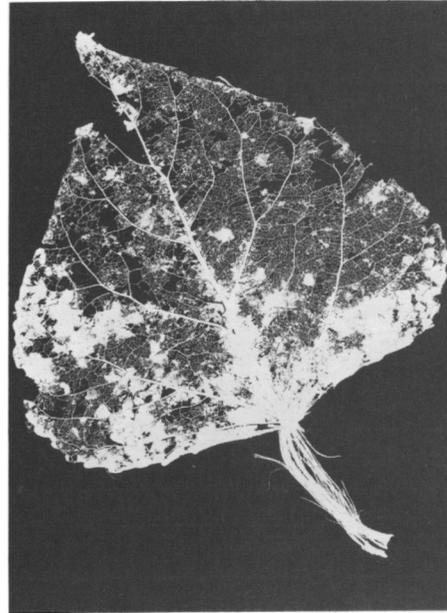
Die einzubettenden Schnitte von Pflanzen mußst du nicht erst mühsam entwässern und die Alkoholreihe hochführen. Das Einbettungsmittel – nämlich die Glycerin-Gelatine – verträgt Wasser.

Entnimm mit einer sehr sauberen Lanzettnadel ein etwa erbsengroßes Stückchen Gelatine und lege es auf die Mitte eines Objektträgers. Verschließe das Glas mit der Gelatine sofort wieder staubsicher!

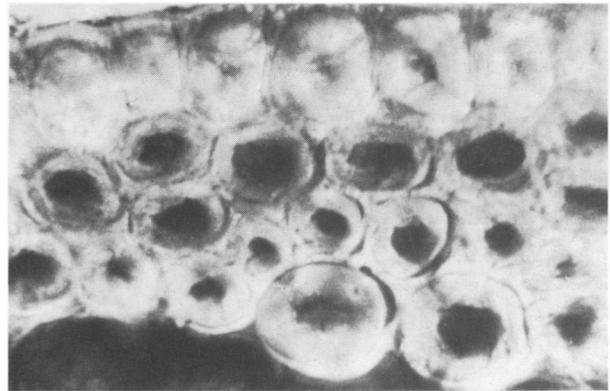
Stelle nun einen Eierbecher auf den Kopf und lege ein wenig Esbit auf die Unterseite und zünde es an. Ziehe den Objektträger mehrmals durch die Esbitflamme, bis die Gelatine geschmolzen ist. Achte darauf, daß sie nicht aufkocht! Überführe dann mit der Nadel den einzubettenden Schnitt aus dem Wassertropfen des Frischpräparates in die flüssige Gelatine. Lege langsam, damit sich keine Luftblasen bilden können, ein Deckglas auf. Und schon ist das Dauerpräparat fertig.

Das heißt, etwas mußt du noch tun. Wenn die Gelatine völlig erhärtet ist, solltest du mit Nagellack einen dünnen Rand um die Deckglaskanten ziehen, der die Kanten etwas überdeckt.

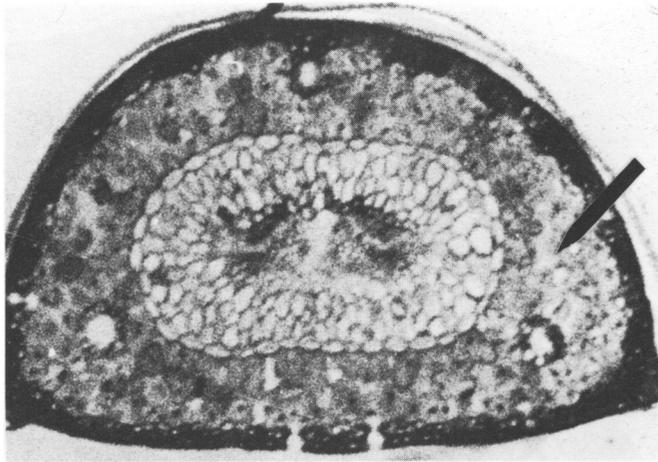
Dieses Dauerpräparat kannst du unbegrenzt lange aufbewahren.



Wenn ein Blatt verrottet (verfault und verwest), bleiben die kräftigen Blattadern mit den Leitgefäßen am längsten erhalten.



Unter dem Mikroskop erkennt man bei starker Vergrößerung auf einem dünnen Schnitt durch eine Nadel den Grund für ihre Härte, Dauerhaftigkeit und Unempfindlichkeit gegen Trockenheit. Schon die Zellen der Oberhaut (oberste Reihe) haben ihre Wände so durch Holzeinlagerung verdickt, daß ihr Innenraum (Lumen) manchmal kaum zu sehen ist. Darunter liegen noch mehrere Schichten solcher wandverdickter Zellen – bis endlich, der Nadelmitte zu – größere, dünnwandige, mit Blattgrün gefüllte Zellen folgen.



Gesamt-Querschnitt durch ein Nadelblatt. In der Mitte der „Zentralzylinder“ mit zwei Leitbündeln. Drei Harzkanäle durchziehen die Nadel. Am unteren Rand sind zwei Spaltöffnungen mit ihren „Atemhöhlen“ getroffen. Pfeil = grünes Assimilationsgewebe.



In der toten braunen Zwiebelhaut sind die Zellwände gerade noch zu erkennen. Umso deutlicher treten die hellen Kristalle von Kalziumoxalat hervor.

Blätter sind auch die Nieren der Pflanze

Pflanzen können ihre Abfallstoffe nur durch die Blätter loswerden, Bäume beim jährlichen Laubfall im Herbst, Kräuter durch Einlagerung in das Blattgewebe.

Lege ein vielleicht 2 x 2 mm großes Stück einer äußeren braunen Zwiebelhaut trocken (also ohne Wassertropfen) auf den Objektträger. Schon bei geringer Vergrößerung siehst du in den abgestorbenen Zellen quaderförmige Kristalle. Es sind Kalzium-Oxalat-Kristalle.

Ein wenig anders geformte Kristalle des gleichen Salzes entdeckst du im Blattstiel der Begonie. Manche nennen diese Pflanze auch Schiefblatt. Halbiere mit der Rasierklinge ein Stück Blattstiel. Fertige Dünnschnitte an durch die Randpartie, indem du parallel zu dieser Fläche schneidest.

Die schönen Kristalle liegen in den Zellen in Reihen übereinander. Es sind sogenannte Oktaeder: jeweils zwei mit den Bodenflächen zusammengewachsene vierseitige Pyramiden.

Solchen Einschlüssen von Oxalatkristallen verdanken Sauerklee und Sauerrampfer übrigens ihren sauren Geschmack.

Auch Nadeln sind Blätter

Besorge dir junge Kiefernadeln. Sie haben ein helleres Grün als alte Nadeln.

Suche unter mehreren Querschnitten, die du wieder unter Benutzung von Styroporstückchen oder Holundermark geschnitten hast, bei geringster Vergrößerung den dünnsten heraus. Rücke ihn in die Bildfeldmitte und vergrößere stärker!

Die Zellen der Epidermis, der Oberhaut, zeigen stark verdickte Wände. Auch die Blatthäutchen sind ziemlich stark. Sogar unter der normalerweise nur aus einer Zellschicht bestehenden Oberhaut findest du noch mehrere Schichten von Zellen, deren

Wände auffallend stark verdickt sind.

Jetzt kannst du verstehen, warum solche Nadel-Blätter hart und stechend sind. In ihren dicken Zellwänden ist Holzstoff, **Lignin**, zur Festigung eingelagert. Das Gewebe aus unverholzten Zellen, deren Wände nicht verdickt sind, wird so gestützt.

Das Assimilationsgewebe liegt mehr in der Mitte. Man erkennt es an den grünen Chlorophyllkörnern. Hie und da wird es von Harzkanälen durchzogen. Kiefern sind in allen Teilen sehr harzig. Und die beiden Leitbündel nahe der Mitte fallen sofort auf. Ihre weiten Röhren nennt man **Holzgefäße**. Durch sie werden die in Wasser gelösten Bodensalze, und das Wasser natürlich auch, nach oben in die Pflanze, in den Baum geleitet. Durch die engeren Gefäße, die etwas mehr nach außen liegen, fließen die Assimilate. Diese Gefäße nennt man **Bastgefäße**.

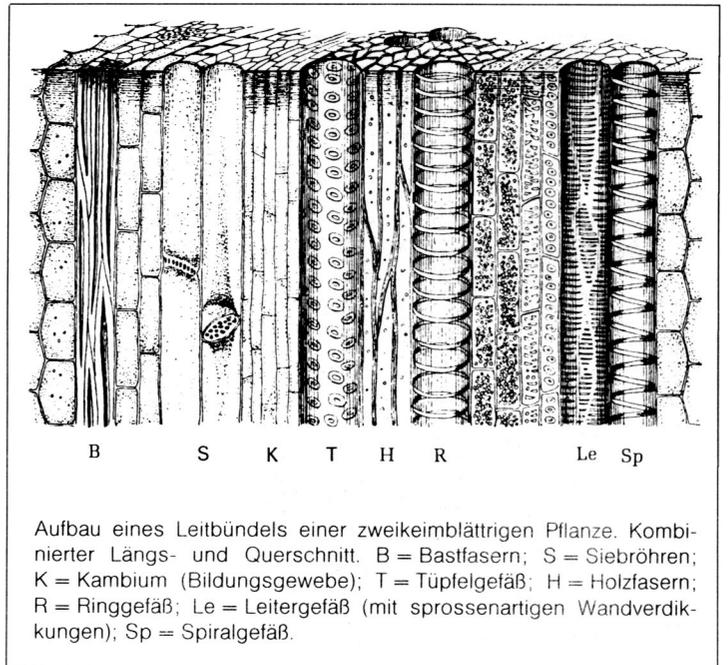
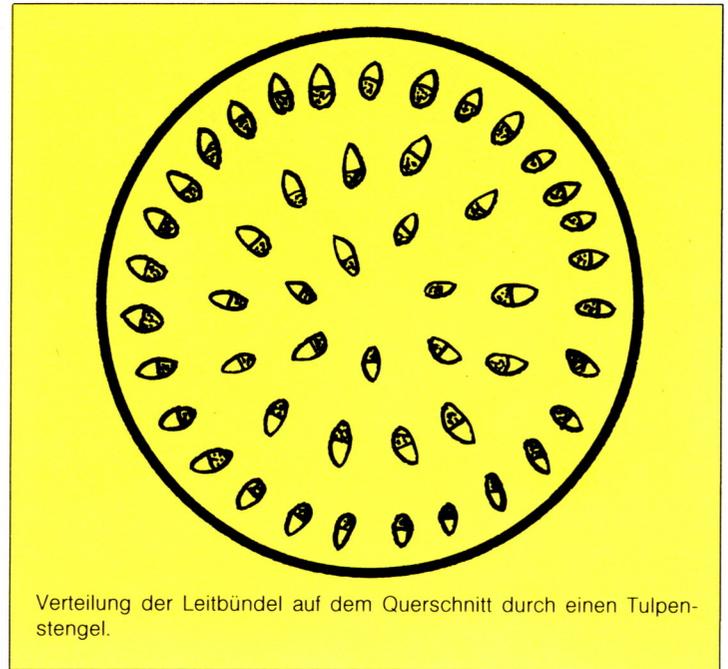
Tausend Röhren auf engstem Raum

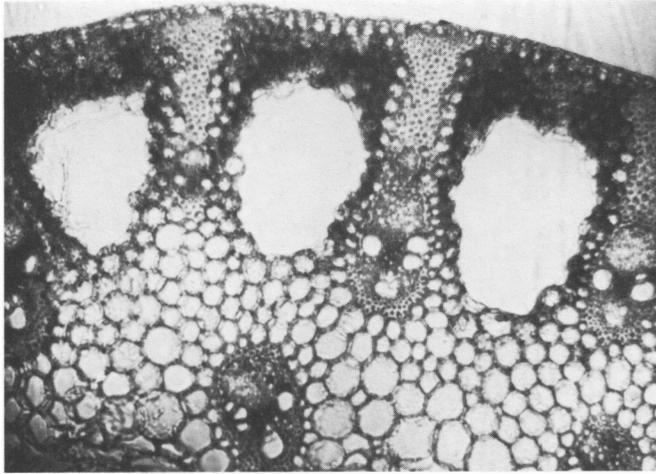
Daß die Blätter einer Pflanze von der Wurzel mit Wasser und dadurch auch mit gelösten Mineralien aus dem Boden versorgt werden, ist bereits bekannt. Auf welchem Wege jedoch die gelösten Bodenmineralien bis hinauf in die höchsten Blätter, etwa bei einem Baum, gelangen, muß du noch untersuchen.

Du brauchst zum Arbeiten:

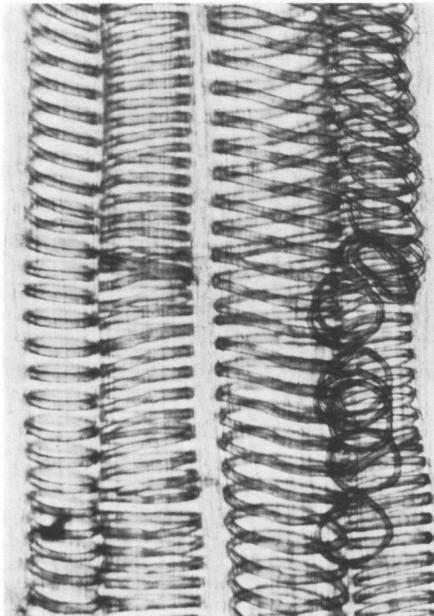
Rasierklinge, Präpariernadel, Lanzettnadel, Styroporstückchen oder Holundermark, Objektträger, Deckgläser, Glycerin-Gelatine, Methylenblau, Tulpenstengel, Springkraut (fleißiges Lieschen) und Binsenhalme.

Besorge dir ein Stückchen von einem Tulpenstengel. Es darf von einer verwelkten Tulpe sein, die weggeworfen worden ist. Je dicker das Stückchen ist, umso besser ist es.





Schnitt durch einen Binsenhalm (Randpartie). Zwischen Oberhaut und Mark in der Stengelmittle stellen Pfeiler aus Festigungsgewebe die Verbindung her (dickwandige Zellen!). So wird Festigkeit bei größtmöglicher Leichtigkeit erreicht. In diesen Pfeilern und im Mark liegen Leitbündel.



Längsschnitt durch den Stengel des Springkrauts mit Ringgefäßen und Spiralgefäßen.

Rechts sind beim Schneiden Teile der Spirale herausgerissen worden.

Du kannst dann nämlich ohne Styropor oder Holundermark Querschnitte herstellen.

Sorge zunächst für eine glatte und ebene Schnittfläche. Lege dann die Schneide der Rasierklinge auf diese Fläche, drücke leicht dagegen und ziehe die Klinge in Richtung auf deinen Körper zu durch. Sei vorsichtig bei dieser Arbeit!

Es genügt, wenn nur ein Teil des Stengels querschnitt und zum Untersuchen dünn genug ist. Der restliche Teil sieht nämlich ganz genauso aus.

Du entdeckst nun schon bei schwacher Vergrößerung über die ganze Fläche gleichmäßig verteilte **Leitbündel**. Sie liegen in einem Grundgewebe — im Mark —, das sie stützt.

Rücke ein besonders großes gut getroffenes Leitbündel in die Mitte des Bildfeldes, du findest es dann umso leichter wieder. Vergrößere nun stärker!

Jetzt werden auch Einzelheiten und Unterschiede sichtbar. Nach der Stengelmittle zu gerichtet entdeckst du große und dazwischen auch kleinere runde Löcher, deren Rand verdickt ist. Da sind die Querschnitte der Röhren, in denen Bodenwasser von der Wurzel durch den Stengel nach oben in die Blätter strömt.

Es ist der „Holzteil“ des Leitbündels und wird so genannt, weil die Röhrenwände durch Holzeinlagerungen versteift sind. Sie müssen immerhin allerhand Druck aushalten.

Nach dem Rand des Stengelquerschnittes zu, findet man die nicht so deutlichen und auch nicht so regelmäßig runden Querschnitte jener Röhren, durch die der bei der Assimilation in den Blättern gebildete Zucker als Zuckerlösung nach unten fließt. Das ist der sogenannte Bastanteil des Leitbündels.

Warum brechen hohe Stengel nicht?

An feuchten Wegrändern am Wald, an Ufern von Teichen und Bächen, sowie auf nassen Wiesen findest du überall die dunkel-

grünen Halme der Binse, genauer gesagt der **Flutterbinse**. Fertige einen Querschnitt mit Hilfe von Holundermark oder Styroporstücken an. Es genügt auch hier, wenn wenigstens ein kleines Stückchen des Halmes dünn genug geschnitten ist.

Im Frischpräparat — inzwischen weißt du, was damit gemeint ist — erkennst du sofort wieder die Leitbündel. Nur sind sie hier auf einen schmalen Rand beschränkt, da der Stengel hohl ist.

Etwas aber ist hier anders und neu: die Leitbündel sind regelrecht eingepackt in Zellen mit ungewöhnlich dicken Wänden. Ihre Aufgabe besteht darin, das Halmrohr zu stützen. Der Halm wird dadurch sozusagen zu einem lebendigen Stützrohr, wie man es aus Metall an Baugerüsten sehen kann.

Beobachte, wie das Wasser steigt!

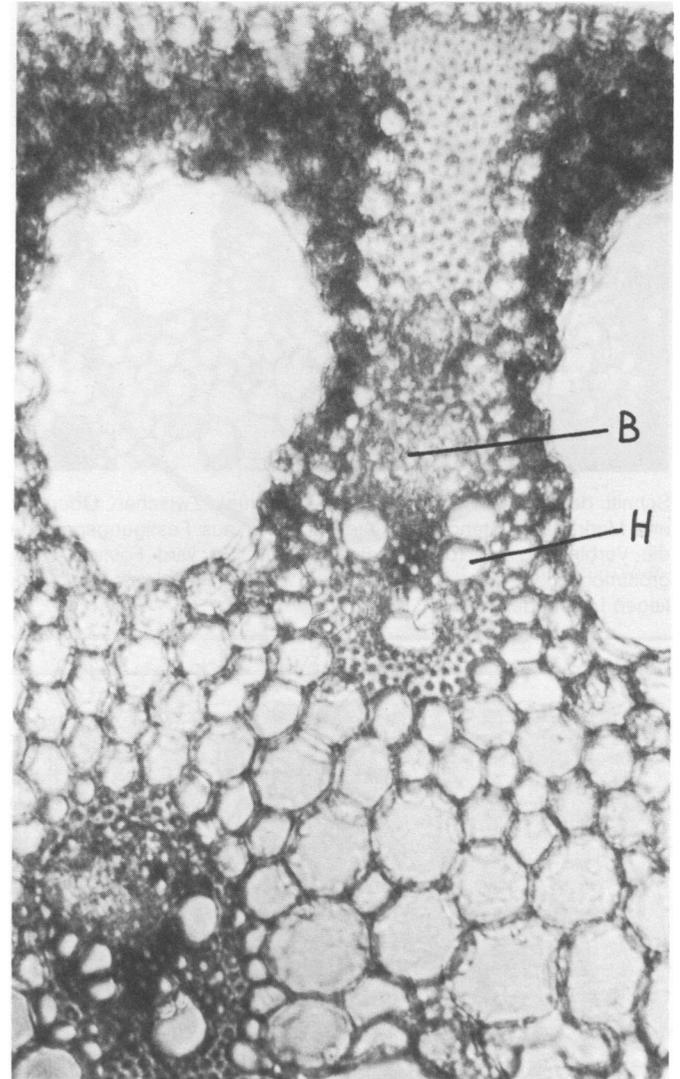
In den glasigen Stengeln des **Springkrautes** — du findest das Kraut häufig im Wald an schattigen Stellen, aber nie in der prallen Sonne — kannst du die Leitbündel als fadenartige Stränge auch ohne Lupe sehen, wenn du den Stengel gegen das Licht hältst.

Stelle nun einen Stengel mit Blättern in ein Reagenzglas mit Wasser, das du mit einigen Tropfen Methylenblau angefärbt hast. Wenn du kein Springkraut findest, kannst du für dieses Experiment auch die Zimmerpflanze „Fleißiges Lieschen“ benutzen.

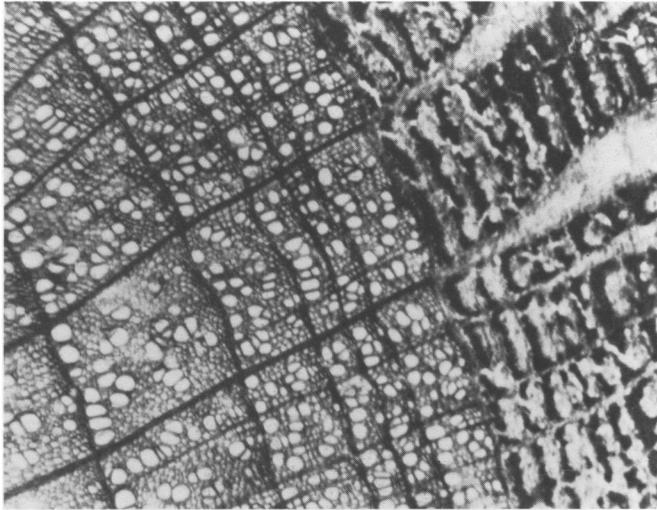
Beobachte nun über mehrere Stunden wie das blaue Wasser in den Leitgefäßen hochsteigt. Markiere den jeweils nach einer Stunde erreichten Stand mit einem Faden. So kannst du die Steiggeschwindigkeit gut verfolgen.

Holzleitgefäße als „Druckschläuche“

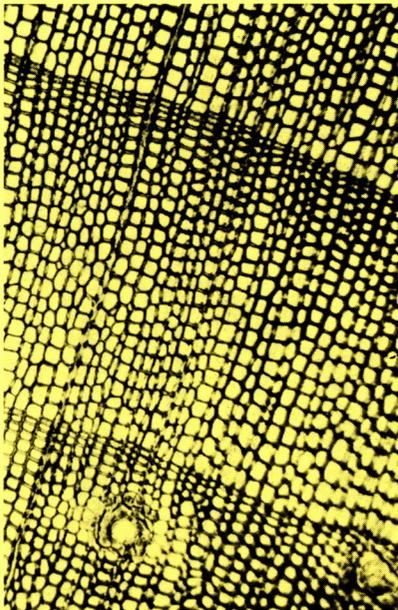
Du kannst jetzt auch einen **Längsschnitt** durch die Leitgefäße des Springkrautes oder vom Fleißigen Lieschen herstellen.



Leitbündel des Binsenhalms bei stärkerer Vergrößerung. H = Holzteil des Gefäßbündels, in dem das von der Wurzel aufgenommene Wasser nach oben steigt; B = Bastteil des Leitbündels mit Siebröhren, in denen die bei der Assimilation gebildeten Stoffe von den Blättern nach unten strömen.



Jahresringe der Linde („zerstreutporiges Holz“). Das ganze Jahr über werden große (weitleumige) Gefäße gebildet. Erst im Herbst auch sehr englumige, so daß die Jahresgrenzen doch noch deutlich in Erscheinung treten.



Jahresringe im Kiefernholz. Jeder beginnt mit großen, weitleumigen Frühjahrs-Gefäßen und endet mit engen Herbstgefäßen. Im untersten Jahresring ein Harzgang.

Spalte ein etwa 5 cm langes Stengelstück der Länge nach durch. Fertige jetzt einige **Flächenschnitte**, wobei es auf die Stellen unmittelbar unter der Oberhaut — also in Randnähe — ankommt. Die Mitte des Stengels ist für unsere Beobachtungen bedeutungslos.

Du findest nach kurzem Durchmustern des Frischpräparates die Leitröhren. Verschiebe am besten langsam den Objektträger. Vergrößere diese Stelle stärker, nachdem du sie in die Bildmitte gerückt hast.

Die **Holzgefäße** sind durch Ringe oder Spiralen ausgesteift und erinnern dadurch an technische Druckschläuche, wie du sie von Metallschläuchen an Duschen her kennst. Vieles glaubt eben der Mensch erfunden zu haben, womit ihm in Wirklichkeit die Natur schon um Jahrmillionen zuvorgekommen ist.

Die Leitgefäße brauchen diese Aussteifung, weil sie tote Röhren ohne Protoplasma-Inhalt sind und anderenfalls unter ihrem gegenseitigen Druck zusammengepreßt würden.

Die Jahresringe verraten das Alter

Wenn du wissen willst, wie alt ein Baum war, als er gefällt wurde, mußt du nur die Jahresringe am Stumpf zählen. Aber erst unter dem Mikroskop wird verständlich, warum das möglich ist.

Schneide mit dem Taschenmesser ein dünnes Kiefernästchen glatt quer durch.

Versuche nun sehr vorsichtig, damit die Klinge nicht abrutscht, möglichst dünne Flächenschnitte herzustellen. Es genügen bereits einige wenige Quadratmillimeter!

Du entdeckst dann im Kiefernholz Leitgefäß an Leitgefäß. Die weiten Leitgefäße sind stets im Frühling gebildet worden, wenn der Baum in die Breite wächst und sein Wasserbedarf am größten ist.

Die engeren Leitgefäße sind die Herbstgefäße. Sie erscheinen schon dem bloßen Auge dunkler.

Jetzt weißt du also, wie die Ringe auf dem Baumquerschnitt entstehen.

Übrigens werden dir besonders die großen harzleitenden Gänge im Kiefernholz auffallen.

Und noch eines: das Wasser steigt in den einzelnen Baumarten verschieden schnell hoch. Bei Nadelbäumen, zu denen die Kiefer ja gehört, steigt das Wasser langsamer: 1,20—1,50 Meter in der Stunde. Das Wasser in Buche und Ahorn erreicht dagegen schon eine Geschwindigkeit von 1,60—6,00 Meter in der Stunde, in Eichen oder Ulmen sogar bis zu 44 Metern in einer einzigen Stunde.

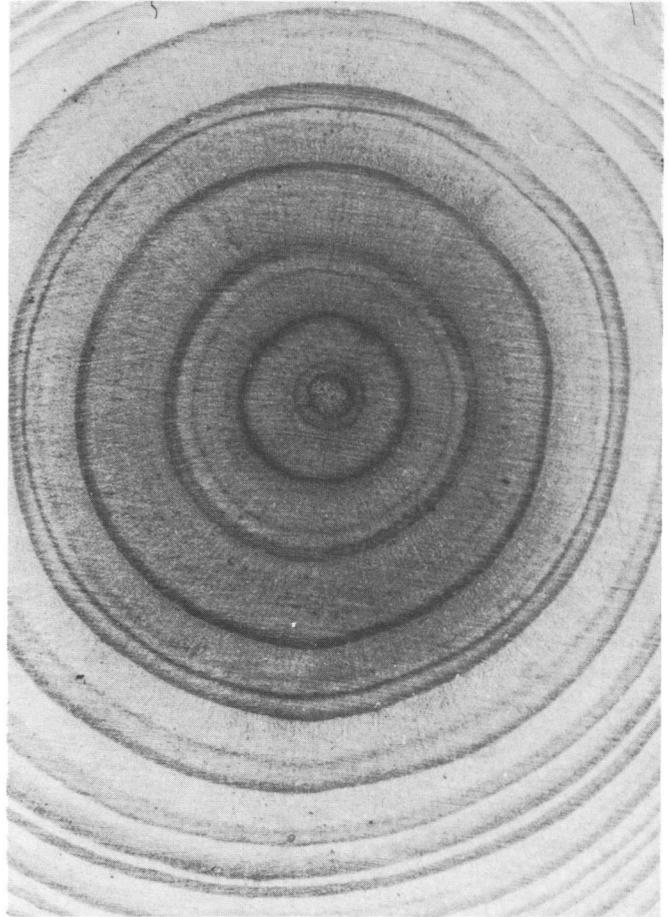
Gute Schnitte aller Holzgewebe kannst du natürlich in Glycerin-Gelatine einbetten. Etikettiere sie aber gleich, damit es später keine Verwechslungen gibt. Vergiß auch nicht, einen Schutzrand aus Nagellack um das Deckglas zu ziehen, wenn die Gelatine fest geworden ist.

Unvergänglicher Blütenstaub

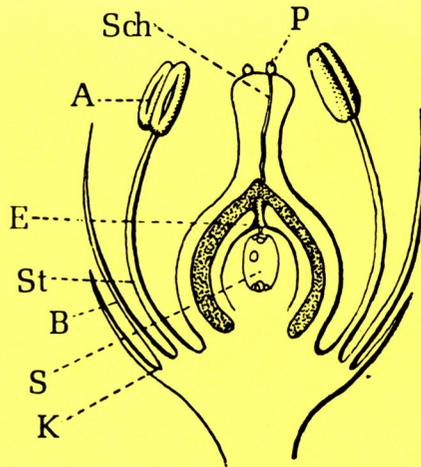
Vor Jahren wurde im Grab eines Neandertalers, der vor etwa 100 000 Jahren gelebt hat, eine Menge verschiedenartigster Blütenstaubkörner — also Pollen — entdeckt.

Die mikroskopische Untersuchung machte es möglich, selbst nach dieser langen Zeit noch festzustellen, welche Blumen man dem Toten damals ins Grab gelegt hat.

Die Pollenkörner sind nämlich bei jeder Pflanzenart anders gestaltet. Und ihrer besonders widerstandsfähigen Außenhaut ist es zu verdanken, daß sie über viele Jahrtausende hinweg unverändert erhalten geblieben sind.



Jahresringe im Holz eines Kirschaums: helle Ringe = Frühlingsholz; dunkle Ringe = Herbstholz.



Bestäubung und Befruchtung. Längsschnitt durch eine Blüte nach der Bestäubung. P = Pollenkorn, aus dem ein Pollenschlauch (Sch) durch den Griffel und den Eingang (E) der Samenanlage (S) vordringt. Der Kern wandert durch diesen Schlauch und verschmilzt mit der Eizelle in der Samenanlage (= Befruchtung). A = Staubbeutel; St = Staubgefäß; B = Blütenkronblatt; K = Kelchblatt

Ein Vergleich verschiedener Pollenkörner von wind- und insektenbestäubten Blüten birgt allerhand Überraschungen.

Du brauchst zum Arbeiten:

Präpariernadel, Objektträger, Deckgläser, verschiedene Pollenarten.

Besorge dir von verschiedenen Blumen reife Staubbeutel. Normalerweise mußt du nur leicht mit dem Staubbeutel auf einen Objektträger zu tupfen, um genügend Pollen für eine Untersuchung zu haben.

Die Pollenkörner bleiben auf der Glasunterlage kleben. Gib einen Tropfen Wasser hinzu und lege ein Deckglas auf.

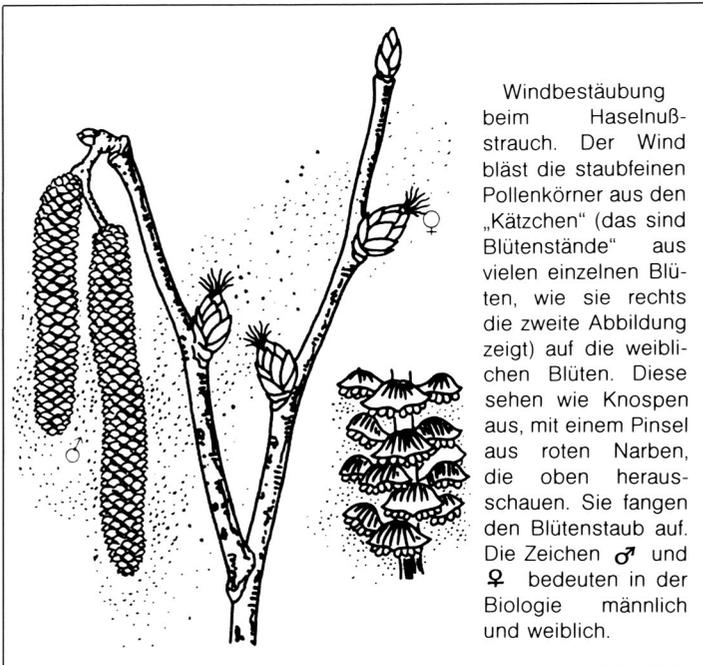
Du kannst auch mit einer Präpariernadel den Pollen aus den Staubbeuteln herauskratzen und dann in einem Wassertropfen verrühren.

Sammele auch Pollen von windbestäubten Pflanzen, wie z. B. von der Hasel im zeitigen Frühjahr. Halte einfach eine Petrischale unter ein „reifes“ Kätzchen und schüttele es ein wenig. Ähnliche Kätzchen findest du auch an Erlen am Bachufer hängen. Auch Pollen blühender Kiefern kannst du so sammeln.

Wenn du deine Frischpräparate fertiggestellt hast, kannst du damit beginnen, Vergleiche anzustellen:

Eines noch voraus: Die Pollen windbestäubter Pflanzen sind kleiner und zahlreicher als die der insektenbestäubten. Das hat die Natur sehr weise eingerichtet. Bei der ziemlich unsicheren Übertragung des Pollens durch den Wind, gehen sehr viel Körner verloren. Außerdem wiegt ein Pollenkorn umso weniger, je kleiner es ist. Und je leichter es ist, umso weiter kann es vom Wind verweht werden. Man weiß, daß Pollenkörner bis zu 100 Kilometer weit durch die Lüfte reisen können.

Bei Windstille liegt ihre Sinkgeschwindigkeit zwischen 1 cm und 10 cm in der Sekunde.



Windbestäubung beim Haselnußstrauch. Der Wind bläst die staubfeinen Pollenkörner aus den „Kätzchen“ (das sind Blütenstände“ aus vielen einzelnen Blüten, wie sie rechts die zweite Abbildung zeigt) auf die weiblichen Blüten. Diese sehen wie Knospen aus, mit einem Pinsel aus roten Narben, die oben heraus schauen. Sie fangen den Blütenstaub auf. Die Zeichen ♂ und ♀ bedeuten in der Biologie männlich und weiblich.

Doch nun zu den Präparaten:

An den **Kieferpollen** entdeckst du „Luftsäcke“ als Anhängsel an beiden Seiten.

Dadurch wird das Pollenkorn bei gleichbleibendem Gewicht größer und sinkt infolgedessen sehr viel langsamer. Es kann also weiter fliegen.

Die **Pollen der Gräser** sind übrigens die Ursache des **Heuschnupfens**, der natürlich nicht ansteckend ist aus diesem Grunde. Die Gräserpollen bewirken bei dafür empfindlichen Personen eine Entzündung der Schleimhäute von Nase und Augen.

Die Pollen insektenbestäubter Blüten sind überwiegend etwas schwerer, größer, und vor allem sind sie klebrig. Dadurch bilden sich oft ganze Klumpen.

Untersuche Pollen vom Gartenkürbis, von der Sonnenblume und von Stockrosen (Malven).

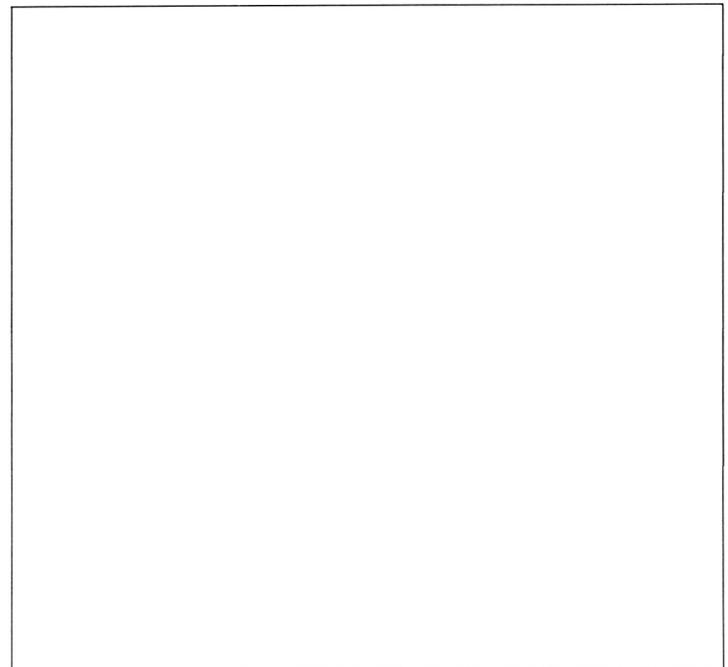
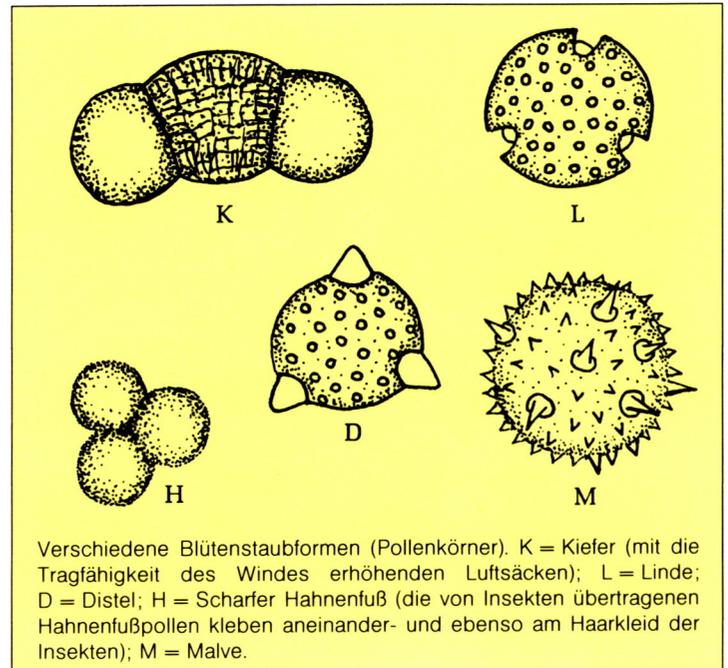
Die Außenhaut der Pollenkörner ist dicht von unzähligen dichten Stacheln besetzt, die du gut erkennen kannst. Dadurch bleiben die Pollen besser zwischen den Ästchen der gefiederten Bienenhaare hängen.

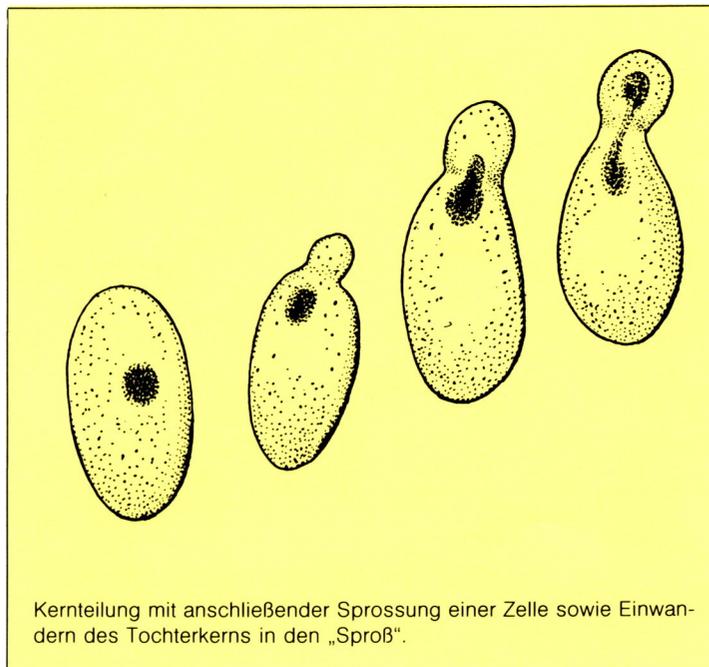
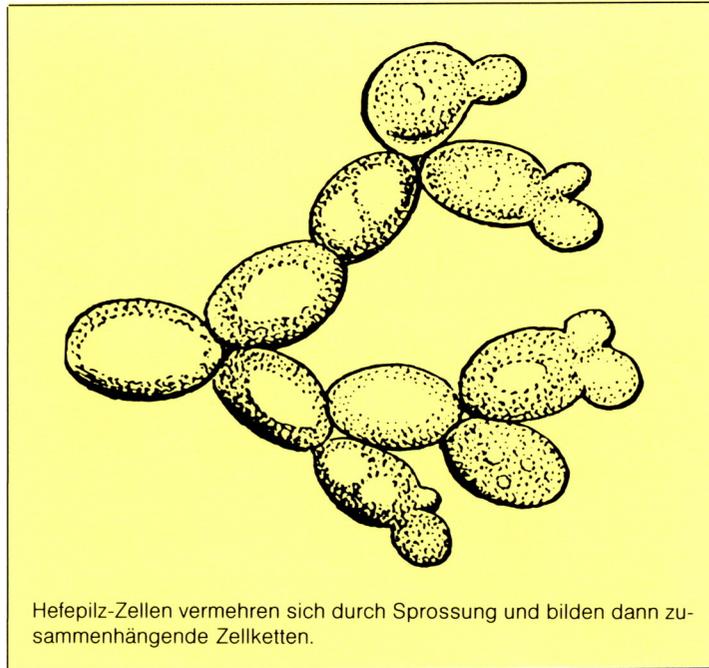
Vielleicht hast du Lust, dir eine Pollensammlung anzulegen. An Auswahl ist wirklich kein Mangel.

Ergänze die Bildseite mit selbstgezeichneten Pollen und beschrifte deine Zeichnungen.

Hierzu ein Tip: du hast in deinem Kasten einen Monitoraufsatz zu deinem Mikroskop.

Nimm das Zoom-Okular ab und setze den Monitoraufsatz an seine Stelle. Jetzt kannst du mit beiden Augen das Bild sehen, und es wird dir leichter fallen, die Pollenkörner zu zeichnen.





Pilze, die auf keiner Speisekarte stehen

Wenn du meinst, daß diese Pilze uninteressant wären, auf jeden Fall aber ganz und gar unwichtig, dann irrst du dich sehr.

Ohne die Pilze, die wir hier meinen, wäre es schlimm um den Stoffkreislauf in der Natur bestellt.

Pilze spielen vor allem im Waldboden, im „Mulm“ und im Holz abgestorbener Bäume eine ganz entscheidende Rolle. Sie bauen nämlich die organischen Stoffe, vor allem Holz, ab, sodaß zuletzt wieder Erde — und zwar Humuserde — daraus entsteht.

Sie helfen bei der Verwesung mit, ohne die unsere Pflanzen in ihrem eigenen Abfall, z. B. ihren welken Blättern, in abgebrochenen Ästen oder unter umgestürzten Stämmen, ersticken müßten.

Andere Pilze, wie die winzigen Hefepilze, bewirken wichtige chemische Prozesse. Ohne sie gäbe es weder alkoholische Getränke, noch Brot oder Kuchen.

Pilze sind es also schon wert, daß du sie dir einmal ganz genau anschaust.

Du brauchst zum Arbeiten:

Erlenmeyerkolben, Petrischale, Präpariernadel, Pinzette, Pipette, Eosinlösung, Objektträger, Deckgläser, Zucker, ein kleines Stückchen altes Graubrot, Bierhefe, evtl. ein Stückchen Roquefortkäse.

Besorge dir als erstes etwas Bierhefe. Löse ein etwa erbsengroßes Stückchen in Wasser auf. Es genügen wenige Kubikzentimeter im Erlenmeyerkolben.

Verschließe nun den Kolben mit dem Daumen und schüttle kräftig.

Gib dann mit der Pipette einen Tropfen dieser „Aufschlammung“ von Hefe auf den Objektträger, färbe ihn mit Eosin und lege ein

Deckglas darauf.

Erst bei starker Vergrößerung erkennst du kleine, noch ungefärbte ovale oder runde Zellen vor dem rötlichen Hintergrund. Vielleicht siehst du sogar im Inneren der Zellen einige heller erscheinende Vakuolen. Vakuolen sind Hohlräume, die mit Zellsaft gefüllt sind.

Gib nun zu der Hefeaufschlämmung im Erlenmeyerkolben eine Messerspitze Zucker und lasse das Gefäß ruhig stehen.

Nach einiger Zeit steigen Gasblasen auf, wie in einer Selterswasserflasche. Wenn du den Kolben an dein Ohr hältst, kannst du es auch brausen hören.

Die Hefezellen vergären den Zucker. Dabei entsteht Alkohol und Kohlendioxidgas. Das Gas entweicht.

Und genau das gleiche geschieht beim Brot- oder Kuchenbacken. Das Kohlendioxid treibt beim Entweichen den Teig auf. Und die Poren im Brot und im Kuchen sind beim Backen festgewordene Kohlendioxidbläschen im Teig.

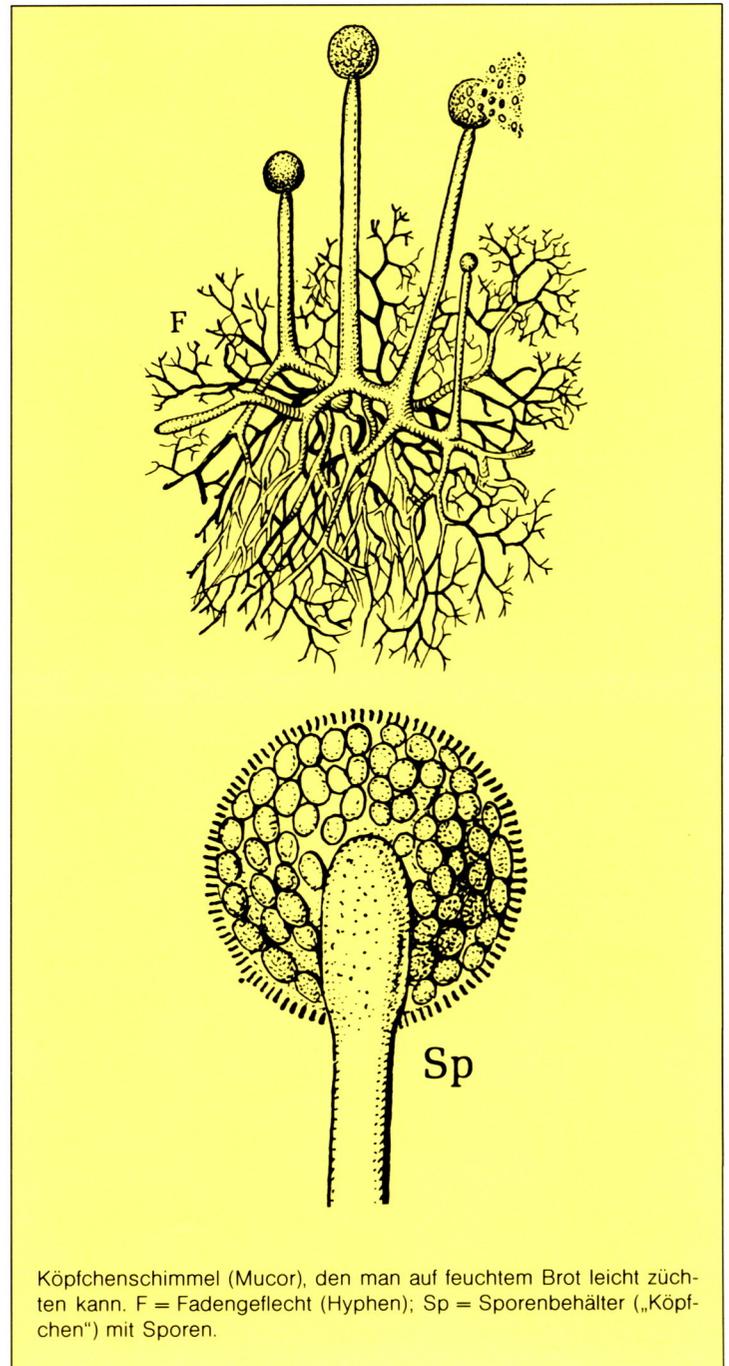
Stelle jetzt ein Frischpräparat mit einem Tropfen dieser gärenden Hefeaufschlämmung her.

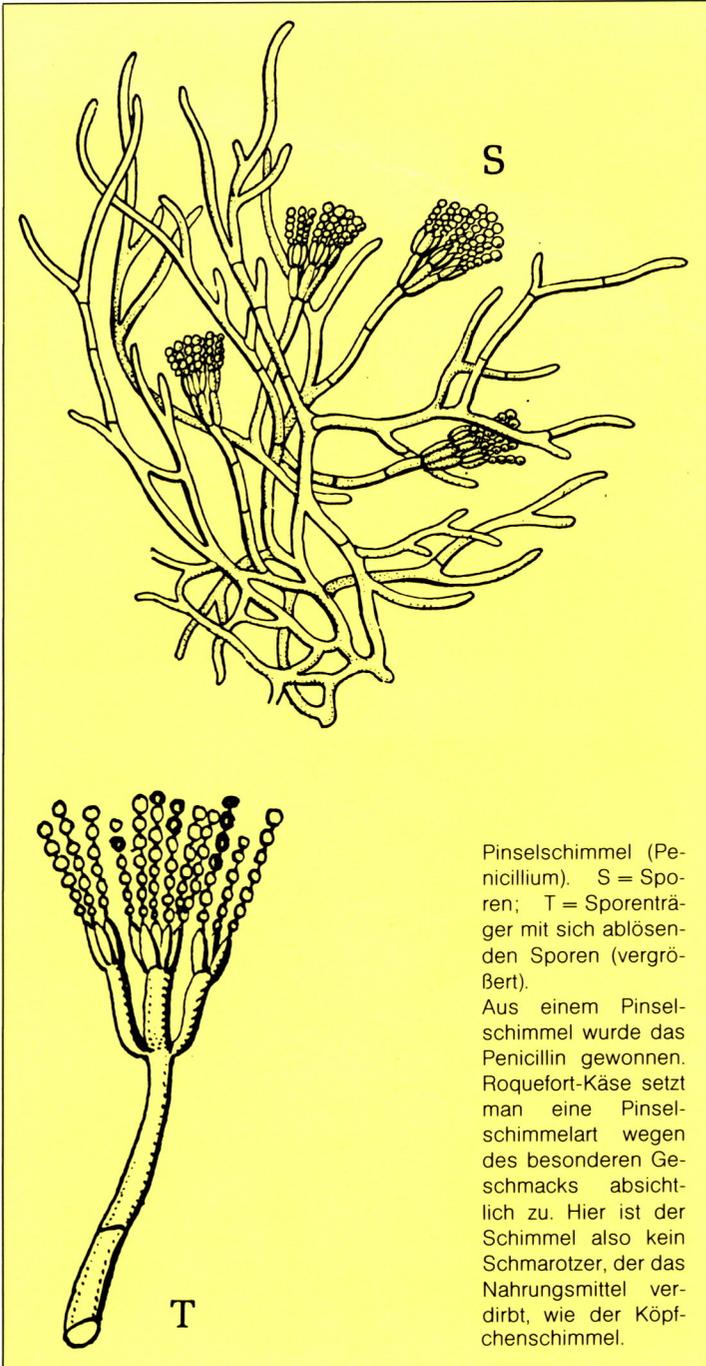
Darin findest du nun auch Zellen, die sich teilen und die sich dadurch vermehren. Sie schnüren kleinere, knopfartige Anschwellungen ab. Man sagt: die Hefezellen sprossen. Und man bezeichnet deswegen Hefepilze auch als Sprossenpilze.

Schimmel macht Brot ungenießbar — Käse aber zu einer Delikatesse

Lege ein kleines Stück altes, angefeuchtetes Graubrot in eine Petrischale und decke die Schale mit dem Deckel ab. Lasse das Brot ein paar Tage ruhig stehen.

Wenn sich ein watteartiger Schimmelbelag mit dunklen Pünktchen in der Schale gebildet hat, zupfe etwas davon mit der Pinzette ab.





Pinselschimmel (Penicillium). S = Sporen; T = Sporenträger mit sich ablösenden Sporen (vergrößert).
 Aus einem Pinselschimmel wurde das Penicillin gewonnen. Roquefort-Käse setzt man eine Pinselschimmelart wegen des besonderen Geschmacks absichtlich zu. Hier ist der Schimmel also kein Scharrotzer, der das Nahrungsmittel verdirbt, wie der Köpfchenschimmel.

Fertige ein Frischpräparat an und untersuche bei geringer Vergrößerung.

Das, was du jetzt siehst, nennt man **Köpfchenschimmel**. Man erkennt ihn an seinen dunkleren runden „Köpfchen“, die am Ende langer durchsichtiger Pilzfäden sitzen. Die Fäden nennt man Hyphen.

In den kleinen Köpfen werden die Sporen gebildet, aus denen wieder neue Hyphen, also neue Pilzfäden, hervorstehen.

Diese Fäden durchwuchern auch Nahrungsmittel und bilden wieder Köpfchen voller Sporen aus.

Iß niemals Brot, das auch nur eine Spur Schimmel aufweist! Es haben sich im Brot Stoffe gebildet, die gefährliche Krankheiten, wie z. B. Krebs, verursachen können.

Lasse das feuchte Brotstückchen noch ein paar Tage länger stehen. Allmählich verdrängt ein graugrüner Schimmel die weißen Pilzfäden des Köpfchenschimmels.

Hebe mit der Präpariernadel etwas davon ab und übertrage es in einen Wassertropfen auf einem Objektträger. Lege ein Deckglas auf und untersuche!

Bei diesem **Schimmelpilz** — daß es ebenfalls ein Pilz ist, zeigen dir die vielen Hyphen — kannst du die Sporen sehen. Sie sitzen an den Enden verzweigter Hyphen als winzige Körnchen in Reihen hintereinander.

Dadurch sehen die verzweigten Pilzfäden wie Malerpinsel aus. Und dieses Aussehen hat ihnen auch den Namen gegeben: **Pinselschimmel**. Der lateinische Name dafür ist Penicillium.

Im Roquefort-Käse entdeckst du grüne Kolonien eines solchen Pinselschimmels. Er ist in diesem Fall nicht gesundheitsschädlich, sondern er sorgt nur für den besonderen Geschmack dieser Käsesorte.

Ein Pinselschimmel ist es übrigens auch, der das wertvolle **Penicillin** bildet. Das Heilmittel ist nach dem wissenschaftlichen Namen dieser Gattung Pinselschimmel — Penicillium — benannt worden.

Auf der Jagd nach Pilzen

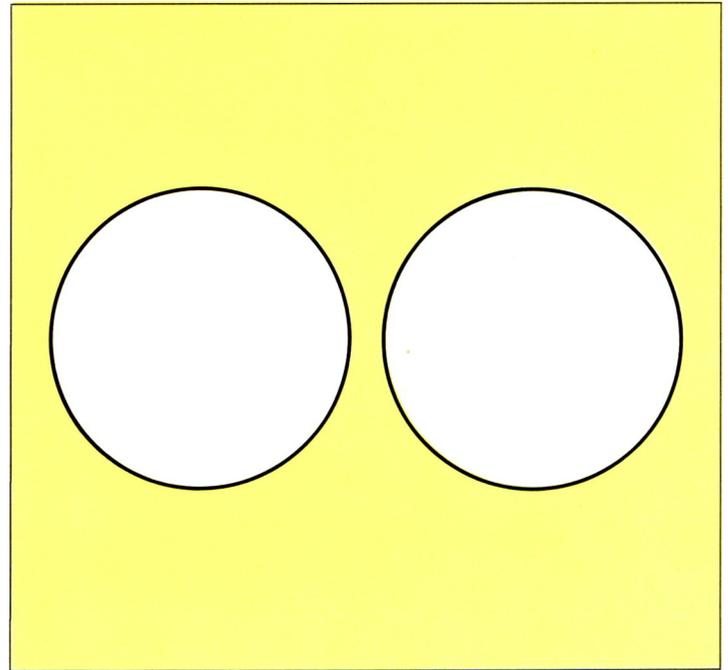
Es wird dir nicht schwer fallen, noch viele andere Pilze zu entdecken, und unter deinem Mikroskop zu untersuchen.

Da sind z. B. die Meltau-Arten, die als weißer oder grauer Überzug auf angeschimmeltem Obst oder auf Blättern zu finden sind.

Es lohnt sich aber auch ein Schnitt durch die „Fruchtkörper“ von Pilzen, die aus Holz hervorstechen, oder durch Bodenpilze.

Überall entdeckst du die für Pilze typischen Hyphen, die langen Pilzfäden, die bereits das gesamte Holz eines Baumes durchwuchern, wenn die ersten Fruchtkörper, die dann die Sporen bilden, auf der Rinde erscheinen.

Auf der Bildseite ist Platz genug, um deine Entdeckungen aufzuzeichnen. Der Monitoraufsatz wird dir dabei sehr nützlich sein.



Leben im Wassertropfen

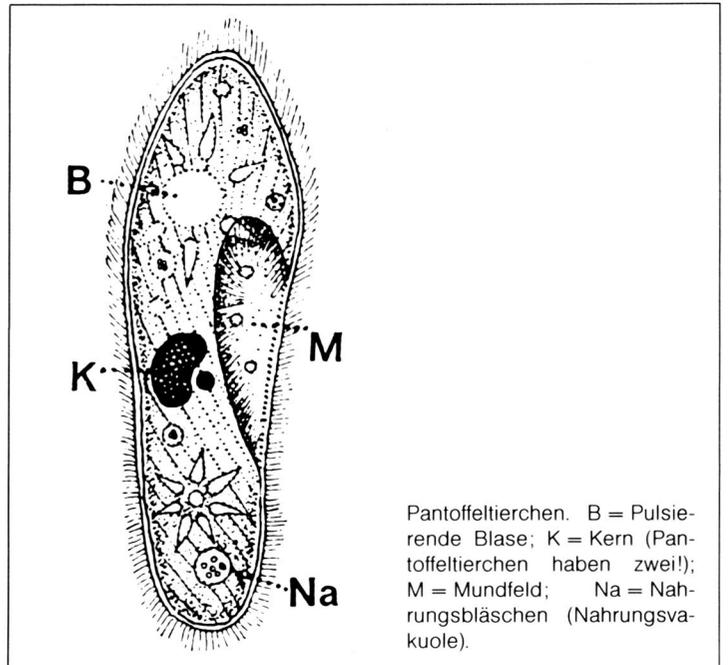
Stopfe eine Handvoll Heu in ein Einmachglas und fülle das Glas mit Wasser. Das Wasser darf aber nicht gechlort sein. Nimm am besten etwas Wasser aus einem Tümpel. Nun sollte das Glas ein paar Tage ruhig stehen.

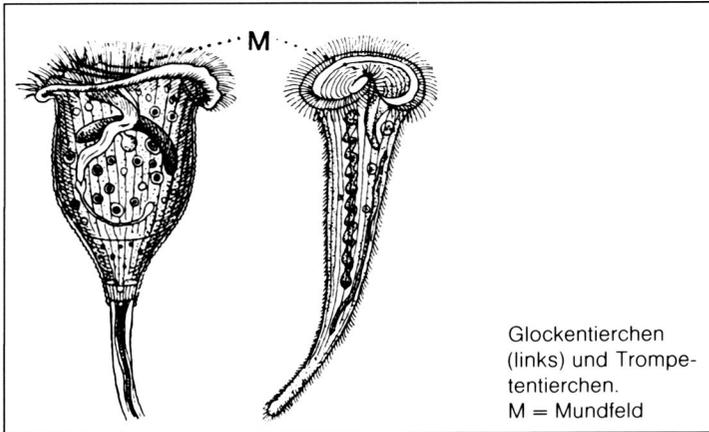
Sobald sich auf der Wasseroberfläche ein graues Häutchen — eine sogenannte **Kahnhaut** gebildet hat, — können deine Untersuchungen beginnen.

Du brauchst zum Arbeiten:

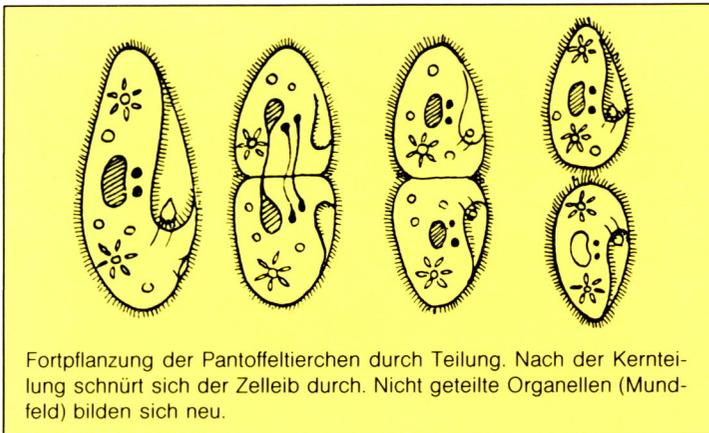
Pipette, Objektträger und Deckgläser

Entnimm mit der Pipette an verschiedenen Stellen dicht unter der Kahnhaut etwas Wasser. Bringe jeweils einen Tropfen auf einen

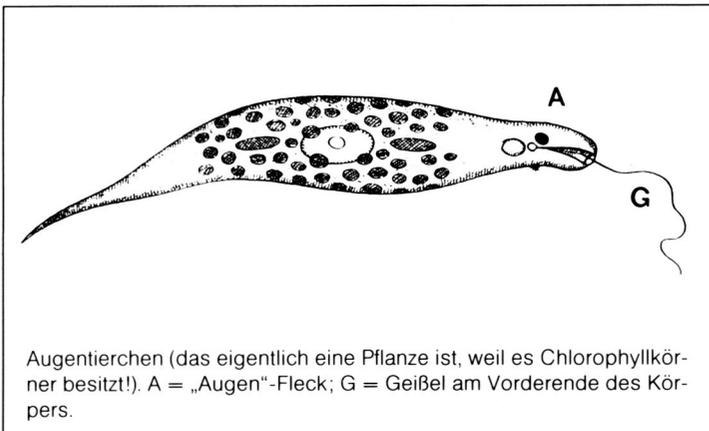




Glockentierchen
(links) und Trompeltierchen.
M = Mundfeld



Fortpflanzung der Pantoffeltierchen durch Teilung. Nach der Kernteilung schnürt sich der Zelleib durch. Nicht geteilte Organellen (Mundfeld) bilden sich neu.



Augentierchen (das eigentlich eine Pflanze ist, weil es Chlorophyllkörner besitzt!). A = „Augen“-Fleck; G = Geißel am Vorderende des Körpers.

Objektträger und lege ein Deckglas auf.

Durchmustere die Präparate zunächst bei geringster Vergrößerung.

An Luftblasen und Nahrungspartikeln wie Bakterien und Algen liegen mitten in dem Gewimmel von Kleinstlebewesen immer auch einige Lebewesen wenigstens für kurze Zeit ruhig. Wenn du einige gefunden hast, vergrößere stärker.

Das **Pantoffeltierchen** ist höchstens 1/3 mm lang und hat seinen Namen von seiner Körperform, die an einen Pantoffel erinnert. Es ist am ganzen Körper mit unzähligen „Wimpern“ bewachsen, mit deren Hilfe es schwimmt. Die Wimpern schlagen entsprechend.

Am Mundfeld des Pantoffeltierchens sind die Wimpern besonders lang und strudeln Nahrungspartikelchen herbei. Diese Teile werden aufgenommen und bilden im Körper des Tieres ein Nahrungsbläschen, in dem sie dann verdaut werden.

Ein pulsierendes Bläschen zieht sich regelmäßig zusammen und pumpt dabei flüssige Abfallprodukte dieser Verdauung und eingedrungenes Wasser nach außen.

Nach dieser Beschreibung wird es dir nicht schwer fallen, im Heu- aufguß ein solches Pantoffeltierchen zu entdecken.

Das **Glockentierchen** ist ganz ähnlich gebaut, sitzt aber auf einem Stiel, der sich korkenzieherartig zusammenrollen kann. Auf diese Weise weicht das Tierchen Gefahren, wie z. B. vorüberschwimmenden größeren Lebewesen, aus.

Das **Augentierchen** ist eigentlich eine Pflanze. Wenn du genau hinschaust bei einer starken Vergrößerung kannst du auch die Chlorophyllkörner erkennen. Augentierchen sind also fähig, zu assimilieren. Du erkennst ein Augentierchen gut an der langen Geißel, mit deren Hilfe es sich durch das Wasser schlängelt.

Vielleicht entdeckst du in deinem Aufguß auf einem der Objektträger auch ein **Wechseltierchen**, eine **Amöbe**.

Es wechselt tatsächlich fortwährend seine Gestalt und „fließt“ mit seinen sogenannten „Schleiffüßchen“ über Algenfäden oder auch über den Objektträger.

Da das Wechseltierchen keine feste Form hat, kann es seine Nahrung einfach umfließen und dadurch aufnehmen. Es ist das einfachste, das primitivste Tier, das es gibt.

Wie alle anderen Aufgubtierchen besteht auch das Wechseltierchen nur aus einer einzigen Zelle.

Dennoch leistet jeder dieser „**Einzeller**“ im Grunde genommen alles, was ein vielzelliges Lebewesen auch leistet: er bewegt sich, ernährt sich, ist reizbar, besitzt einen Stoffwechsel und vermehrt sich.

Übrigens: im Gegensatz zu einem Einzeller besteht der menschliche Körper aus 70 Billionen Zellen.

Eigene Körperzellen unter dem Mikroskop

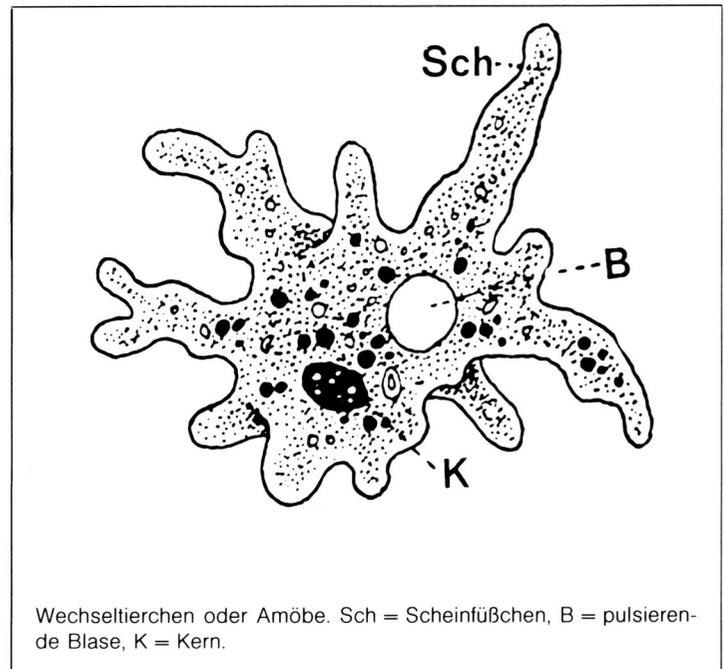
Du kannst durchaus Zellen deines eigenen Körpers untersuchen, ohne dir dabei weh tun zu müssen.

Die Haut stößt fortwährend abgestorbene Zellen ihrer Oberfläche ab. Auch die zarte Schleimhaut in der Mundhöhle tut das. Diese **Epithelzellen** sind leicht zu präparieren.

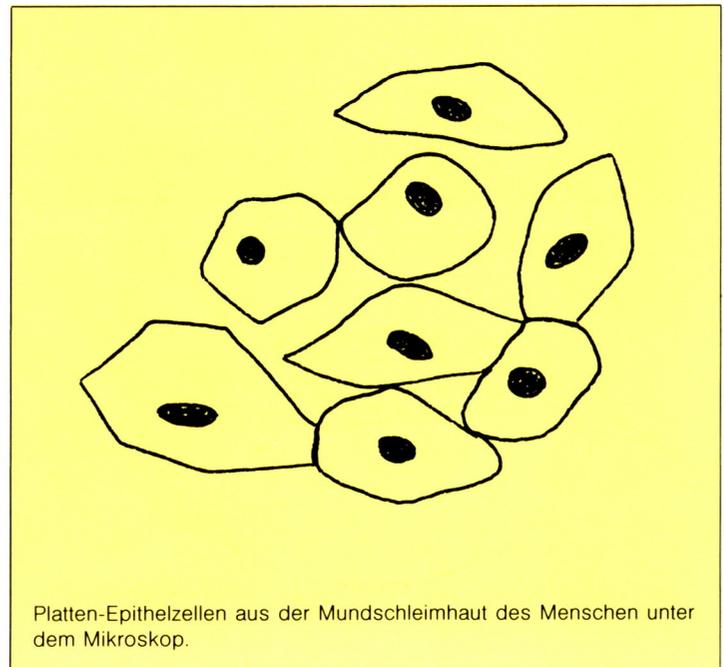
Du brauchst zum Arbeiten:

Streichholz, Objektträger, Deckgläser, Pipette, Methylenblaulösung, Eosinlösung, einen Porzellaneierbecher, Esbitwürfel und eine Petrischale.

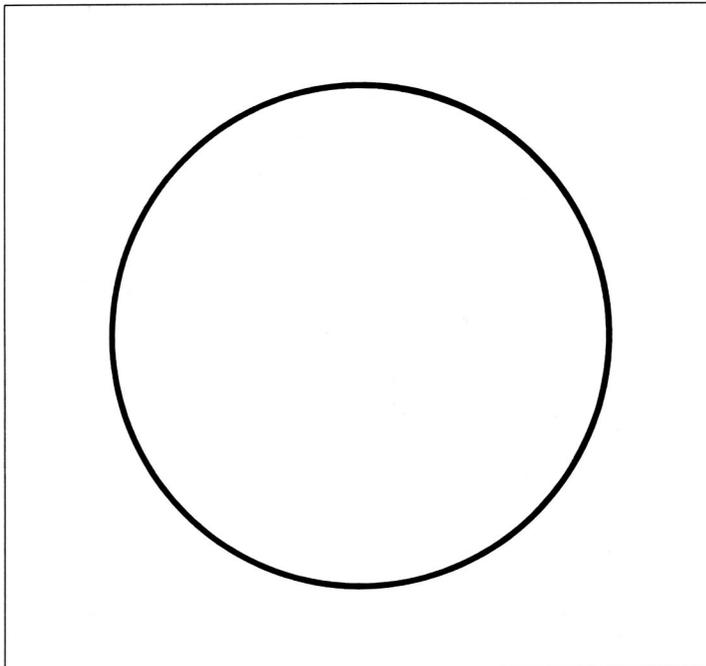
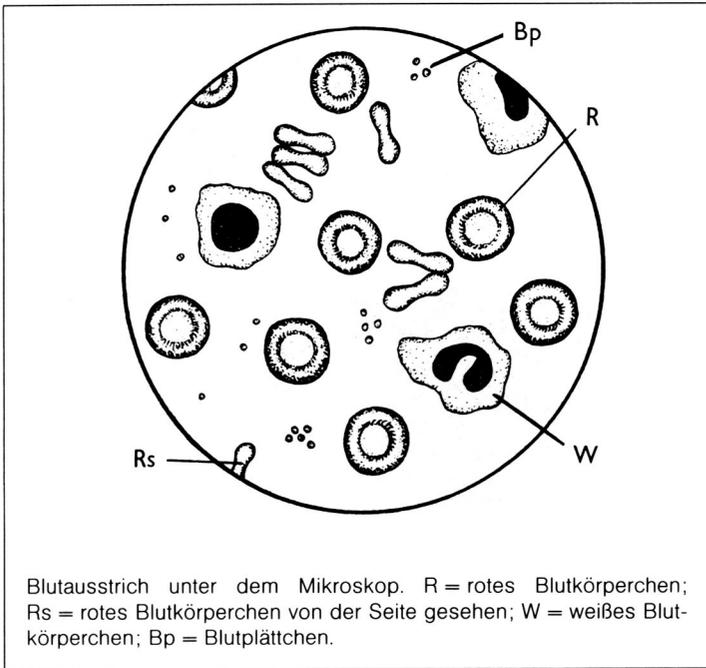
Schabe mit dem unteren Ende — also nicht mit dem Köpfchen — des Streichholzes etwas von der Innenseite deiner Wange ab und



Wechseltierchen oder Amöbe. Sch = Scheinfüßchen, B = pulsierende Blase, K = Kern.



Platten-Epithelzellen aus der Mundschleimhaut des Menschen unter dem Mikroskop.



verrühre es notfalls mit ein wenig Speichel auf dem Objektträger. Nimm aber auf keinen Fall Wasser dazu!

Lege ein Deckglas auf und suche zunächst die hellen, eckigen Zellen bei geringer Vergrößerung. Erst dann vergrößere stärker, bis du auch die Zellkerne entdeckst.

Im Gegensatz zu den Pflanzenzellen haben die Zellen von Tieren und Menschen keine festen Zellwände!

Wenn du irgendwann einmal aus einer Wunde oder aus der Nase blutest, laße einen Tropfen auf einen sauberen Objektträger fallen.

Und jetzt wird es ein bißchen kompliziert. Aber du bist in der Zwischenzeit ja schon so geübt im Umgang mit Präparaten und ihrer Herstellung, daß dir sicher auch das Folgende gelingen wird.

Wenn der Blutropfen auf dem Objektträger liegt, setze einen zweiten Objektträger hochkant auf den ersten. Führe die schmale Kante bis an den Blutropfen heran. Er wird sich bei der Berührung sofort an der Kante entlang über die ganze Breite des unteren Objektträgers ausbreiten.

Schiebe dann den oberen Objektträger, der jetzt mit dem unteren einen spitzen Winkel bildet rasch in entgegengesetzter Richtung über den unteren, so daß seine Kante **hinter** sich das Blut zu einem dünnen Film auszieht.

Lasse diesen Film an der Luft trocknen. Lege dann den Objektträger mit dem Blutausstrich nach oben über eine Petrischale, damit abtropfende Chemikalien aufgefangen werden. Tropfe mit der Pipette etwas Brennspiritus auf den Blutfilm und lasse das Präparat wieder an der Luft trocknen. Jetzt haften die Blutkörperchen fest am Glas, so daß sie sich nicht vom Färbemittel abwaschen lassen.

Nun tropfe Eosinlösung auf den Blutausstrich und warte einige Minuten. Das Eosin darf aber nicht eintrocknen. Notfalls muß du etwas nachtropfen. Spüle dann unter dem Wasserhahn kurz ab.

Lasse den gefärbten Ausstrich nun ganz trocken werden. Schütze ihn vor Staub, indem du den Deckel der Petrischale darüber stülpst. Jetzt kannst du einen Tropfen Malinol auf den Objektträger in die Mitte geben und mit einem Deckglas abdecken.

Unter dem Mikroskop findest du bei starker Vergrößerung rote Blutkörperchen. Ohne künstliche Färbung erscheinen sie gelblich oder fast farblos. Nur weil sie in so großer Menge vorkommen und — wenn sie nicht wie in deinem Präparat dünn ausgestrichen sind — in Massen übereinanderliegen, erscheint ein Blutstropfen rot.

In jedem Kubikmillimeter Blut schwimmen bis zu 5 Millionen roter Blutkörperchen. Eng nebeneinandergelegt würden die roten Blutkörperchen eines einzigen Menschen einen halben Fußballplatz bedecken.

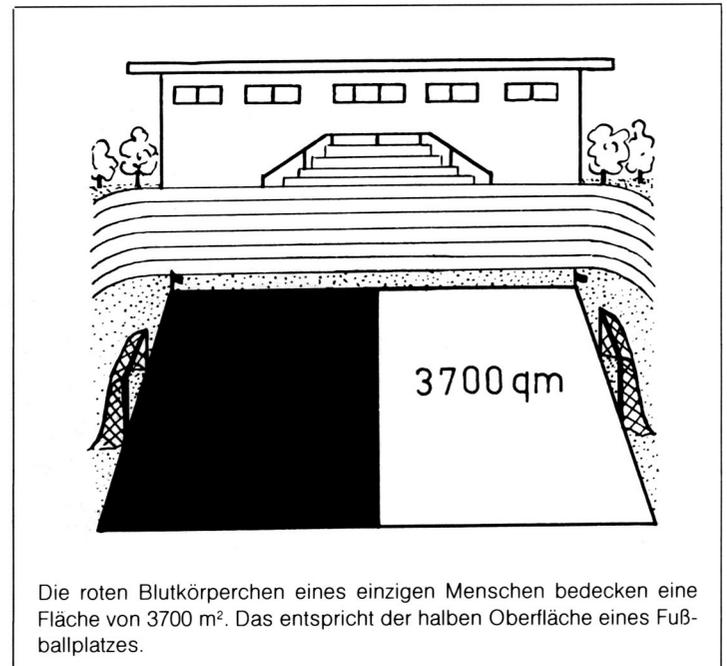
Ziehe nun einen zweiten Blutausstrich, mit dem Blutfilm nach oben, dreimal kurz durch die Esbitflamme. Lege dazu einen halben Esbitwürfel auf den Fuß eines umgestülpt stehenden Porzellanbechers. Auch durch die Hitze wird der Ausstrich — wie vorher durch den Brennspritus — fixiert. Färbe nun aber mit Methyleneblau.

Im fertigen Präparat werden nun auch die weniger zahlreichen weißen Blutkörperchen sichtbar. Im Gegensatz zu den roten haben sie einen Kern, der jetzt stark blau gefärbt ist.

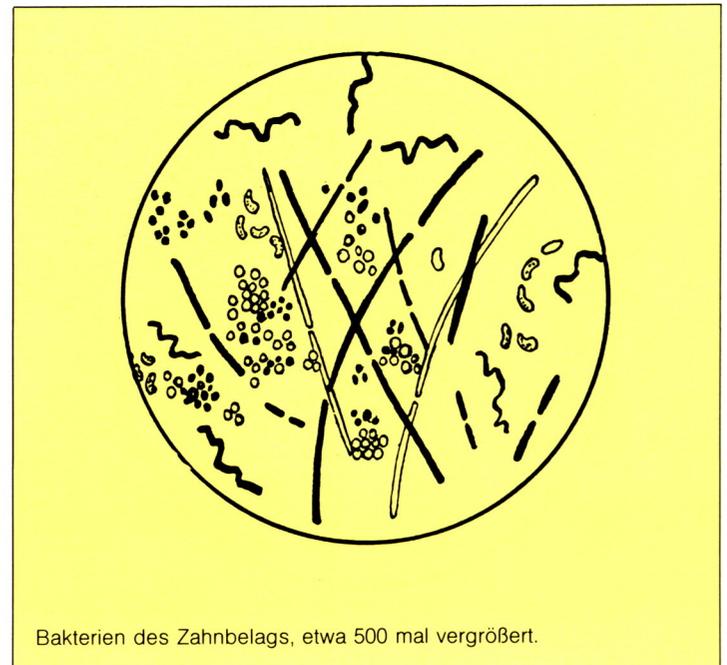
Mit Methyleneblau kannst du auch nach gleicher Vorbehandlung Bakterien deines Zahnbelages färben.

Schabe mit einem Streichholz — aber nicht mit dem Köpfchen! — etwas Belag von deinen Zähnen und verreise ihn auf einem Objektträger. Ziehe ihn dann dreimal mit der Schichtseite nach oben durch die Esbit-Flamme.

Untersuche nach dem Färben und Einbetten in Malinol bei starker Vergrößerung und vergleiche mit unserer Abbildung.



Die roten Blutkörperchen eines einzigen Menschen bedecken eine Fläche von 3700 m². Das entspricht der halben Oberfläche eines Fußballplatzes.



Bakterien des Zahnbelags, etwa 500 mal vergrößert.

Anleitung zu Mikroskopie-Labor 6531 mit stabilem Mikroskop (Metall) mit Monitoraufsatz und Zoom-Okular 10x–15x.

Vierfach Revolver-Objektiv bis 600fache Vergrößerung, integrierte Beleuchtung und Tageslichtspiegel.

Ausführliche Anleitung und Einführung in die Mikroskopie von Prof. Dr. Kuhn, Universität Saarbrücken und Frau Ingeborg Westermeier.



Aus der Vielzahl der Experimente:

Geheimnissen der Tiere auf der Spur, z. B.

Warum können Bienen nur einmal stechen

Wie halten sich Fliegen am Glas fest

Feinstruktur von Schmetterlingsflügeln

Wie laufen Spinnen auf ihren Netzen

Überraschungen in der Pflanzenwelt, z. B.

Wozu brauchen Pflanzen Haare

Wie sieht eine Zelle aus

Pilze, die auf keiner Speisekarte stehen

Blätter als lebende Kraftwerke

Anleitungen zum Herstellen von Präparaten, z. B.

Dauer- und Frischpräparaten

Das Einfärben von Präparaten

Quer- und Längsschnitte

Fein- und Dünnschnitte