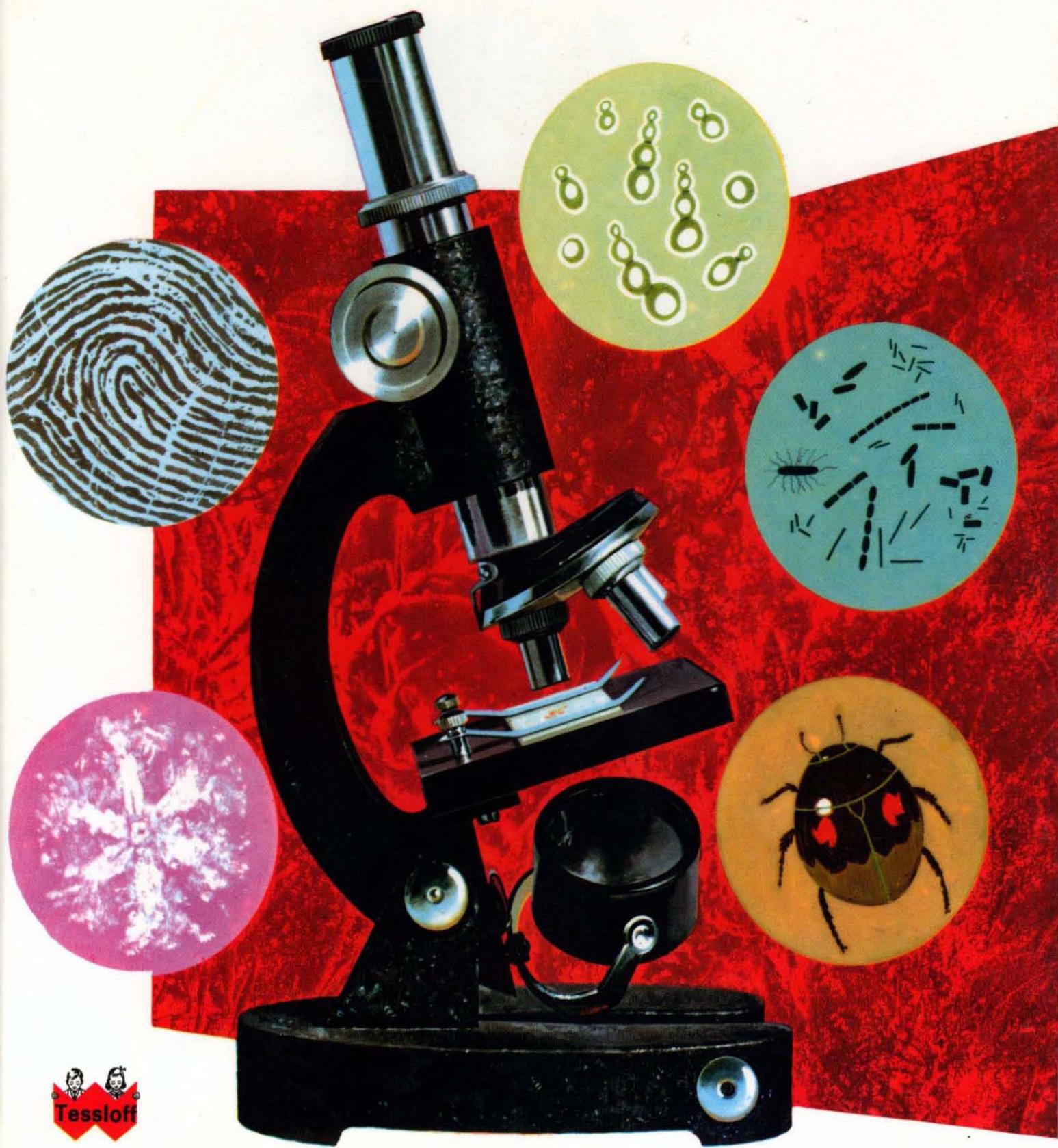


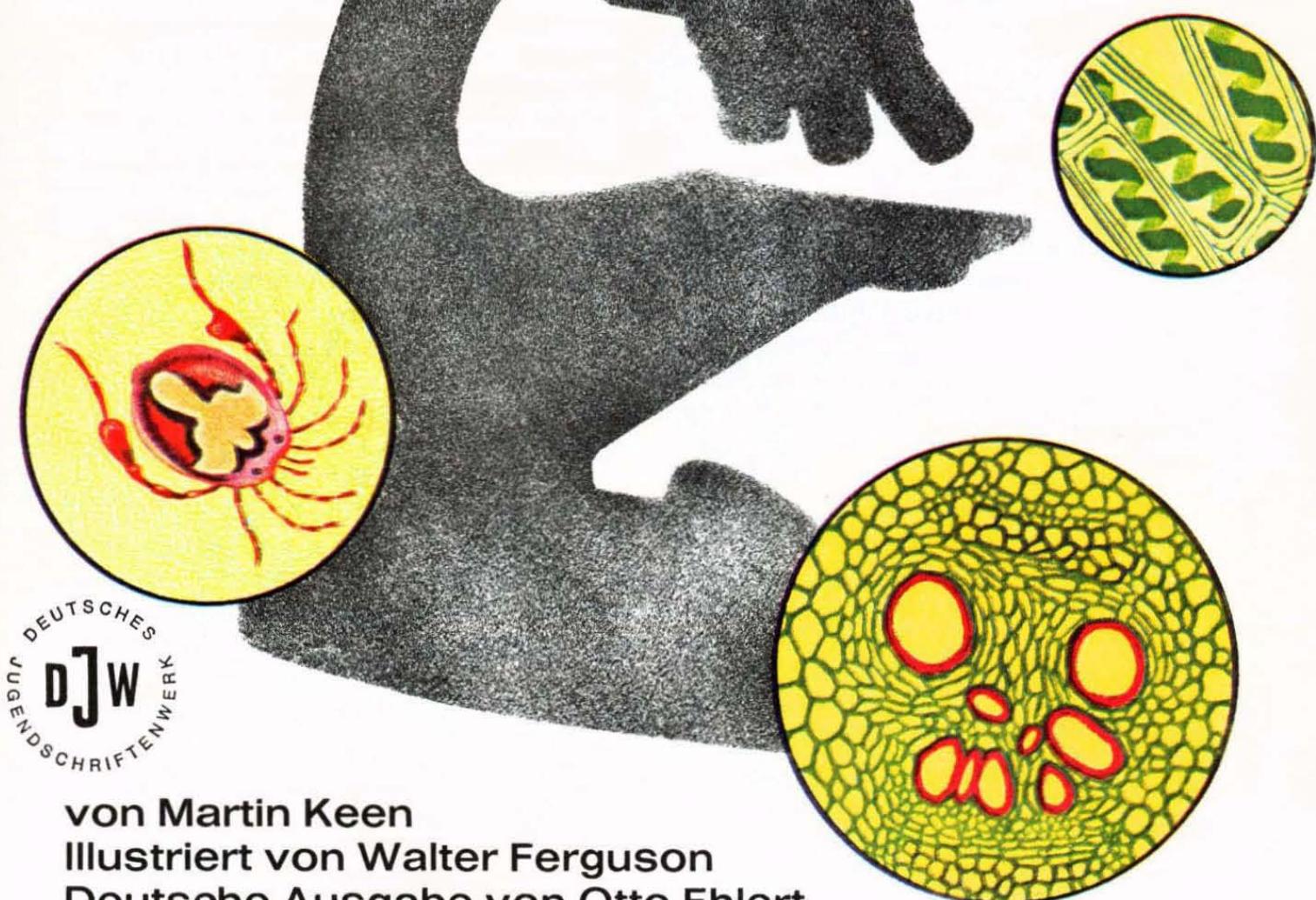


Das Mikroskop

BAND 8 und was es zeigt



Ein WAS IST WAS Buch über Das **Mikroskop** und was es zeigt

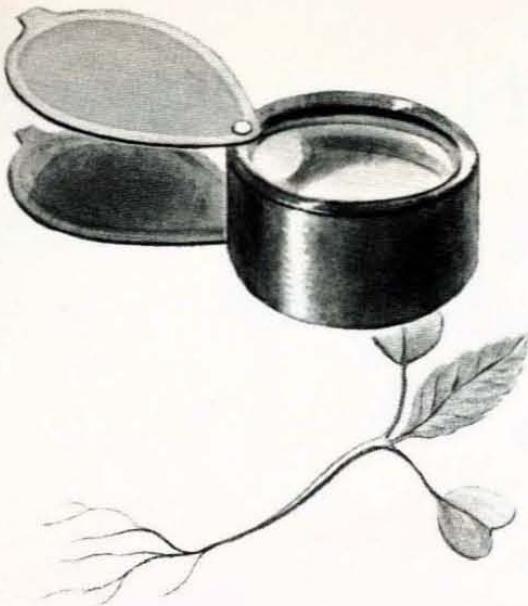


DEUTSCHES
JUGENDSCHRIFTENWERK
DJW

von Martin Keen
Illustriert von Walter Ferguson
Deutsche Ausgabe von Otto Ehler

Wissenschaftliche Überwachung durch
Dr. Paul E. Blackwood

NEUER TESSLOFF VERLAG · HAMBURG



Vorwort

Das **WAS IST WAS-Buch** über das Mikroskop macht mit einem Instrument bekannt, das für die Naturwissenschaftler auf ihrer ständigen Suche nach genauen Kenntnissen über unsere Welt von jeher äußerst wichtig gewesen ist. Das Instrument macht aus unseren Augen, die so wunderbar sind, ein noch größeres Wunder: es verstärkt gleichsam unsere Sehkraft. Es macht eine Welt unsichtbaren Lebens für uns sichtbar, jene Welt der winzigsten Pflanzen und Tiere, der Bakterien und Urtierchen.

Wer Freude an dem großartigen Instrument und vollen Nutzen davon haben will, muß wissen, wie man damit umgeht. Man muß Übung darin haben, das Mikroskop scharf einzustellen und Präparate anzufertigen. Dieses Buch will dem Anfänger helfen, all das zu lernen. Es gibt Anleitungen, wie man das Mikroskop benutzen muß, um Einzelheiten an vielen Dingen, die uns Tag für Tag umgeben, wahrzunehmen und zu betrachten. Eine glatte Seite dieses Buches wird plötzlich zu einer faserigen Masse, und die Oberfläche der Laubblätter wird zu wundervollen Mustern, wenn man sie durch ein Mikroskop ansieht.

Jeder junge Mensch, der sich für die Naturwissenschaften interessiert, kann viele spannende Versuche machen, wenn er die unsichtbare Welt erforscht. Das **WAS IST WAS-Buch** über das Mikroskop ist ein hilfreicher Führer beim Gang durch diese Wunderwelt.

Inhalt

EINE UNSICHTBARE WELT

- Das Mikroskop**
Was ist ein Mikroskop?
Wie funktioniert es?
Was ist ein einfaches Mikroskop?
Was kannst du mit einem einfachen Mikroskop sehen?
Wie macht man Aufzeichnungen über das, was man beobachtet?
Was ist ein Brennpunkt?
Wie kann man ein Wasserlinsenmikroskop herstellen?
Wer erfand das Mikroskop?
Wer machte als erster mikroskopische Untersuchungen?
Wie arbeitete van Leeuwenhoek mit seinem Mikroskop?
Welche Gegenstände beobachtete er?

DAS ZUSAMMENGESETZTE MIKROSKOP

- Was ist ein zusammengesetztes Mikroskop?**
Welches sind die beiden Linsensysteme?
Welches sind die Teile eines zusammengesetzten Mikroskops?
Wie berechnet man das Vergrößerungsvermögen eines Mikroskops?
Weitere Teile eines zusammengesetzten Mikroskops.
Wie benutzt man ein zusammengesetztes Laboratorium-Mikroskop?
Wie stellt man scharf ein?
Wie reinigt man das Gerät?
Welche Ausrüstung braucht man zum Mikroskopieren?
Was für ein Mikroskop sollte man haben?

DIE WELT DES UNSICHTBAREN LEBENS – BAKTERIEN UND URTIERCHEN

- Welches sind die kleinsten Pflanzen der Welt?**
Wo gibt es Bakterien?
Wie können Bakterien nützlich sein?
Wie sehen Bakterien aus?
Wann gedeihen sie am besten?
Was ist Pasteurisieren?
Wie schnell vermehren sich die Bakterien?
Wie kann man sich Bakterien verschaffen?
Wie präpariert man Bakterien für das Mikroskop?
Wie kann man Bakterien färben?
Wie kann man ein gefärbtes Präparat herstellen?
Was ist ein Hängetropfen-Objektträger?
Wie kannst du selbst einen Hängetropfen-Objektträger herstellen?
Welches sind die kleinsten Tiere der Welt?
Was fressen die Urtierchen?
Wie kannst du Urtierchen beobachten?
Wie kann man Urtierchen an Ort und Stelle halten?
Wie bewegen sich die Urtierchen fort?

Seite

5	Was ist eine Peranema?	28
5	Was ist eine Amöbe?	28
5	Wie bewegt sich eine Amöbe fort?	28
5	Was ist ein Pantoffeltierchen?	28
6	Was ist im Innern eines Urtierchens?	29
7	Wie scheiden Urtierchen Abfallstoffe und Wasser aus?	29
8	Wie ernährt sich die Amöbe?	30
9	Wie ernährt sich das Pantoffeltierchen?	30
10	Wie kann man Urtierchen füttern?	30
11	Können Bakterien und Urtierchen ihr Leben unterbrechen?	31
11	Woher stammen die Bakterien und Urtierchen in einem Heuaufließ?	31
11	Vermehrt sich die Zahl der Bakterien und Urtierchen?	31
12	Wie vermehren sie sich?	32
12	Welche Arten von mikroskopischen Pflanzen leben in „Häusern“?	33

SCHIMMEL, MEHLTAU, HEFEKNOSPUNG

12	Wie kann man Pflanzen auf einer Scheibe Brot züchten?	34
13	Wie sieht Schimmel aus?	35
13	Kann der Schimmelpilz dem Menschen nützen?	35
14	Was ist Mehltau?	35
14	Was sind Hefepilze?	37
14	Was unterscheidet die Hefeknospung noch von der Zellteilung?	38
15	Wodurch ist Hefe für den Menschen nützlich?	38
15	Wie kann man Gärung sichtbar machen?	39

INSEKTEN

17	Worin kann man Insekten sammeln?	39
17	Wie sieht das Auge einer Fliege aus?	39
18	Wie kann eine Fliege überkopf laufen?	40

GEWEBE

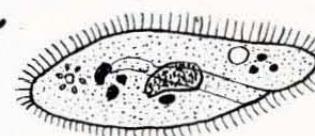
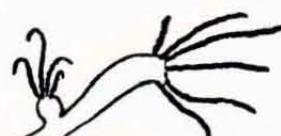
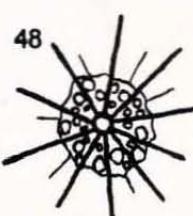
19	Wie wird ein Baumwollfaden hergestellt?	40
19	Wie unterscheiden sich Naturfasern von künstlichen Fasern?	42
19	Wie ist Musselin gewirkt?	42
20	Wie werden Strickwaren hergestellt?	42

BLUT

20	Welche Aufgabe hat das Blut?	43
20	Woraus besteht das Blut?	43
21	Wie kannst du eine Blutprobe nehmen?	44
21	Wie wird ein Blutabstrich gemacht?	44
21	Wie sehen Blutzellen aus?	45
22	Wie kann man den Blutkreislauf sichtbar machen?	46
23	Wie kann man das Innere lebender Dinge beobachten?	47

DAS ELEKTRONEN-MIKROSKOP

25	Wo liegen die Grenzen eines optischen Mikroskops?	47
25	Was ist ein Elektronenmikroskop?	48
26	Welchen Dienst leistet das Elektronenmikroskop der Menschheit?	48



Eine unsichtbare Welt

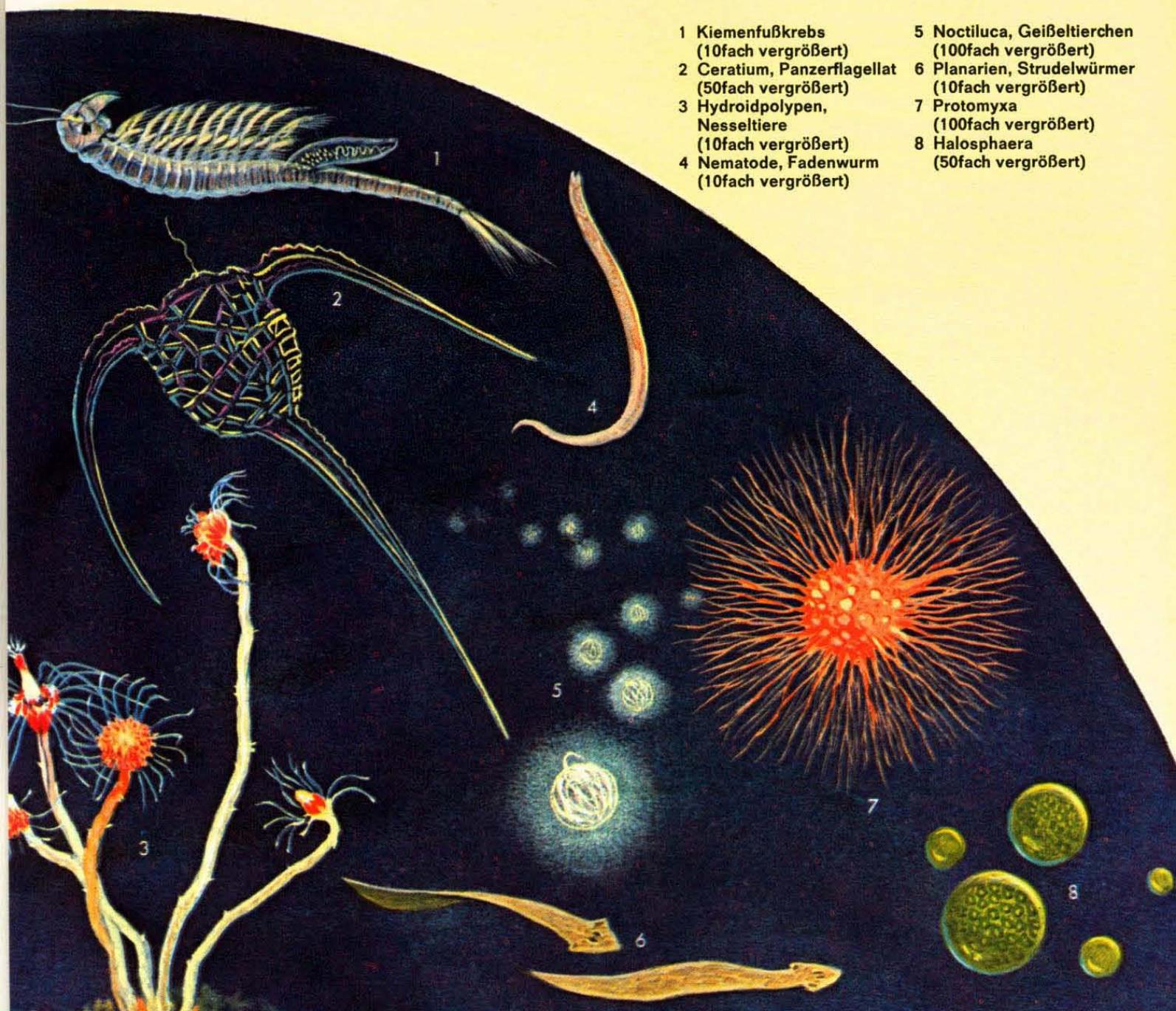
Das menschliche Auge ist ein wunderbares Organ. Durch unsere Augen nehmen wir mehr von unserer Umgebung wahr als durch irgendein anderes Sinnesorgan. Die Größe und Form der Dinge, ihre Farbe, ihre Lage und Entfernung — das alles erfassen wir mit unseren Augen. Wir können Dinge sehen, die sich nur ein paar Zentimeter vor unseren Augen befinden; wir können aber auch aus dem Fenster gucken und Dinge wahrnehmen, die mehr als ein Kilometer entfernt sind.

Dennoch gibt es — wie gut unsere Augen auch sein mögen — viele Dinge,

die sie uns nicht sichtbar machen können. Es sind vor allem sehr kleine Dinge. Gewöhnlich meinen wir, wenn wir von kleinen Dingen reden, solche, die etwa so groß sind wie der Punkt am Ende dieses Satzes. Du kannst diesen Punkt ohne Mühe erkennen, und wenn er nur ein Zehntel seiner Größe hätte, könntest du ihn immer noch sehen. Aber wenn der Punkt zu einem Hundertstel seiner jetzigen Größe zusammenschrumpfte, würdest du ihn wahrscheinlich nicht mehr sehen können. Dennoch wäre der zusammengeschrumpfte Punkt, so klein er auch ist,

Die meisten dieser Lebewesen sind so klein, daß man sie nur mit dem Mikroskop erkennen kann.

- | | |
|---|---|
| 1 Kiemenfußkrebs
(10fach vergrößert) | 5 Noctiluca, Geißeltierchen
(100fach vergrößert) |
| 2 Ceratium, Panzerflagellat
(50fach vergrößert) | 6 Planarien, Strudelwürmer
(10fach vergrößert) |
| 3 Hydroidpolypen,
Nesseltiere
(10fach vergrößert) | 7 Protomyxa
(100fach vergrößert) |
| 4 Nematode, Fadenwurm
(10fach vergrößert) | 8 Halosphaera
(50fach vergrößert) |



noch viel größer als Millionen der verschiedensten Dinge, die in deiner täglichen Welt vorhanden sind.

Es gibt Pflanzen, die so klein sind, daß man 250 000 von ihnen auf dem Punkt am Ende dieses Satzes unterbringen könnte. Und es gibt Tiere, die nicht viel größer sind.

Es ist gleich, wie nahe du mit den Augen an dieses Blatt Papier herangehst, es wird immer noch wie eine ziemlich glatte Fläche erscheinen. Daß das Papier in Wirklichkeit eine verfilzte Masse aus Fasern ist, wird kein Mensch mit dem bloßen Auge sehen können.

Es gibt Hunderte von kleinen Dingen und Einzelheiten in der Welt, die so klein sind, daß man sie nicht mit bloßen Augen sehen kann. Aber auf welche Weise erfahren wir etwas über diese kleinen Dinge? Was können wir — um



unseren Augen zu helfen — benutzen, damit wir die unsichtbare Welt der sehr kleinen Dinge, die uns umgeben, zu Gesicht bekommen? Wir können dafür ein Mikroskop verwenden.

Das Mikroskop

Ein Mikroskop ist ein Instrument, um kleine Dinge zu betrachten. Das Wort „Mikroskop“ kommt von zwei alten griechischen Wörtern: mikro,

Was ist ein Mikroskop?

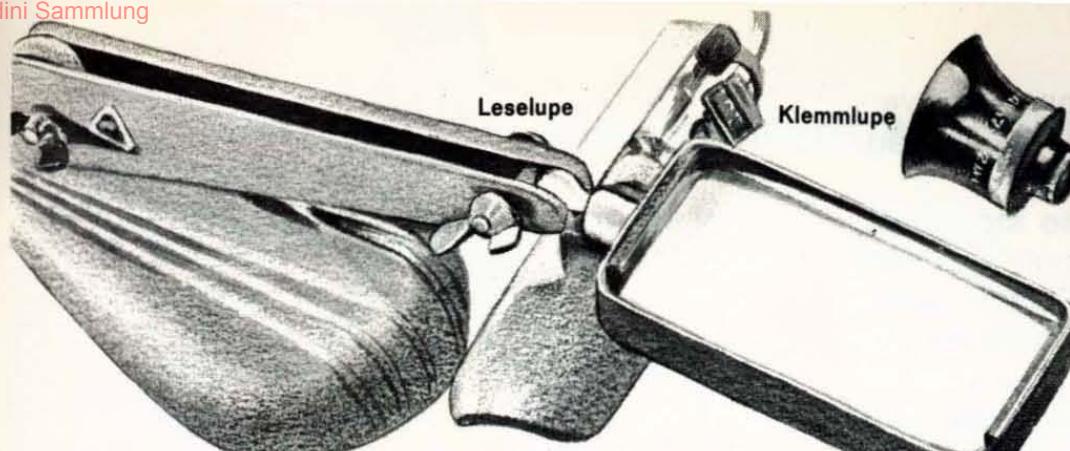
„klein“ und skopein, „betrachten“. Alle Mikroskope haben eins gemeinsam: Sie besitzen eine oder mehrere Linsen. Eine Linse ist ein Gebilde, das eine bestimmte Form hat und Lichtstrahlen ablenkt, die durch sie hindurchgehen. Die meisten Linsen sind aus Glas, aber eine Linse könnte auch aus Wasser, Öl oder aus durchsichtiger Plastikmasse bestehen.

Wenn wir irgend etwas erblicken, dann geschieht es, weil Licht von dem betreffenden Gegenstand in unsere Augen reflektiert wird. Wenn diese

Wie funktioniert es?

Lichtstrahlen direkt auf unsere Augen treffen, dann sehen wir den Gegenstand in seiner natürlichen Größe. Wenn die Lichtstrahlen jedoch auf dem Wege zu unseren Augen in einer bestimmten Weise abgelenkt werden, dann sieht der Gegenstand größer aus. Wir sagen, der Gegenstand ist vergrößert.

Eine Linse von geeigneter Form kann



Lupen sind einfache Mikroskope



Licht ablenken, so daß Dinge, die wir durch die Linse sehen, vergrößert sind. Jede Linse, die dies tut, ist ein Mikroskop.

Du magst nun fragen, ob Linsen auch Dinge kleiner erscheinen lassen können. Ja, und du kannst es leicht nachprüfen, wenn du ein kleines Fernrohr oder einen Feldstecher umdrehst und von der anderen Seite hindurchblickst.

Mikroskope, die aus einer oder viel-

Was ist ein einfaches Mikroskop?

leicht zwei Linsen bestehen, werden gewöhnlich Vergrößerungsgläser oder Lupen genannt. Das sind geeignete Namen dafür, aber es sind eben doch Mikroskope. Du hast sicher schon ein Vergrößerungsglas gesehen, wie es Briefmarkensammler benutzen. Es besteht aus einer oder zwei kleinen Linsen, die in einem Metallrahmen sitzen; man hält es in der Hand. Juweliere oder Uhrmacher, die einen Edelstein oder eine Uhr betrachten wollen, klemmen sich eine Lupe ins Auge. Auch solch eine Klemmlupe ist ein Mikroskop. Viel-

Es gibt viele verschiedene Instrumente, mit denen man kleine Dinge betrachten kann.

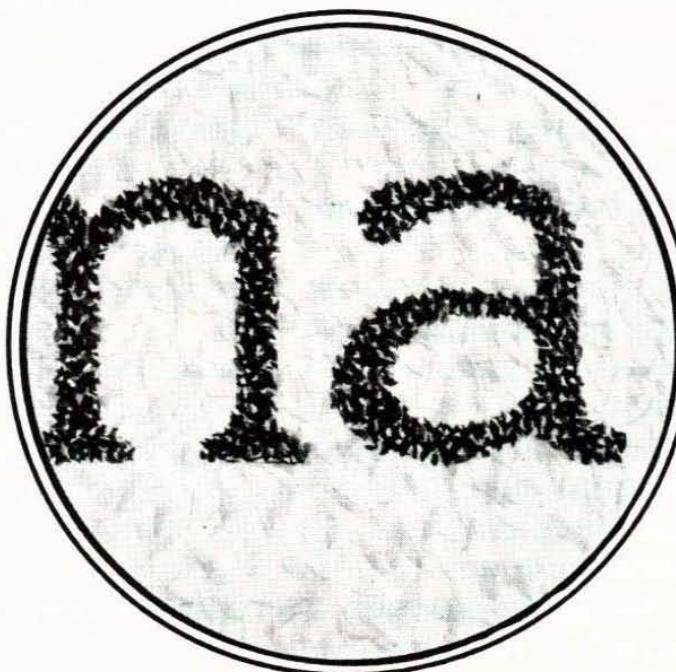
leicht hast du auch schon einmal ein Bild von dem Detektiv Sherlock Holmes gesehen, wie er ein rundes Vergrößerungsglas in der Hand hält. Das sind alles einfache Mikroskope, die eine oder mehrere Linsen haben; sie zeigen den vergrößerten Gegenstand seitenrichtig und an demselben Platz, an dem du ihn ohne Linse siehst. Du wirst dies alles besser verstehen, wenn du etwas über die anderen Mikroskope erfährst.

Du kannst einfache Mikroskope mit einer oder zwei Linsen in Spielwarengeschäften, bei Optikern oder im Warenhaus kaufen. Solche Mikroskope sind unterschiedlich im Preis. Die ganz billigen haben schlechte Glaslinsen oder Plastiklinsen, die leicht verkratzen. Für einige Mark kannst du schon eine brauchbare Lupe kaufen, wie sie zum Beispiel die Briefmarkensammler benutzen.

Wenn du ein einfaches Mikroskop bekommen hast, kannst du es dazu benutzen, Dinge aus deiner täglichen Welt kennenzulernen, von denen du vorher nichts gewußt hast.

Nimm eine Illustrierte mit einem blan-ken und glatten Umschlag zur Hand, auf dem sich die farbige Fotografie eines Menschen befindet. Die meisten Illustrierten haben solche Umschläge. Prüfe nun mit deinem Mikroskop das Gesicht des Menschen auf dem Bild. Du wirst entdecken, daß die Gesichtsfarbe sich aus vielen winzigen Pünktchen oder kleinen Flecken von verschiedenen Farben zusammensetzt: roten, gelben und grünen oder blauen Pünktchen, zwischen denen die weiße Farbe des Papiers durchschimmert. Lege dann das Vergrößerungsglas beiseite und sieh dir die Umschlagseite mit bloßem Auge an: Alle Pünktchen, die zu klein sind, um sie ohne Mikroskop sehen zu können, gehen ineinan-der über und erzeugen so die Farbe des Fleisches. Sieh dir mit dem Vergrößerungsglas die rote Fläche der Wangen oder Lippen an. Du wirst entdecken, daß dort mehr rote Pünktchen dicht zu-

So sieht Zeitungsdruck aus, wenn er vergrößert ist.

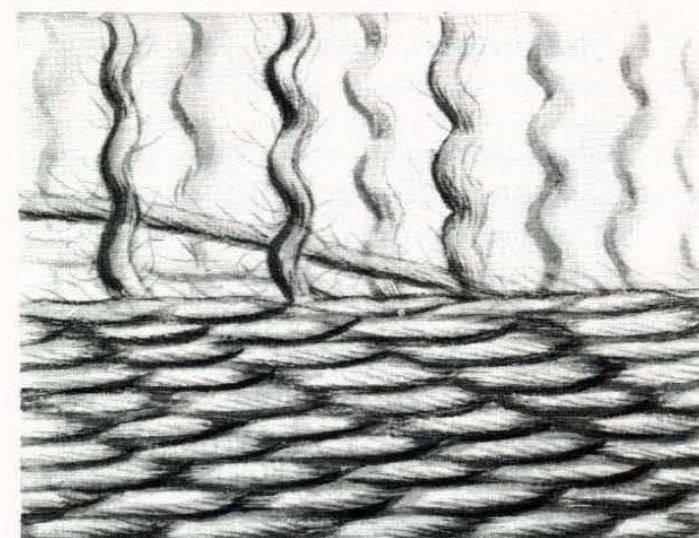


sammengedrängt sind und auf diese Weise die rote Gesichtsfarbe hervor-rufen. Falte dein Taschentuch ausein-ander und sieh es dir an, indem du es gegen das Licht hältst. Du kannst leicht feststellen, daß es aus Tausenden von



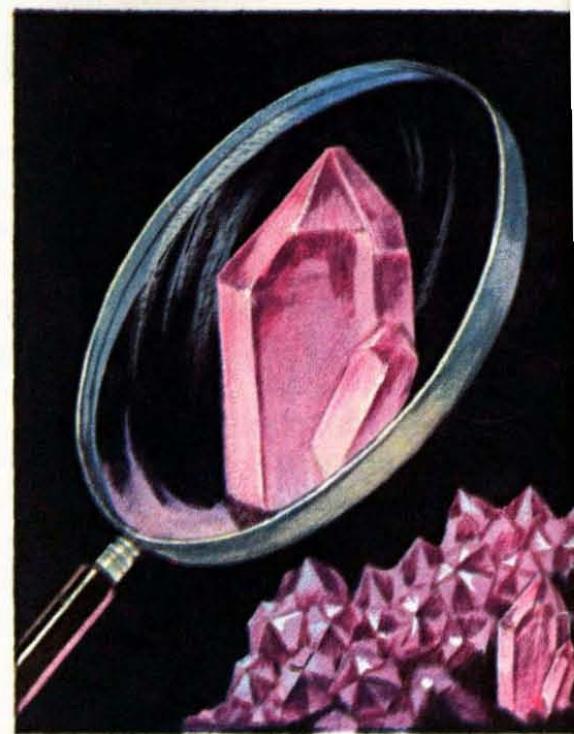
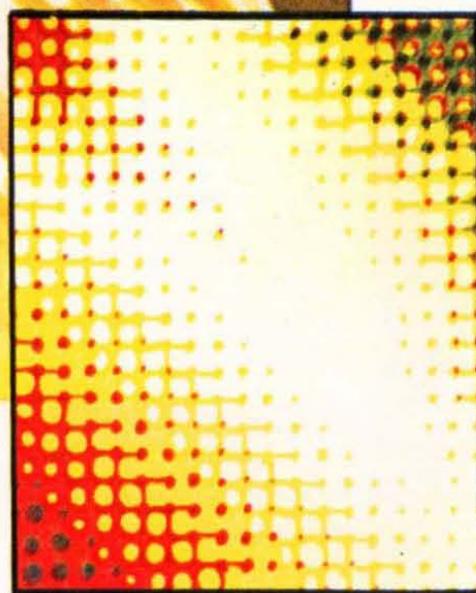
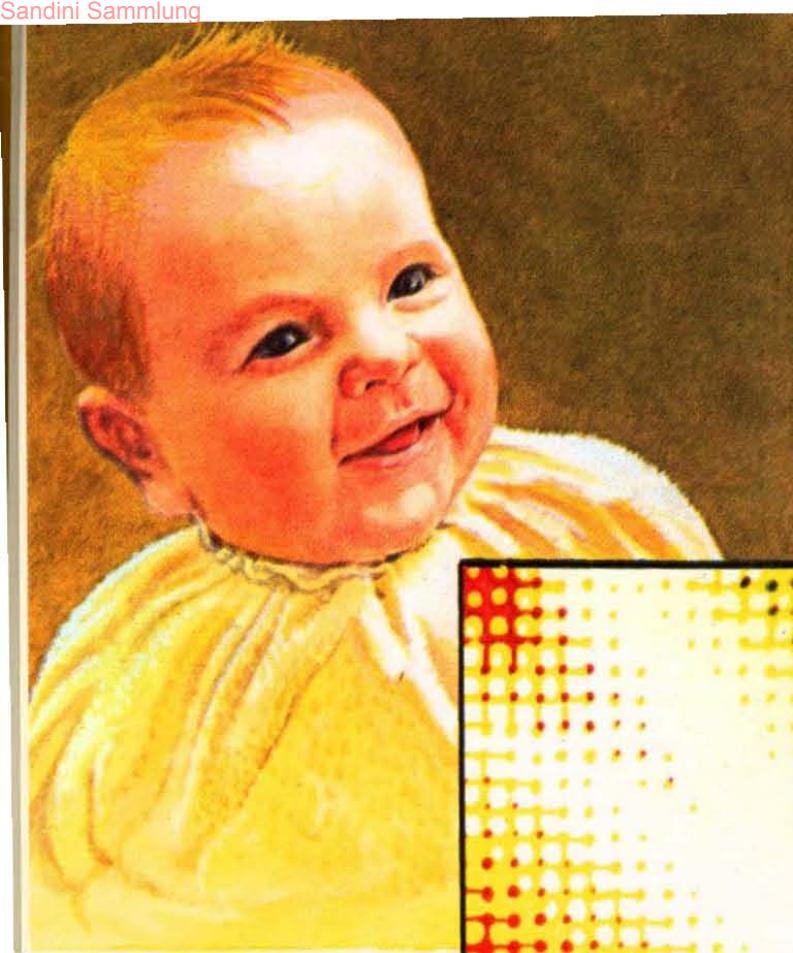
Ein Mikroskop zeigt die Struktur eines Gewebes.

Baumwollgewebe, durch ein Mikroskop gesehen.



Fäden gewebt ist. Benutze jetzt dein Vergrößerungsglas, um das Taschen-tuch zu betrachten: Jeder Faden ist ge-webt; er läuft einmal unter und einmal über die anderen Fäden. Und die Fäden sind nicht alle gleich dick. Du wirst auch feststellen, daß die meisten Fäden fus-selig aussehen, weil an ihren Seiten winzige, ausgefranste Fasern heraus-ragen.

Sieh dir einmal verschiedene Stoff-proben an, auf denen farbige Muster



*Form eines Amethystkristalls,
vergrößert.*

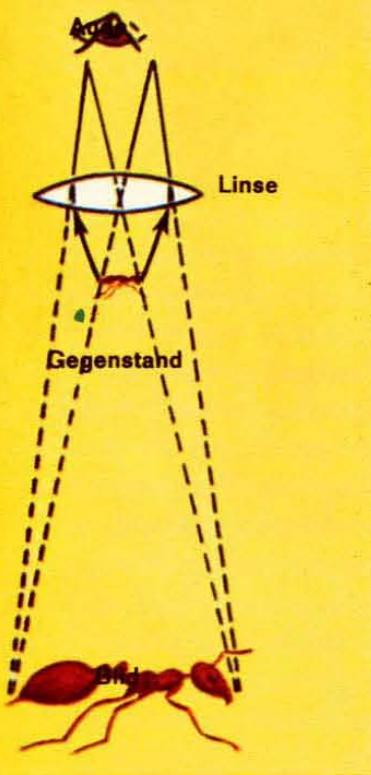
Wenn du dies Bild eines kleinen Kindes mit einem Vergrößerungsglas oder einer Lupe betrachtest, siehst du, daß es aus vielen Punkten besteht.

sind. Wie kann man erkennen, auf welchen Stoffen die Farbe aufgedruckt und in welche sie eingewebt ist? Man kann es, wenn man einen einzelnen Faden mit dem Vergrößerungsglas verfolgt. Wenn der ganze Faden nur eine Farbe hat, dann ist das Muster eingewebt. Wenn man dagegen einen einzelnen Faden verfolgt und feststellt, daß er in verschiedenen Teilen des Musters verschieden gefärbt ist, dann ist das Muster auf den Stoff gedruckt worden. Das Vergrößerungsglas oder einfache Mikroskop zeigt dir Hunderte von neuen Dingen, wenn du die Gegenstände deiner täglichen Welt sorgfältig prüfst. Untersuche einmal einen Stein, in dem verschiedene Farben sind. Sieh dir die kleinen Härchen auf deinem Handrücken an. Untersuche bei einem Stück Holz, dort wo ein Zimmermann gesägt hat, die Oberfläche. Betrachte ein Insektenbein.

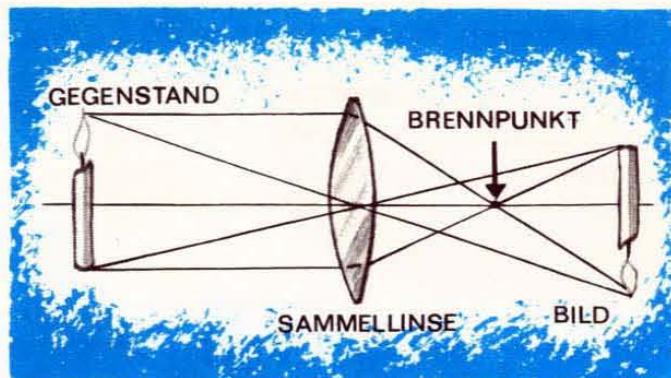
Du wirst mehr Nutzen vom Mikroskopieren haben und die gewonnenen Erkenntnisse vermehren, wenn du über das, was du siehst, Aufzeichnungen machst. Das kannst du in einem Notizbuch oder auf Karteikarten. Man kann sowohl das Notizbuch als auch die Karten in fast jedem Schreibwarengeschäft oder Warenhaus kaufen.

Folgendes schreibst du in dein Notizbuch oder auf deine Karten:
 Untersuchungsnummer . . .
 Datum der Untersuchung . . .
 Untersuchter Gegenstand . . .
 Wo gefunden . . .
 Was gesehen . . .
 Bemerkungen . . .
 Unter Bemerkungen schreibst du vielleicht:

**Wie macht
man Auf-
zeichnungen
über das,
was man sah?**



So entsteht ein Bild in unserem Auge.



Papier sammeln. Ist die Lupe groß genug, um genügend Sonnenstrahlen zu bündeln, wird das Papier anfangen zu brennen. Darum nennt man diesen Punkt den Brennpunkt.

Wenn wir etwas mit einer Lupe betrachten wollen, merken wir, daß wir den Gegenstand unserer Untersuchung nicht in jedem Abstand zur Lupe gleich gut sehen können. Wir müssen die Lupe auf und ab bewegen, bis das Objekt deutlich wird. Warum ist das nötig? Es hängt mit dem Brennpunkt zusammen. Man muß die Lupe so nahe ans Objekt heranhalten, daß sich das Objekt noch innerhalb der Brennweite – das ist die Strecke zwischen der Lupe und ihrem Brennpunkt – befindet. Je näher sich das Objekt am Brennpunkt der Lupe befindet, um so größer erscheint es.

Auch unsere Augen haben Linsen. Die Augenlinse befindet sich hinter der Pupille und der Iris und beugt die Lichtstrahlen, so daß sie auf die Rückwand der Augen fallen, auf die Netzhaut, wissenschaftlich Retina genannt. Wenn die Augenlinse richtig arbeitet, läßt sie genau an der richtigen Stelle – auf der Retina – ein scharfes Bild entstehen. Bei manchen Menschen wird das scharfe Bild aber entweder zu weit vor der Retina oder zu weit nach hinten projiziert – sie sind kurz- oder weitsichtig. Der Fehler ihrer Augenlinsen muß dann durch Brillenlinsen korrigiert werden.

Du mußt die Lupe deshalb auch auf und ab bewegen, bis sie genau den richtigen Abstand zur Linse in deinem Auge

„Vergleiche mit Untersuchung Nummer...“ Du hast vielleicht gerade den Fühler eines Tagfalters und kurz zuvor den Fühler einer Nachtmotte untersucht. Wahrscheinlich möchtest du die Tatsache notieren, daß die Fühler dieser beiden Schmetterlingsarten sehr verschieden sind. Also verweist du auf der Karte, auf der du deine Beobachtungen über den Tagfalterflügel vermerkt hast, auf die Karte mit den Aufzeichnungen über den Nachtmottenfühler, und auf dieser Karte verweist du auf die Tagfalterkarte. Wissenschaftler arbeiten ständig mit solchen Querverweisungen, und du wirst einen besseren Überblick gewinnen, wenn du dich dieser Methode bedienst.

Jede Linse hat einen Brennpunkt. Alle

Lichtstrahlen, die parallel auf eine Linse treffen, werden von der Linse so gebrochen, daß sie an einem Punkt

hinter der Linse zusammentreffen. Das läßt sich leicht nachprüfen, wenn man eine Lupe vor einem Blatt Papier in die Sonne hält. Bewegt man dann die Lupe vor dem Papier auf und ab, findet man den Abstand, bei dem die Sonnenstrahlen sich in einem Punkt auf dem

Was ist ein Brennpunkt?

hat, damit ein deutliches Bild auf der rückwärtigen Wand deines Auges entstehen kann. Wenn man eine Linse auf- und abbewegt, um ein deutliches Bild zu bekommen, spricht man von einer Scharfeinstellung.

Biege mit einer Drahtzange eine Büroklammer oder ein ebenso dickes Stück Draht gerade und forme dann an einem Ende des Drahtes eine

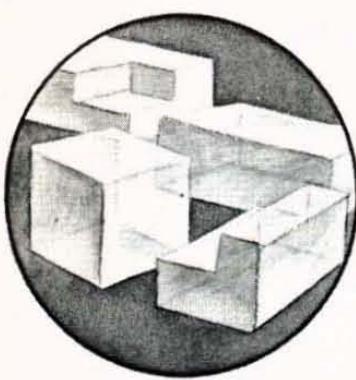
Wie kann man ein Wasser-linsen-mikroskop herstellen?

Schlinge mit einem Durchmesser von ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm. Reibe ein bißchen Fett oder Öl auf diese Schlinge. Tauche die Schlinge ins Wasser und zieh sie vorsichtig wieder heraus. In der Schlafte ist dann ein Wassertropfen, der eine Linse darstellt. Sieh dir durch diese Wasserlinse die Buchstaben auf einer Seite an. Die Linse wird wahrscheinlich zweifach vergrößern. Schließlich wird das Wasser verdunsten; aber es ist

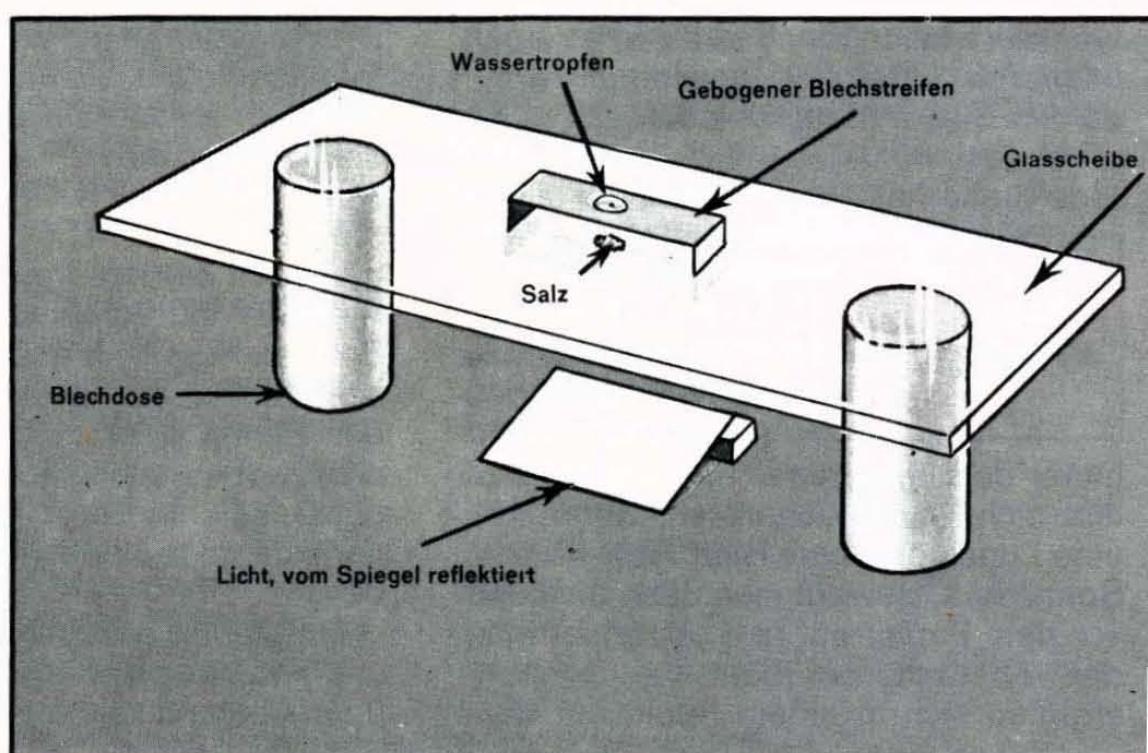
leicht, eine neue Wasserlinse herzustellen.

Man kann auch noch ein anderes Mikroskop mit einer Wasserlinse herstellen. Schneide mit einer Metallschere einen 2 bis 3 cm breiten und 10 cm langen Streifen von einer Blechdose ab. Sei vorsichtig, damit du dich nicht an den scharfen Kanten des Bleches schneidest. Wenn du den Streifen geschnitten hast, feilst du die Kanten etwas ab oder beklebst sie mit Heftpflaster. Markiere die genaue Mitte des Blechstreifens. Lege den Streifen auf ein Stück Holz und schlage durch die Mitte einen Nagel, der ein Loch von nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ mm im Durchmesser macht. Entferne dann den Nagel und das Stück Holz.

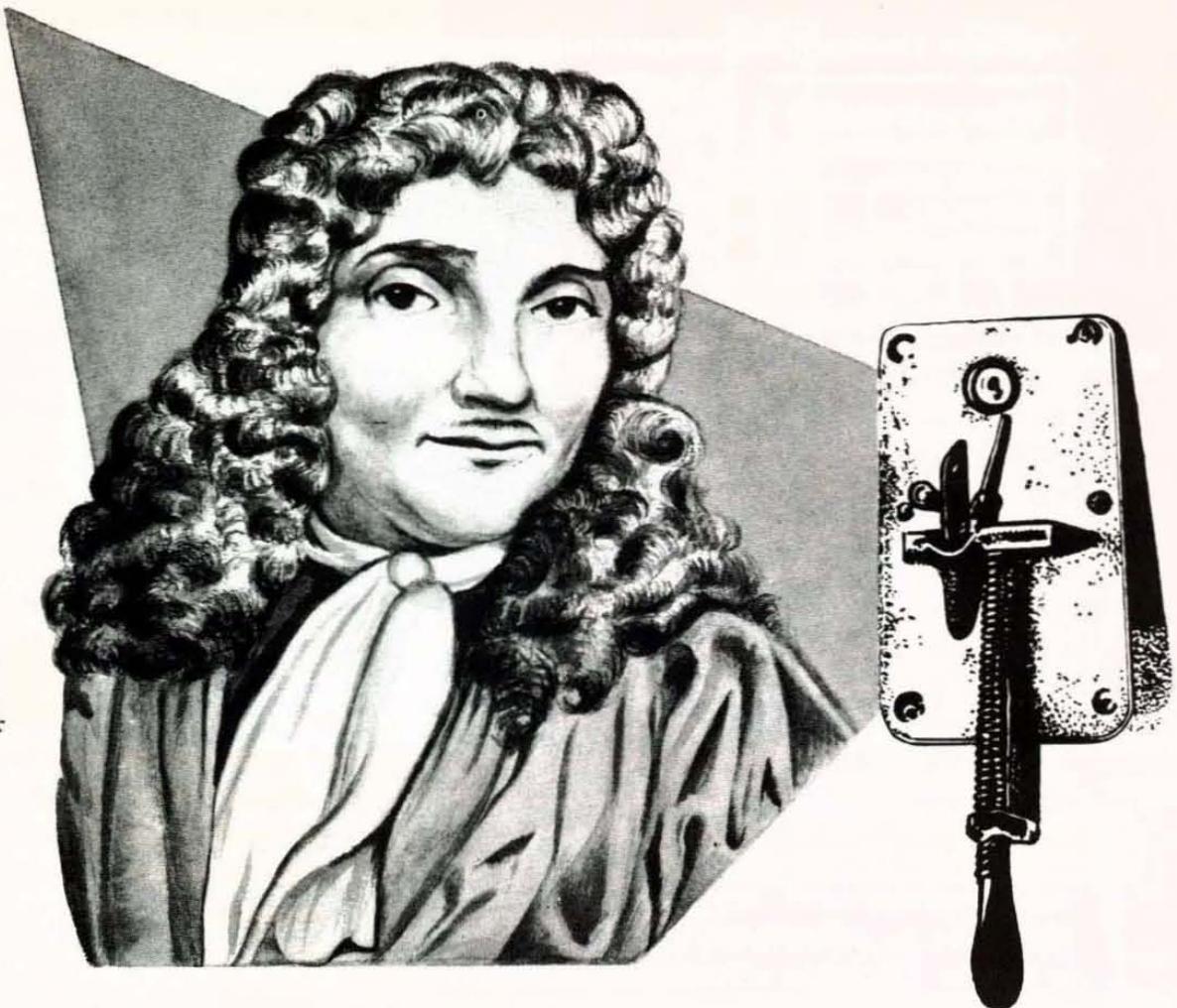
Biege die Enden des Streifens nach unten, so daß der Streifen steht. Wie beim Schlaufenmikroskop reibst du nun ein bißchen Fett oder Öl um das Loch. Stelle den Streifen auf die beiden Kanten. Tauche einen Bleistift ins Wasser und zieh ihn vorsichtig wieder heraus. Übertrage einen Wassertropfen von der Spitze des Bleistiftes in das



Salzkristalle,
vergrößert



Der erste, der mit einem Mikroskop arbeitete, war Antony van Leeuwenhoek (1632–1723), ein Textilkaufmann aus Holland. Rechts: das von ihm entworfene Mikroskop.



Loch, so daß ein Tropfen im Loch hängt und eine Linse bildet. Lege eine kleine Glasscheibe auf zwei gleichgroße Blechdosen. Stelle den Blechstreifen vorsichtig auf die Mitte der Glasscheibe. Leg unter die Scheibe einen kleinen flachen Taschenspiegel, so daß das Licht durch das Glas und die Wasserlinse reflektiert wird.

Lege ein paar Körnchen Pfeffer, Salz oder Zucker unter die Linse. Blicke durch die Linse und stelle sie scharf ein, indem du behutsam auf den Streifen drückst. Wieviel vergrößert nach deiner Meinung die Wasserlinse die Körnchen?

Wir wissen nicht genau, wer das erste

Wer erfand das Mikroskop?

Mikroskop hergestellt hat. Im 13. Jahrhundert wußte ein Mönch namens Roger Bacon, wie man Glas schleift, um Brillen herzustellen. Nicht

lange danach wurde es Mode, ein kleines Mikroskop bei sich zu tragen – ein Metallrohr etwa in der Größe deines Daumens mit einer Linse an einem Ende. Diese Mikroskope wurden Flohgläser genannt; und der Name verrät, wo zu man sie benutzte.

Wenn auch nicht bekannt ist, wer das

Wer machte als erster mikroskopische Untersuchungen?

Mikroskop erfand, wissen wir doch, wer als erster mikroskopierte. Dieser erste Mikroskopierer war Anthony van Leeuwenhoek. Er benutzte ein Mikroskop, um sorgfältig und systematisch kleine Dinge zu studieren.

Van Leeuwenhoek war Textilkaufmann, der um 1700 in der Stadt Delft in Holland lebte. Er führte ein stilles Leben als Geschäftsmann, aber was er in seiner freien Zeit tat, machte ihn zu einem der großen wissenschaftlichen Entdecker unserer Welt.

Von den Delfter Diamantschleifern ver-

**Wie arbeitete
van Leeuwen-
hoek mit
seinem
Mikroskop?**

schaffte er sich Diamantstaub. Damit schliff er eine fast kugelförmige Linse. Er montierte die Linse auf eine Vorrichtung, zu der ein Metallstab mit einem Schraubengewinde gehörte. Durch Drehen des Stabes konnte er sehr genaue Einstellungen erreichen. Die Linse und die Vorrichtung für die Einstellung waren an einer metallenen Platte befestigt, in der sich genau unter der Linse ein Loch befand. Wenn van Leeuwenhoek Gegenstände unter dieses Loch legte, konnte er sie dreihundertfach vergrößern. Er war gepackt von der Welt der winzigen Dinge, die sein Mikroskop ihm eröffnete, und er verbrachte viele Stunden damit, alle möglichen Dinge seiner Umgebung zu untersuchen und sorgfältige Berichte über das zu schreiben, was er sah. Viele seiner Berichte schickte er in Briefen an die Königliche Gesellschaft in London, eine Vereinigung von Wissenschaftlern. Die Wissenschaftler staunten über das, was van Leeuwenhoek schrieb. Sie ehrten ihn dadurch, daß sie ebenfalls Mikroskope herstellten und seine Beobachtungen nachmachten.

Er stellte einen Zeichner an, der sich an seinen Beobachtungen beteiligte und dann zeichnete, was sie beide sahen. Einmal legte van Leeuwenhoek eine Laus unter sein Mikroskop. Van Leeuwenhoek schrieb in seinen Notizen: „Der Zeichner konnte den Anblick nicht genug bewundern, und er brauchte lange Zeit, ehe er zu zeichnen begann.“

Er untersuchte die Augen einer Krabbe, eines Kabeljaus, eines Wales, eines Kaninchens, einer Kuh und eines Käfers. Er untersuchte die Eier von

**Welche
Gegenstände
beobachtete
er?**

Ameisen und Läusen; Samen, Blüten, Früchte und andere Teile der Pflanzen; den Blutkreislauf in der Schwanzflosse eines Fisches; den Zahnstein von den Zähnen eines achtjährigen Jungen und zweier Damen; Krebse und Austern-eier – alles dies gehörte zu den Dingen, die van Leeuwenhoek unter sein Mikroskop legte.

Als er 85 Jahre alt war, entdeckte er, daß „einige hundert Nerven in der Stärke einem einzigen Barthaar entsprechen!“ Und als er über neunzig war, beobachtete er „die wunderbare Vollendung und Gliederung“ in einem Fliegenauge.

Mit seinem einfachen Mikroskop, seiner sorgfältigen Arbeit und seiner Begeisterung öffnete Antony van Leeuwenhoek eine Welt, die schließlich zur Überwindung vieler Krankheiten führte und zur Erkenntnis, wie die vielen Dinge in unserer Welt gebaut sind.

Grassämling



Laus

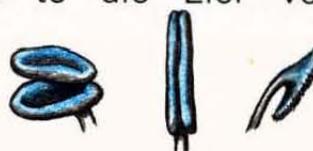


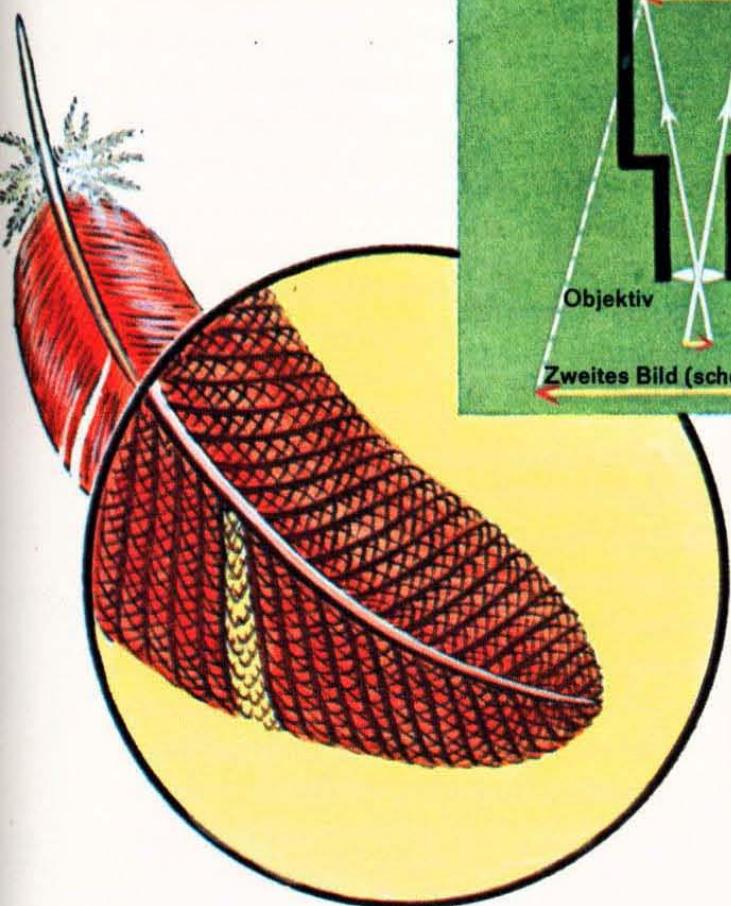
Grasährchen

Das zusammengesetzte Mikroskop

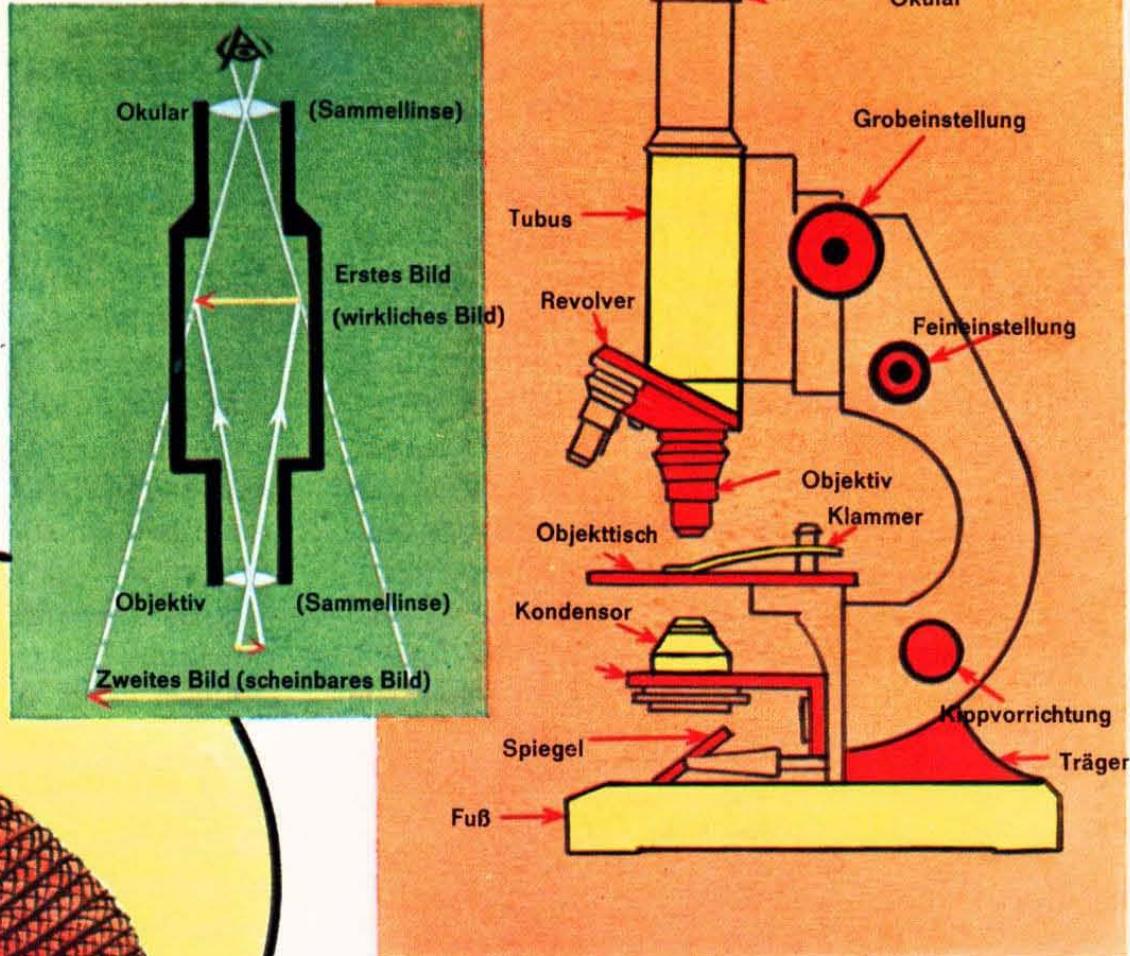
Wenn die meisten Leute das Wort „Mikroskop“ hören, denken sie gewöhnlich an die Art, die man in Laboratorien sieht. Von außen ge-

sehen besteht dieses Mikroskop aus einem schweren Metallfuß; einer Platte, auf die man das, was untersucht wird, legt; einem Mündungsstück, das auf die Platte zeigt, und einer langen Röhre. Mikroskope dieser Art sind





Teil einer Feder,
vergrößert (unten);
Strahlengang in einem
zusammengesetzten
Mikroskop (rechts);
ein zusammengesetztes
Mikroskop (ganz rechts).



Objektes, das man beim Hindurchschauen durch das Okular nochmals vergrößert sieht.

Wir wollen nun das zusammengesetzte Laboratorium-Mikroskop in seinen einzelnen Teilen kennenlernen. Betrachten wir zunächst den

Teil, durch den Licht hindurchgeht. Genau über der Platte, die man Objekttisch nennt, befindet sich eine enge Röhre, die die Linsen enthält. Diese Röhre mit den Linsen ist das Objektiv. Das Mikroskop hat manchmal nur ein Objektiv, das in eine Röhre (Tubus) eingepaßt ist. Die meisten Forschungsmikroskope haben zwei oder drei Objektive; sie sitzen an einem drehbaren Teller, den man Revolver nennt. Bei dieser Anordnung muß man den Revolver in die richtige Lage drehen, um

Hochleistungsmikroskope, die in Laboratorien verwendet werden. Es sind die sogenannten zusammengesetzten Mikroskope.

In einem zusammengesetzten Mikroskop befinden sich mehrere Linsen.

Diese Linsen sind in zwei Systemen angeordnet, dem Okular und dem Objektiv.

Das Okular bewirkt genau das, was ein einfaches Mikroskop bewirkt: es zeigt ein aufrechtes vergrößertes Bild. Das Objektiv erzeugt ein umgekehrtes vergrößertes Bild des

Welches sind die beiden Linsensysteme?

das geeignete Objektiv benutzen zu können.

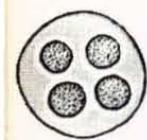
Du wirst fragen, warum ein Mikroskop mehr als ein Objektiv haben soll. Jedes Objektiv hat ein anderes Vergrößerungsvermögen. Man kann so das Objektiv wählen, das den Gegenstand auf die Größe bringt, in der man ihn am besten beobachten kann. Wenn du dir die Objektive eines Laboratorium-Mikroskops genauer betrachtest, wirst du sehen, daß auf einem 10 x, auf einem anderen 43 x und auf einem dritten 97 x steht. Das „x“ heißt „mal“ und bedeutet genau dasselbe wie beim Rechnen. Steht auf einem Objektiv 43 x, dann vergrößern seine Linsen auf das 43fache der natürlichen Größe.

Über dem Revolver sitzt eine weite

Wie berechnet man das Vergrößerungsvermögen?

Röhre, der Tubus. Er ist gewöhnlich leer, aber manchmal befinden sich auch eine oder zwei Speziallinsen

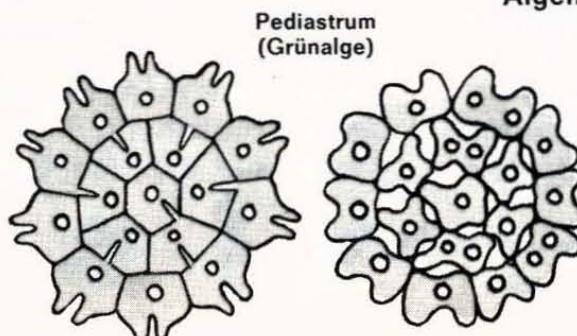
im Tubus. In den oberen Teil paßt genau eine engere Röhre hinein, eine Art Verlängerungsrohre, die ebenfalls Linsen enthält. Die Linsen im oberen Teil bilden das sogenannte Okular. Auf dem Okular ist das Vergrößerungsvermögen angezeigt. Gewöhnlich beträgt es 5 x oder 10 x. Wenn man ein 10-x-Okular mit einem 43-x-Objektiv benutzt, hat das Mikroskop ein Vergrößerungsvermögen von $10 \times 43 = 430$. Um also das Vergrößerungsvermögen eines Mikroskops festzustellen, multipliziert man das Vergrößerungsvermögen des Okulars und des Objektivs miteinander.



Gleocapsa
(Blaualge)



Scenedesmus
(Grünalge)



Pediastrum
(Grünalge)

Die Teile des Mikroskops, die du eben kennen gelernt hast, sind die wichtigsten, aber es wäre schwierig, sie ohne die anderen Teile eines modernen Mikroskops zu benutzen. Da ist einmal ein breiter, schwerer Metallsockel. Dieser „Fuß“ und der Träger oberhalb dieses Sockels geben dem Mikroskop den nötigen Halt. Am oberen Teil des Trägers befindet sich ein Gelenk zum Neigen des Mikroskops, so daß man den oberen Teil des Mikroskops nach vorn und hinten kippen kann. Der große gebogene Teil, der gekippt wird, ist der Arm. Das obere Ende des Armes hält den Tubus, während am unteren Ende der Objektisch befestigt ist. Zwei schmale Streifen aus federndem Stahl sollen die Gegenstände auf dem Objektisch festhalten, besonders wenn der Objektisch geneigt ist. Bei teuren Mikroskopen hat der Tisch zwei Etagen. Der obere Objektisch kann nach vorn und hinten oder nach rechts und links bewegt werden.

Wo der Tubus und der Arm zusammen treffen, sitzt ein sehr wichtiger Mechanismus: die Einstellung. Es gibt eine Grob- und eine Feineinstellung. Du erinnerst dich an den Gewindebolzen, mit dem van Leeuwenhoek sein einfaches Mikroskop ausgerüstet hatte. Grob- und Feineinstellung bestehen aus sehr sorgfältig hergestellten Schraubengewinden, durch die der ganze Tubus und die Objektive hoch-

Algen und Geißeltierchen in 100facher Vergrößerung

Euglena, Augentierchen
(Geißeltierchen)

und heruntergeschraubt werden können, um scharf einzustellen.

Am unteren Ende des Armes ist ein Spiegel angebracht, der den Lichtstrahl von unten her durch das Loch im Objekttisch und durch das Objekt auf den unteren Teil des Objektivs wirft und von dort durch den Tubus auf das Okular. Diese Art des Mikroskopierens, bei der das Objekt durchleuchtet wird, nennt man Durchsichtmikroskopie. Bei starken Vergrößerungen braucht man sehr viel Licht; dafür sorgt ein drittes Linsensystem, der Kondensor. Er konzentriert das Licht des Spiegels auf eine kleine Fläche.

Wir wollen einmal ein Haar untersuchen. Zuerst legen wir den Objektträger auf den Objekttisch. Der Objektträger ist eine saubere,

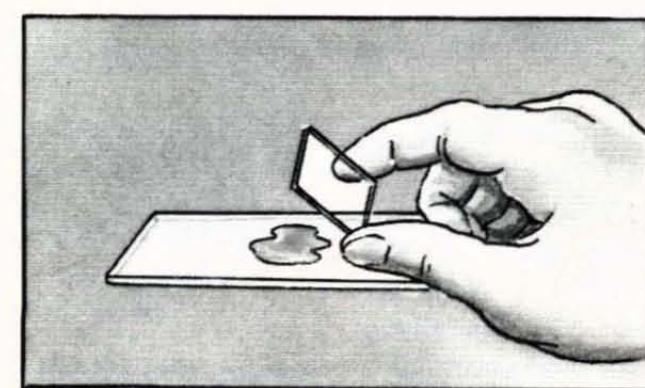
Wie benutzt man ein zusammenge-setztes Labor-Mikroskop?

durchsichtige Glasplatte, die etwa $2\frac{1}{2}$ cm breit und $7\frac{1}{2}$ cm lang ist. Sie wird unter die Klammern geschoben, die sie festhalten. Wir nehmen ein Haar von unserem Kopf, schneiden ein 2-3 cm langes Stück ab und legen es auf den Objektträger – genau über das Loch im Objekttisch. Damit es nicht wegwehen kann, befestigen wir es mit Kanadabalsam; notfalls kann man auch klaren Klebstoff oder Nagellack benutzen.

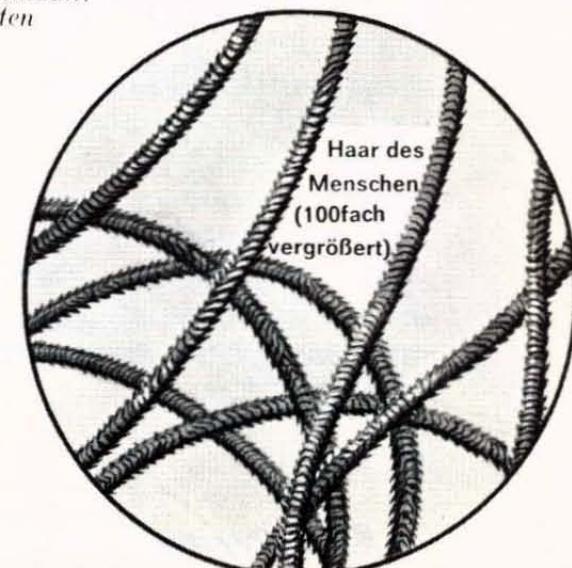
Träufle einen Tropfen Balsam auf das Haar und warte dann einen Augenblick; manchmal steigen winzige Bläschen im Balsam zur Oberfläche empor und platzen. Warte aber nicht zu lange, denn Kanadabalsam wird – wie auch einfacher Klebstoff und Nagellack – in

der Luft rasch hart. Auf den Balsam wird nun vorsichtig eine sehr dünne Glasscheibe gelegt, ein sogenanntes Deckglas. Wenn unter dem Deckglas noch Bläschen erscheinen, drückt man mit der Spitze einer Pinzette oder mit einem Zahntocher auf das Deckglas; so kann man die Bläschen herausdrücken. Jetzt ist das Haar für die Untersuchung fixiert.

Nun muß für die richtige Beleuchtung gesorgt werden. Sieh von der Seite her auf den Objekttisch und bringe das untere Ende des Objektivs mit der Grobeinstellung soweit nach unten, daß es sich etwa $1\frac{1}{2}$ mm über dem Deckgläschchen befindet. Bei einem Mikroskop mit mehreren Objektiven nimmst du zunächst das mit dem geringsten Vergrößerungsvermögen. Nun blickst du durch das Okular und bewegst den Spiegel, bis du eine helle, gleichmäßig beleuchtete Kreisfläche siehst, die weder zu grell noch zu trüb sein soll. Wir sind soweit, daß wir scharf einstellen können.

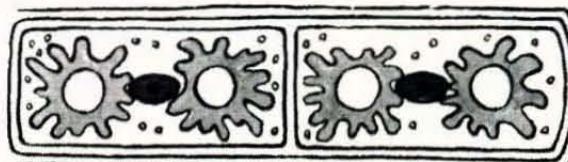


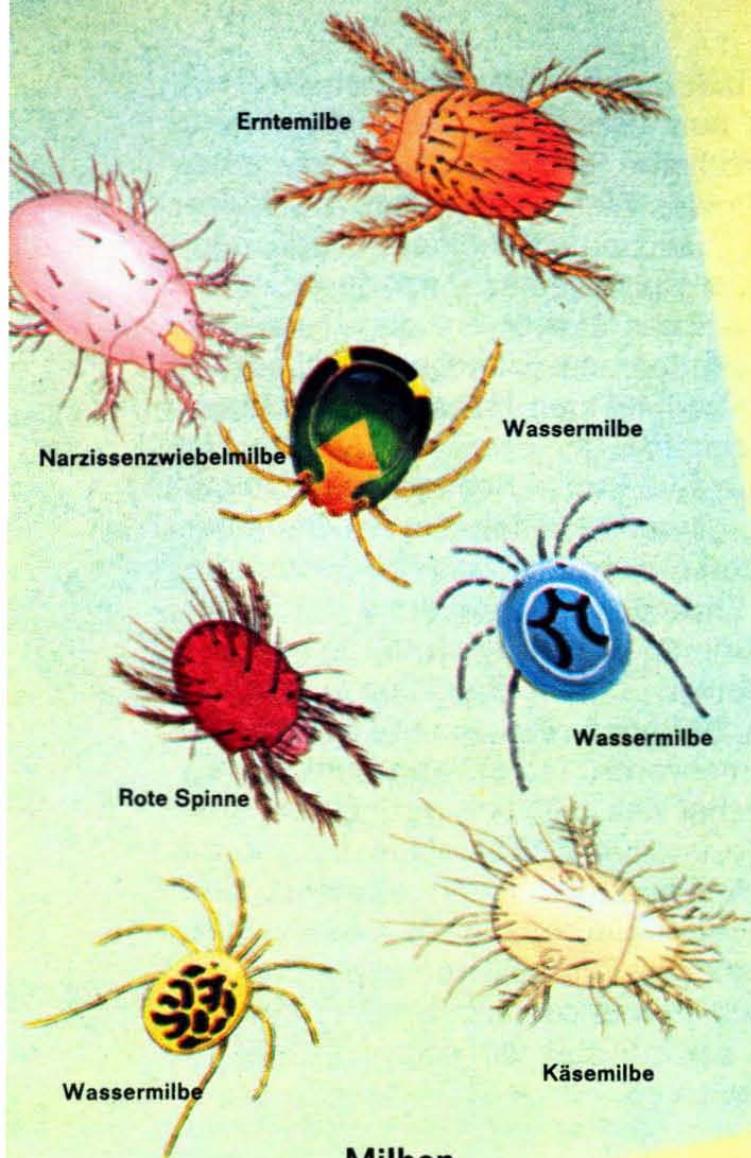
Wenn man einen Objektträger sorgfältig für das Mikroskop zurechtmacht, wird das Beobachten leichter.



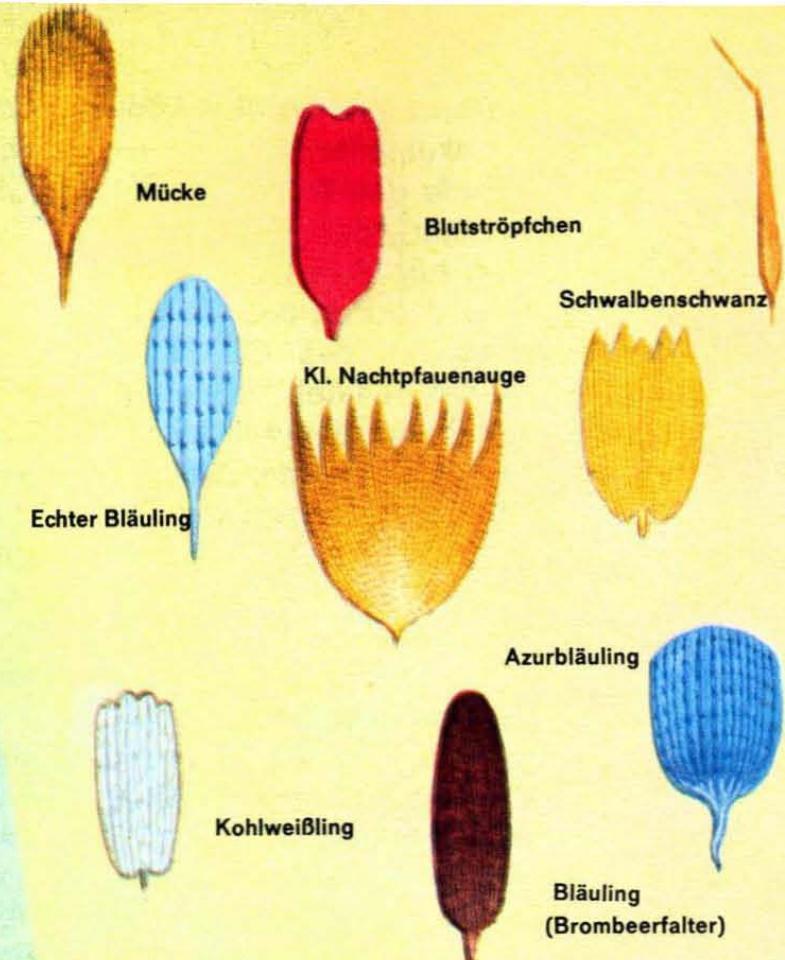
Synura
(Kolonie von Geißeltierchen)

Zygnema (Jochalge)

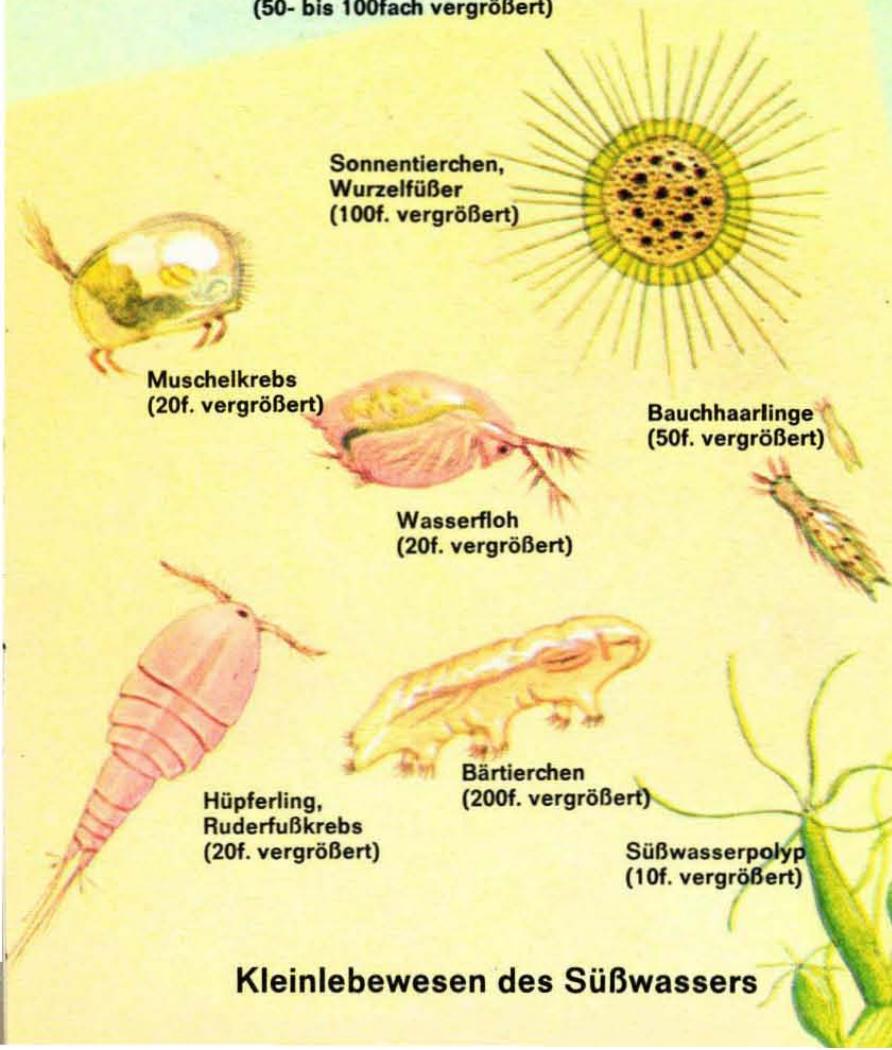




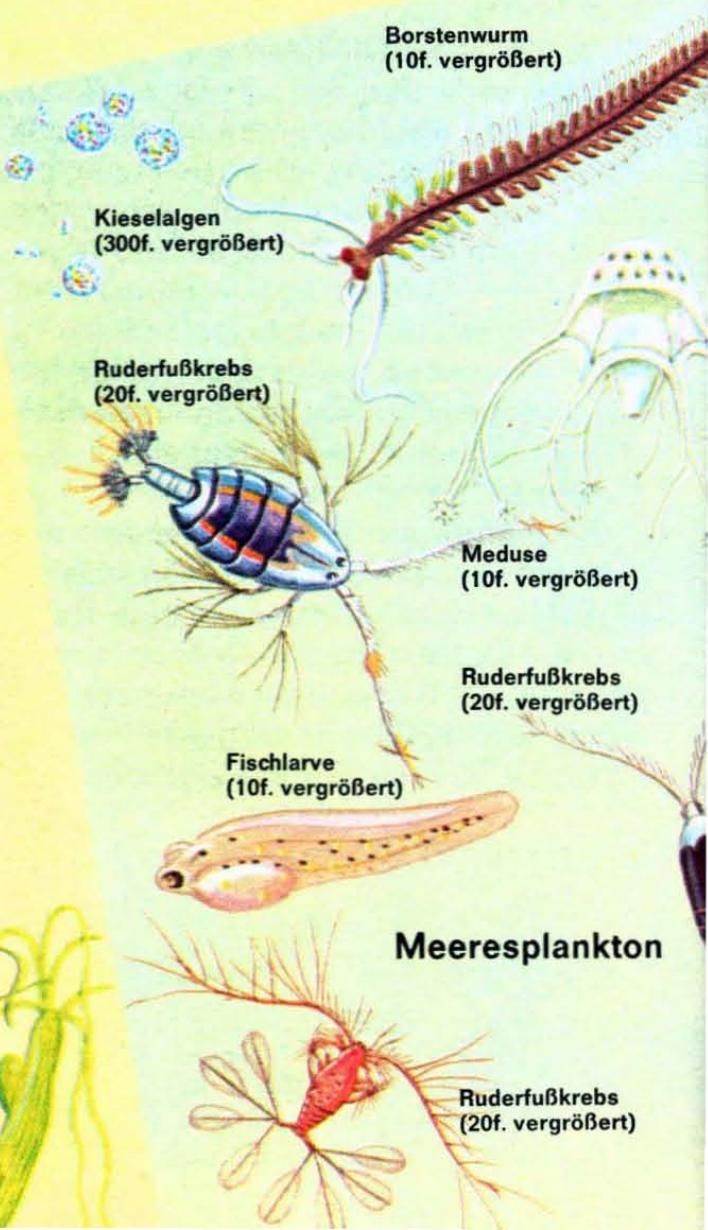
Milben
(50- bis 100fach vergrößert)



Insektschuppen
(300f. vergrößert)



Kleinlebewesen des Süßwassers



Meeresplankton

Ruderfußkrebs (20f. vergrößert)

Wenn man scharf einstellen will, muß man folgende Regel beherzigen: Niemals Tubus und Objektiv zur Scharfeinstellung nach unten bewegen – immer nur nach oben! Wer durch eine Abwärtsbewegung scharf einstellt, stößt gewiß früher oder später mit der Vorderseite des Objektivs durch den Objekträger. Dabei kann leicht der Objekträger zerbrechen, und ein vielleicht wertvolles Präparat wird zerstört; vor allem aber kann die vordere Linse des Objektivs beschädigt werden.

Man dreht also die Schraube für die Grobeinstellung langsam zu sich hin, so daß sich der Tubus nach oben bewegt. Wenn man das Haar deutlich sehen kann, geht man von der Grobeinstellung zur Feineinstellung über. Bei der Grobeinstellung darf man die Schraube nur nach der angegebenen Richtung drehen; bei der Feineinstellung darf man nach beiden Richtungen drehen, jedoch nie mehr als eine halbe Umdrehung. So gewinnen wir die Feineinstellung für das Haar. Wahrscheinlich müssen wir dazu auch den Spiegel nochmals einstellen.

Nachdem wir das Haar eine Zeitlang betrachtet haben, möchten wir es vielleicht stärker vergrößern. Wenn dein Mikroskop keinen Revolver mit mehreren Objektiven hat, drehst du den Tubus hoch, schraubst das Objektiv los, nimmst es heraus und schraubst

ein stärkeres Objektiv ein. Dann stellst du in derselben Weise scharf ein, wie vorher mit dem schwächeren Objektiv.

Wenn das Mikroskop einen Revolver mit zwei Objektiven hat, drehst du einfach den Revolver herum. Bei einem guten Mikroskop sollte der Objektivwechsel den Brennpunkt nicht sehr verändern. Dennoch wird es wahrscheinlich notwendig sein, mit der Feineinstellung scharf einzustellen. Auch die Beleuchtung muß wieder reguliert werden.

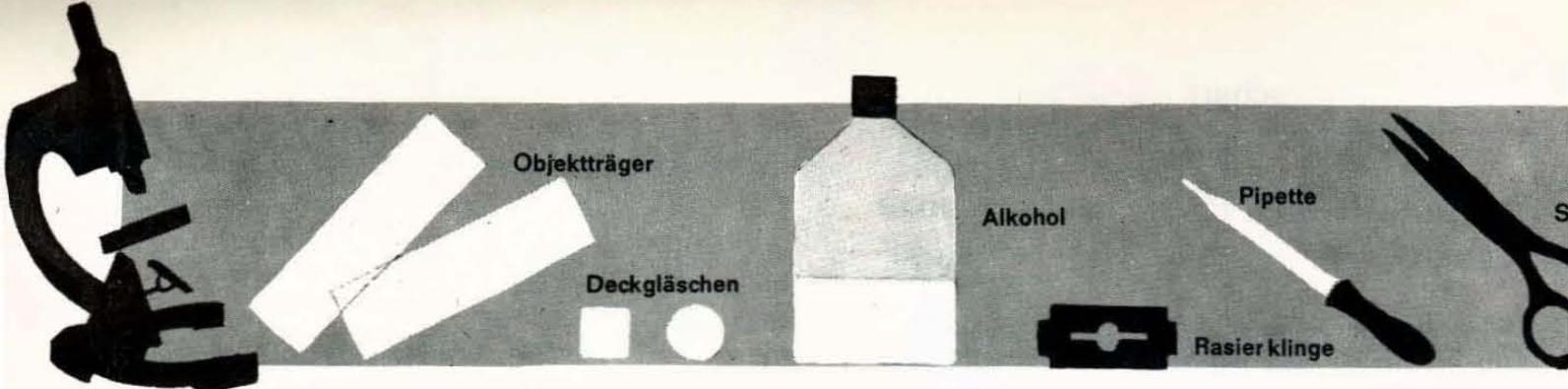
Wenn das Mikroskop noch ein drittes Objektiv hat, mußt du es auf die gleiche Weise in die richtige Lage bringen. Dennoch kannst du dieses Objektiv nicht benutzen, indem du es einfach scharf einstellst. Dieses Objektiv, das gewöhnlich mit „97 x“ bezeichnet ist, ist eine Öl-Immersion-Linse. Es heißt so, weil man die Frontlinse des Objektivs in einen Öltropfen eintaucht, der auf dem Deckgläschen sitzt. Wieder mußt du scharf einstellen, und diesmal mußt du sehr vorsichtig sein, weil die Vorderseite des Objektivs das Deckgläschen fast berührt. Das Öl, das man benutzt, muß Zedernholzöl sein. Dieses Öl kann man beim Optiker bekommen.

Nachdem du das Haar untersucht hast, mußt du das Gerät säubern. Drehe an der Schraube für die Grobeinstellung, um die Olimmersion-

**Wie reinigt
man das
Gerät?**

linse vom Objekträger zu entfernen. Dann befeuchte einen Spezialstoff, ein besonderes Tuch für Linsen, mit einer Flüssigkeit, die man Xylol nennt. Wisch mit dem angefeuchteten Tuch das ganze Öl von der Öl-Immersion-Linse fort. Es ist am besten, wenn du zwei Tücher benutzt, damit du zweimal wischen kannst. Das Xylol verdunstet schnell, aber es hinterläßt vielleicht einen Belag auf der Linse; darum mußt du die Linse auch mit einem trockenen Tuch abwischen.

Auf der linken Seite sind Präparate abgebildet, die man unter dem Mikroskop betrachten kann. Milben gehören zu einer Familie winziger Tiere, die verwandt mit Spinnen und Skorpionen sind, und oft Menschen, Tiere, Pflanzen und Nahrungsmittel befallen. Das Plankton, das auf der Oberfläche der Ozeane und Seen treibt, besteht aus Urtierchen, anderen winzigen Tieren und auch Pflanzen. Plankton dient vielen Meeresbewohnern als Nahrung.



Wenn man den Objektträger mit dem fixierten Haar aufbewahren will, wird der Balsam, der unter dem Deckglas herausgelaufen ist, mit Xylol entfernt. Wenn man dagegen den Objektträger mit der Untersuchungsprobe nicht aufbewahren möchte, verstreicht man einen oder zwei Tropfen Xylol an den Kanten des Deckgläschens. Das Xylol gelangt dann unter das Glas und löst den Balsam auf, so daß man das Deckgläschchen abnehmen kann. Man braucht dann nur noch das Deckgläschchen und den Objektträger mit etwas Xylol und dem besonderen Tuch für Linsen abzuwischen.

Wenn du das Mikroskopieren zu deinem Hobby machen willst, mußt du eine gewisse Grundausstattung haben: ein Mikroskop; Glasplättchen oder Objektträger (mindestens ein Dutzend); Deckgläschchen (etwa zwei Dutzend, denn sie brechen sehr leicht); eine Pinzette (oder eine Zange); eine Pipette; eine Sonde (das Ohr-Ende einer Nadel in das Radiergummi an einem Bleistift hineinstecken); ein scharfes Messer oder eine Rasierklinge mit einer Schneide; eine spitze Schere; Kanadabalsam (oder Nagellack) und Xylol (oder Azeton). Ein einfaches Mikroskop kann dir zwar viele Wunder deiner Umgebung offenbaren, aber es hat doch seine Grenzen. Du kannst keins kaufen, das die 300fache Vergrößerung wie das Mikroskop des Hollän-

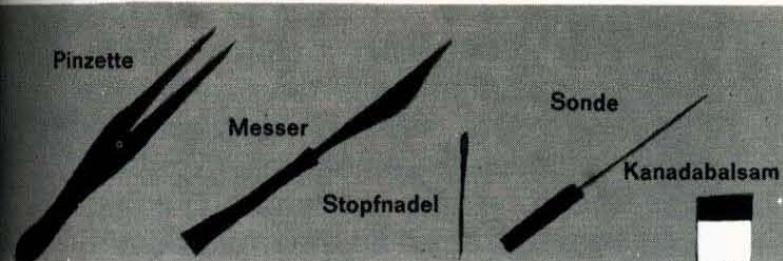
Welche Ausstattung braucht man zum Mikroskopieren?

ders van Leeuwenhoek besitzt. Selbst ein gutes einfaches Mikroskop vergrößert nicht mehr als 10 x, und das beste wird auch nur 20 x vergrößern. Um wirklich gute Arbeit beim Mikroskopieren leisten zu können, braucht man ein zusammengesetztes Mikroskop.

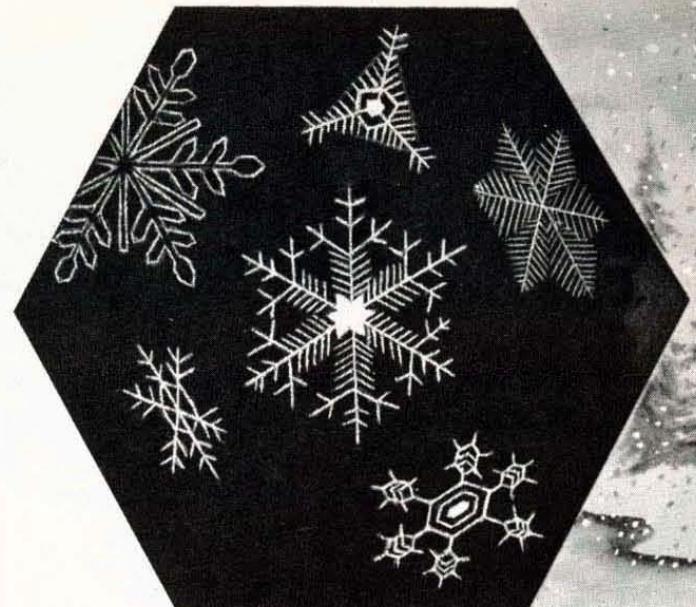
Ein Laboratoriums- oder Biologiemikroskop – also ein zusammengesetztes Mikroskop – ist ein sehr teures Instrument, das einige hundert Mark kostet. Es ist aber möglich, ein sogenanntes Amateurmikroskop zu kaufen, das bedeutend weniger kostet. Es ist zwar kleiner und ihm fehlen einige Feinheiten (die ein Wissenschaftler für seine Arbeit brauchen würde), aber wenn du mikroskopierst, wirst du sie nicht vermissen. Diese Amateurmikroskope sind kein Spielzeug – sie sind richtige zusammengesetzte Mikroskope, die ein deutliches Bild entstehen lassen, das 300- bis 500mal vergrößert ist. Du kannst solch ein Mikroskop von etwa DM 30,- an kaufen. Das mag für dich viel Geld sein, aber wenn du tüchtig sparst, wirst du das nötige Geld wohl in einer gewissen Zeit zusammen haben. Wenn du dann in der Lage bist, ein Mikroskop zu kaufen, wirst du gut daran tun, einen Lehrer deiner Schule zu Rate zu ziehen. Er kann dich beim Kauf beraten. Du kannst solch ein Amateurmikroskop bei einem Optiker kaufen. Es gibt auch die Möglichkeit, es über ein Versandgeschäft zu erwerben.

Was für ein Mikroskop sollte man kaufen?

Schneekristalle, vergrößert.



Sieh dir den Katalog genau an und vergissere dich, ob es eine Garantie gibt und das Mikroskop ersetzt wird, falls es schadhaft sein sollte, wenn du es erhältst.



Die Welt des unsichtbaren Lebens – Bakterien und Urtierchen

Um uns herum sind Milliarden von winzigen Lebewesen,

**Welches sind
die kleinsten
Pflanzen der
Welt?**

die zu klein sind, als daß wir sie mit bloßen Augen sehen könnten. Zu den kleinsten dieser lebenden Wesen gehören Spaltipilze – Pflanzen also, die man Bakterien nennt. Eine einzelne von diesen winzigen Pflanzen ist eine Bakterie oder ein Bakterium. Einige Bakterien-Arten sind so klein, daß 10 000 davon auf dem Punkt am Ende dieses Satzes Platz hätten. Jede Bakterie ist eine einzelne lebende Zelle. Das bedeutet, daß es ein Stückchen lebender Substanz ist, das selbständig leben und wachsen kann. Es kann Nahrung und Sauerstoff aufnehmen. Den Sauerstoff braucht es, um die Nahrung zu verarbeiten, um zu wachsen und sich zu bewegen.

Bakterien kommen überall in unserer Umgebung vor – in der Erde, im Wasser und in der Luft. Es gibt Millionen Bakterien auf deiner Haut, im Mund,

in der Nase und an anderen Stellen des Körpers. Es gibt Tausende verschiedener Arten von Bakterien. Sie sind unsere unsichtbaren Freunde und Feinde. Sie sind nützlich und schädlich für den Menschen.

Zu den nützlichen Bakterien gehören jene, die Buttermilch, Essig und Käse erzeugen und beim Beizen des Leders helfen. Wahrscheinlich ist aber der wertvollste Dienst, den die

**Wo gibt es
Bakterien?**

**Wie können
Bakterien
nützlich sein?**



Bazillen sind stabförmige Bakterien.

Bakterien dem Menschen erweisen, daß sie die Verwesung verursachen. Wenn die Fäulnisbakterien nicht ständig am Werke wären, würde die Erde mit den toten Körpern von Tieren und Pflanzen bedeckt sein.

Schädliche Bakterien sind jene, die bei Menschen, Tieren und Pflanzen Krankheiten verursachen. Zu den Krankheiten, die durch Bakterien im Menschen verursacht werden, gehören Lungenentzündung, Typhus und Tuberkulose. Glücklicherweise gibt es mehr unschädliche Bakterien als schädliche.

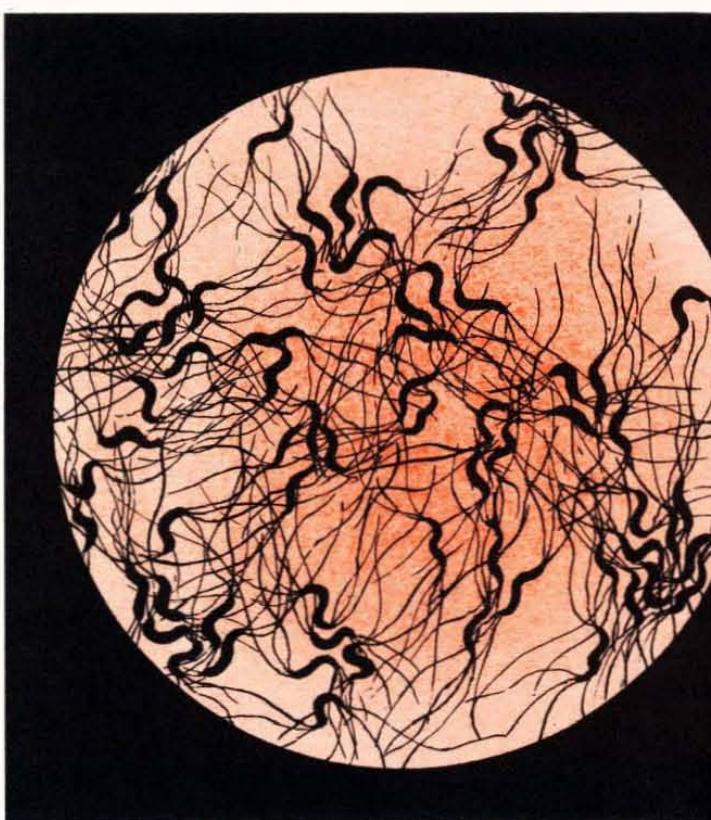
Bakterien können verschiedene Formen haben: Einige sind kugelrund; man nennt sie Kokken. Andere Arten sind wie ein Stab geformt; sie heißen Bazillen. Eine dritte Bakterienart hat eine schrauben- oder spiralförmige Gestalt; man nennt sie Schraubenbakterien oder Spirillen.

Einige Bakterien können sich nur in Flüssigkeiten vorwärtsbewegen. Eine dieser Arten hat äußerst dünne und zarte Fäden, die aus der Zellwand herauswachsen. Diese Fäden, die man Wimpern oder Cilien nennt, schlagen

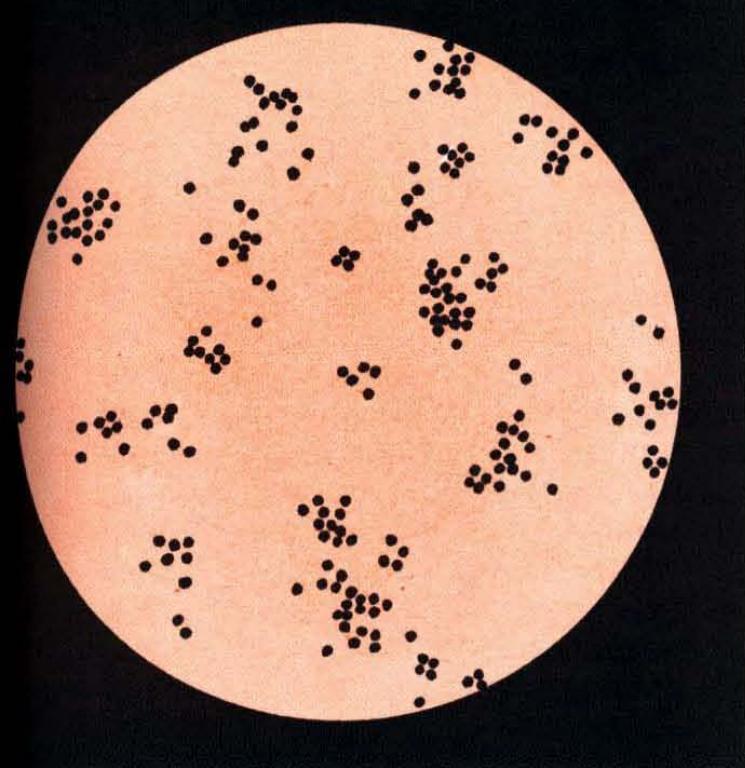
**Wie sehen
Bakterien
aus?**

kräftig und schnell hin und her und stoßen die Bakterie durch die Flüssigkeit. Andere Bakterien besitzen Wimpern, die aus allen Teilen der Zellwand herauswachsen, und wieder andere haben lediglich an einem oder an beiden Enden einen einzelnen Faden. Noch andere tragen an einem Ende ein Büschel von Cilien.

Da Bakterien für den Menschen so wichtig sind, ist es nützlich zu wissen, unter welchen Bedingungen sie leben und wachsen. Die meisten



Bakterien gedeihen am besten bei der Temperatur des menschlichen Körpers (37 Grad Celsius). Sowohl niedrigere als auch höhere Temperaturen verlangsamen das Wachstum der Bakterien. Durch Einfrieren oder Kochen werden die meisten Bakterien getötet. Bakterien, die auf Nahrungsmitteln vorkommen, können in einem Kühlschrank nur langsam wachsen, und darum verdirtb dort die Speise nicht so rasch. Durch



Kokken sind kugelförmige Bakterien.

Kochen werden die Lebensmittel nicht nur bekömmlicher und schmackhafter, es werden dadurch auch die schädlichen Bakterien, die sich vielleicht auf oder in ihnen befinden, getötet.

Bakterien brauchen viel Feuchtigkeit, um zu gedeihen. Seit altersher hat man darum Pilze, Kräuter und Obst zum Aufbewahren getrocknet. Bakterien gedeihen auch besser in der Dunkelheit; helles Licht hemmt ihr Wachstum, viele werden von der Sonne getötet. Darum ist ein heller, sonniger Raum ein gesunder Raum.

In den meisten zivilisierten Ländern

fordert das Gesetz, daß die Bakterien in der Milch abgetötet werden, indem die Milch ganz kurz auf

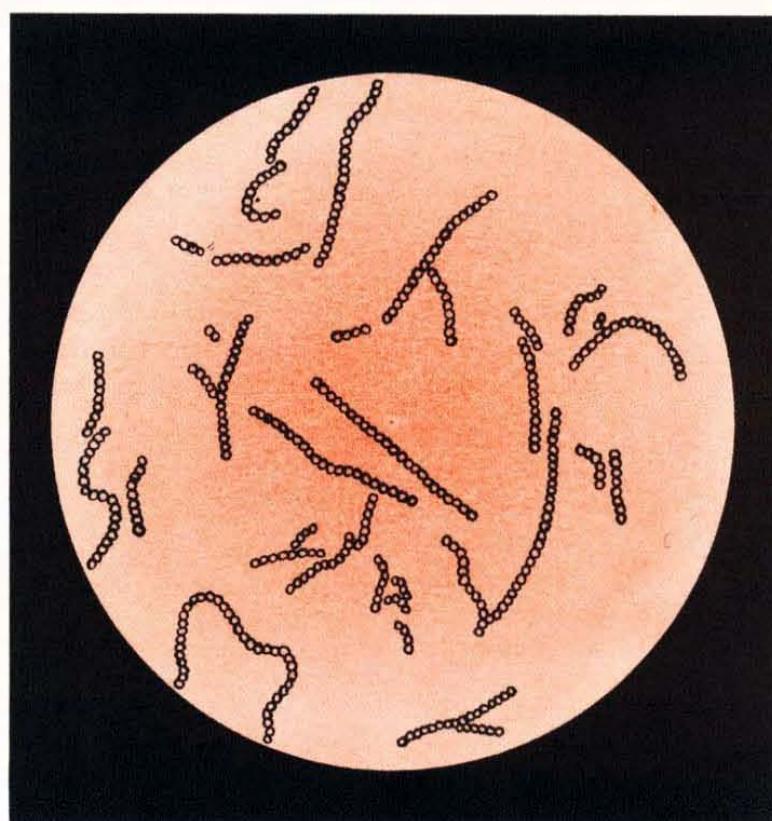
85 Grad C oder eine Minute lang auf 71–74 Grad C erhitzt wird. Dieses Verfahren wird Pasteurisieren genannt. Es hat seinen Namen nach dem großen französischen Bakteriologen Louis Pasteur, der als erster Bakterien durch Erhitzen tötete. (Ein Bakteriologe ist ein Wissenschaftler, der sich mit der Erforschung der Bakterien befaßt.)

Was ist Pa- steurisieren?

Die Bakterien vermehren sich sehr schnell. Es dauert nur ungefähr drei-

Wie schnell vermehren sich die Bakterien?

Big Minuten, damit aus einer Bakterie zwei werden. Wenn alle Abkömmlinge eines Bakteriums sich zwölf Stunden lang weitervermehren könnten, dann wären in dieser Zeit 17 Millionen entstanden. Wenn dieser Vorgang fünf Tage andauerte, würden die Bakterien alle Ozeane bis zu einer Tiefe von 1½ km anfüllen. Natürlich kann so etwas nicht geschehen, weil die meisten Bakterien nicht die Nahrung oder die günstigen Bedingungen finden, un-



Kokken können auch in Paaren, Büscheln oder Ketten wachsen.

ter denen sie wachsen und sich vermehren können.

Wer viele unschädliche Bakterien unterm Mikroskop sehen möchte, sollte sich einen Heu-aufguß machen. Verschaff dir ein Zweiliterglas und

Wie kann man sich Bakterien verschaffen?



9 Uhr



9.20 Uhr



9.40 Uhr



10.00 Uhr

Viele Bakterien vermehren sich in einer halben Stunde durch Spaltung. Einige spalten sich in 20 Minuten.

füll es fast voll Wasser. Wenn du Wasser von einem Fluß oder einem See zur Verfügung hast, kannst du gleich mit dem Versuch beginnen. Wasser aus der Leitung läßt du am besten drei Tage lang unbedeckt stehen, damit Sauerstoff entweichen kann. Kleb einen Zettel in der Höhe der Wasseroberfläche auf das Glas, so daß du sehen kannst, ob du – wenn nötig – Wasser in das Glas nachgießen mußt. Gieß aber nur Wasser zu, das einige Tage gestanden hat.

Schneide eine Handvoll Heu oder trockenes Gras in kleine Stücke und leg es in das Wasser. Bedeck das Glas und stell es in das Tageslicht, nicht aber in das direkte Sonnenlicht. Nach ungefähr drei oder vier Tagen zeigt sich Schaum auf der Oberfläche des Wassers; außerdem macht sich ein unangenehmer Geruch bemerkbar. Der Schaum besteht aus Milliarden von Bakterien.

Tauche die Spitze deiner Pipette durch den Schaum hindurch und ziehe etwas klares Wasser hoch. Träufle einen Tropfen dieses Wassers auf einen Objekträger. Nimm dann mit deiner Sonde ein bißchen Schaum auf – gerade so viel, daß die Nadelspitze bedeckt ist – und tauche die Nadel in den Wassertropfen auf dem Objekträger. Leg ein Deckglas auf den Tropfen. Stell das Mikroskop vorsichtig scharf

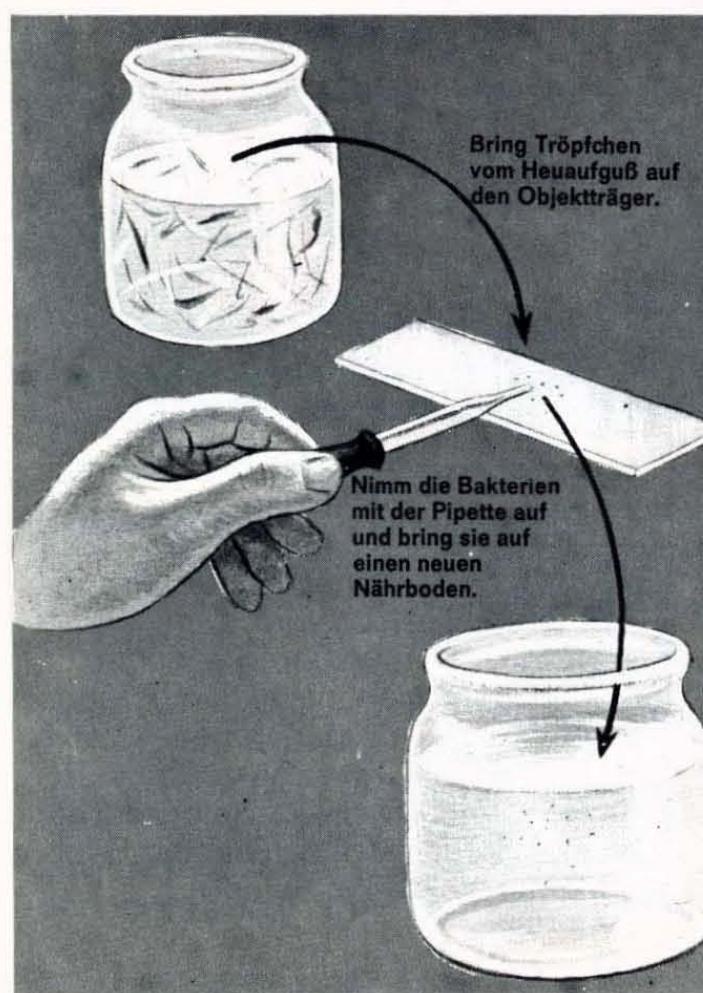
Wie präpariert man Bakterien für das Mikroskop?

6 **Krankheitserregende Bakterien:**
 (1) Streptokokken. (2) Staphylokokken.
 (3) Tetanusbazillen. (4) Typhusbazillen.
 (5) Tuberkulosebazillen. (6) Choleraerreger (Vibrionen).

ein und suche mit Hilfe des Spiegels im Blickfeld des Mikroskops nach Bakterien. Wenn du nur eine verschwommene Masse siehst, dann hast du zuviel Schaum auf dem Objekträger. Mach einen anderen Objekträger zurecht, nimm aber nur ein Zehntel soviel Schaum. Bei dem Versuch, Bakterien zu finden, ist die Beleuchtung sehr wichtig. Es dauert beträchtliche Zeit, den Spiegel richtig einzustellen. Beschreibe in deinem Bericht die Formen der Bakterien, die du gesehen hast.

Es gibt noch viele Möglichkeiten, sich Bakterien zu verschaffen. Mach es Leeuwenhoek nach und kratze mit einem Zahnstocher eine winzige Spur

Eine Bakterie vermehrt sich in einem neuen Nährboden weiter.



der weißen Substanz am Zahnfleisch entlang von deinen Zähnen. Bring diese weiße Substanz in einen Tropfen Wasser auf einem Objektträger. Oder mach ein paar Schnitte in einen Pfirsich oder einen Apfel, laß die Frucht einige Tage an einem warmen, feuchten Ort stehen, bringe ein bißchen von der Schnittfläche in einen Tropfen Wasser auf einen Objektträger und untersuch das Präparat auf Bakterien. Du kannst auch ein wenig Schmutz und ein bißchen Wasser verrühren, einen Tropfen dieser Mischung auf einen Objektträger bringen und dann untersuchen.

Es ist gar nicht so leicht, einen Tropfen Wasser auf einem Objektträger zu untersuchen, und du wirst den Spiegel des Mikroskops immer wieder drehen müssen, um überhaupt die Bakterien sehen zu können. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß für die Untersuchung lebende Bakterien benutzt werden, von denen einige sich vielleicht bewegen. Es gibt jedoch ein anderes Verfahren,

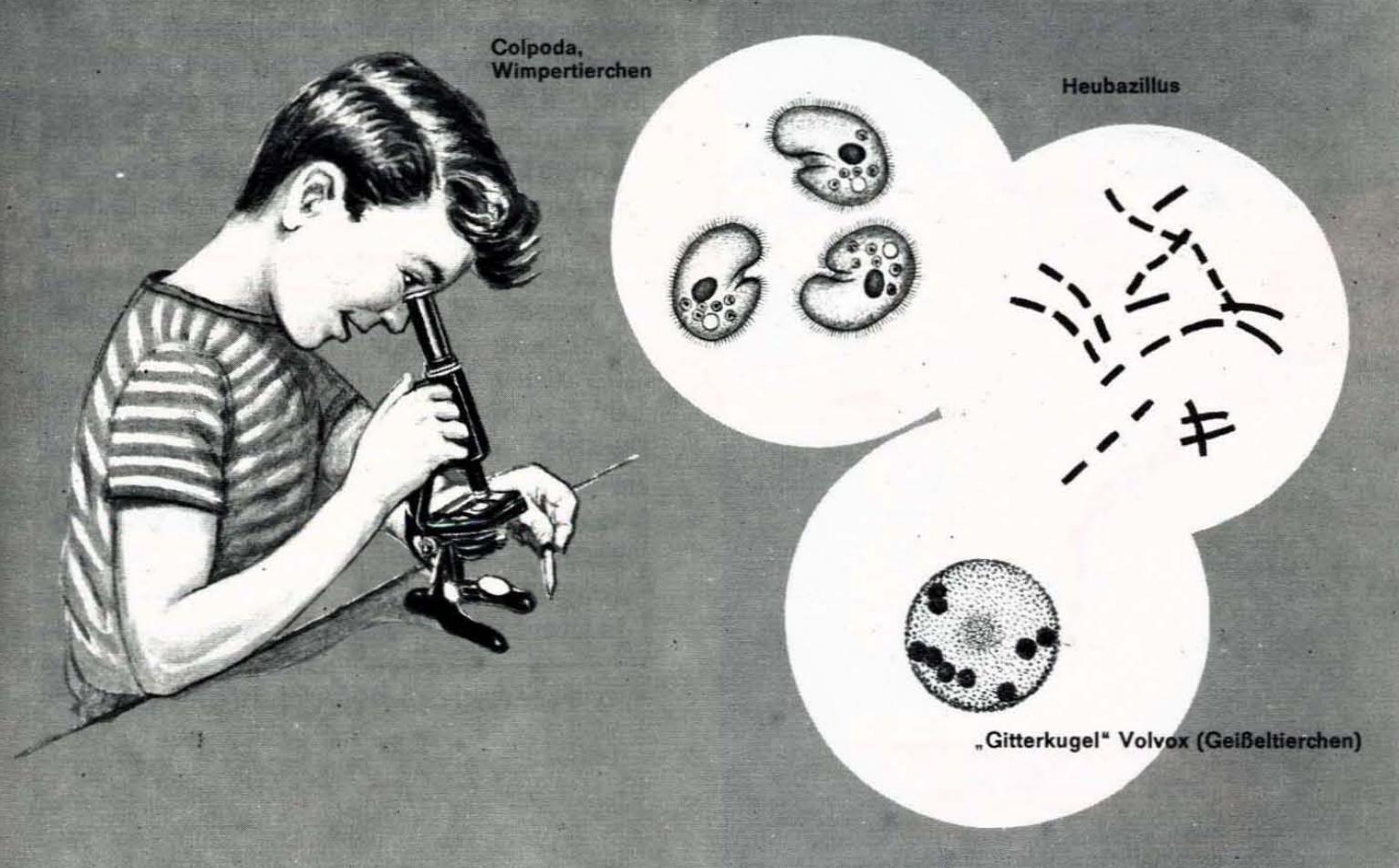
Bakterien zu präparieren, bei dem man sie viel besser sehen kann.

Man kann einen Objektträger mit Bakterien so präparieren, daß sie gut sichtbar sind; wenn man die Bakterien nämlich entweder rot oder

blau färbt. Als erstes braucht man natürlich einen Farbstoff. Der blaue Farbstoff heißt Methylenblau, und der rote Farbstoff ist Eosin. Beides kannst du in einer Drogerie oder einer Apotheke kaufen. Es ist billig, und du brauchst sehr wenig. Wenn du die Farbstoffe als Pulver kaufst, mußt du in einem halben Glas Wasser gerade so viel Farbstoff auflösen, wie du mit einer Messerspitze aufnehmen kannst. Das reicht für Monate. Es ist ratsam, die Farblösung in verschlossener Flasche aufzubewahren, damit das Wasser nicht verdunstet.

**Wie kann
man
Bakterien
färbten?**

Viele Kleinstlebewesen gedeihen in einem Heuaufguß. Die Abbildungen zeigen: *Colpoda*, *Heubazillus* und *Volvox*, vergrößert.



Wenn die beiden Farbstoffe nicht zur Verfügung stehen, kannst du auch Tinte benutzen: für die Blaufärbung blaue Füllfederhaltertinte, die Methylenblau enthält; und für die Rotfärbung jede Art von roter Tinte.

Du kannst ein gefärbtes Präparat auf

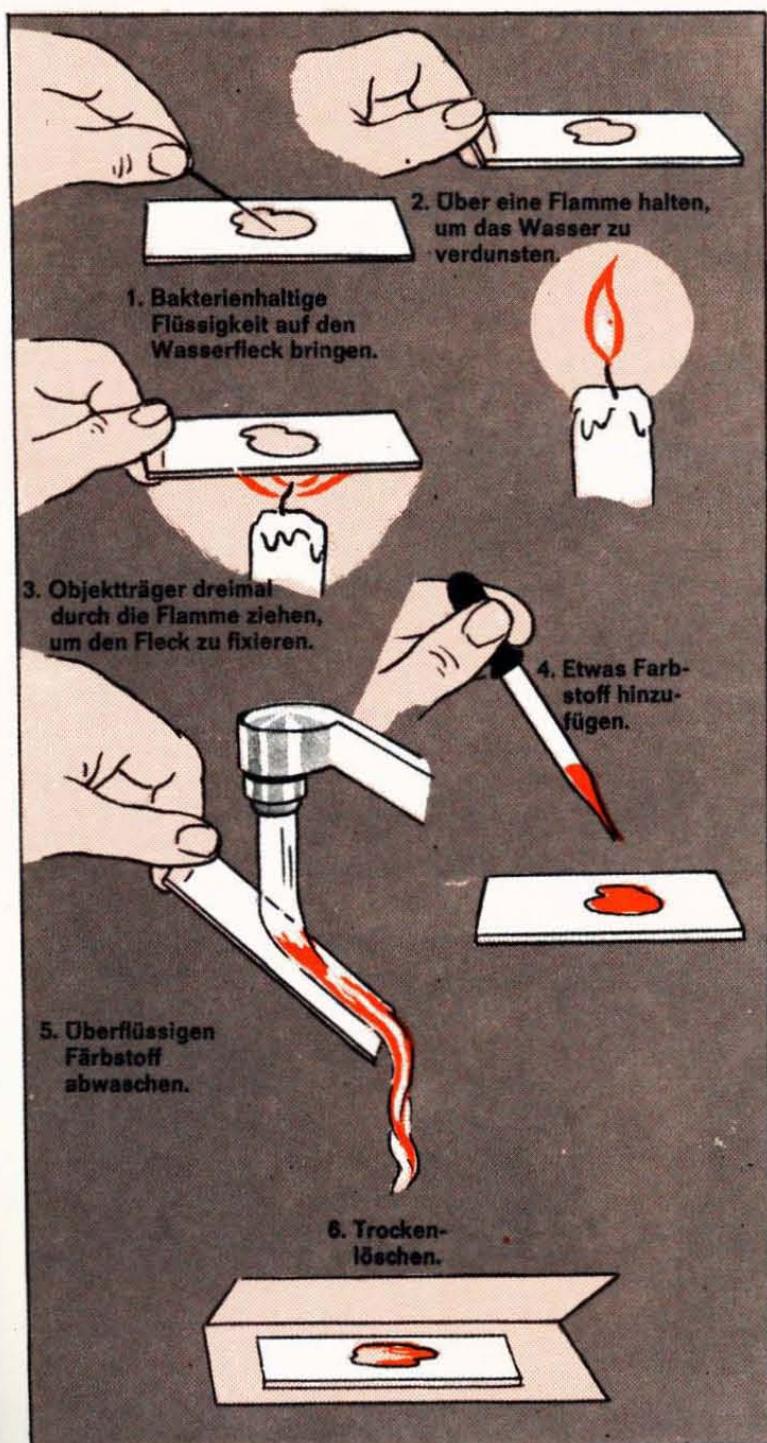
Wie kann man ein gefärbtes Präparat herstellen?

folgende Weise herstellen: Bring einen Tropfen Wasser auf einen sauberen Objektträger, setze dem

Wasser mit der Sonde eine geringe Menge der bakterienhaltigen Flüssigkeit hinzu und streiche die Mischung breit aus. Faß den Objektträger dann an einem Ende und halte ihn einige Zentimeter über eine Kerzenflamme, bis das Wasser verdunstet, aber keinesfalls kocht, denn du hast ja nicht die Absicht, die Bakterien zu kochen.

Wenn der Objektträger vollkommen trocken ist, ziehe ihn drei- oder viermal kurz durch die Kerzenflamme. Dadurch wird der Fleck „fixiert“.

Herstellung eines gefärbten Präparats:



Der Objektträger muß dann abkühlen, ehe du etwas Farbstoff mit der Pipette auf den fixierten Fleck trüffelst. Einige Bakterien färben sich besser mit blauer Farbe, andere mit roter Farbe. Du mußt also mit beiden Farben experimentieren, um zu erkennen, welcher Farbstoff die Bakterien am besten färbt.

Laß den Farbstoff ungefähr eine Minute lang einwirken. Einige Bakterien brauchen etwas länger, um ganz durchgefärbt zu werden. Wasche den Farbstoff, nachdem er genügend lange auf den Fleck eingewirkt hat, mit fließendem Leitungswasser ab, lege den Objektträger dann mit dem Fleck nach oben auf ein Papiertaschentuch. Trockne den Objektträger sorgfältig ab. Reibe aber nicht mit dem Handtuch auf dem Fleck, denn dadurch würdest du ihn zerstören. Untersuche den Objektträger anschließend unter dem Mikroskop.

Es gibt einen anderen Weg, einen Objektträger mit Bakterien zu präparieren, so daß man sie lebend beobachten kann. Das nennt man das Hängetropfen-Verfahren. Es gibt

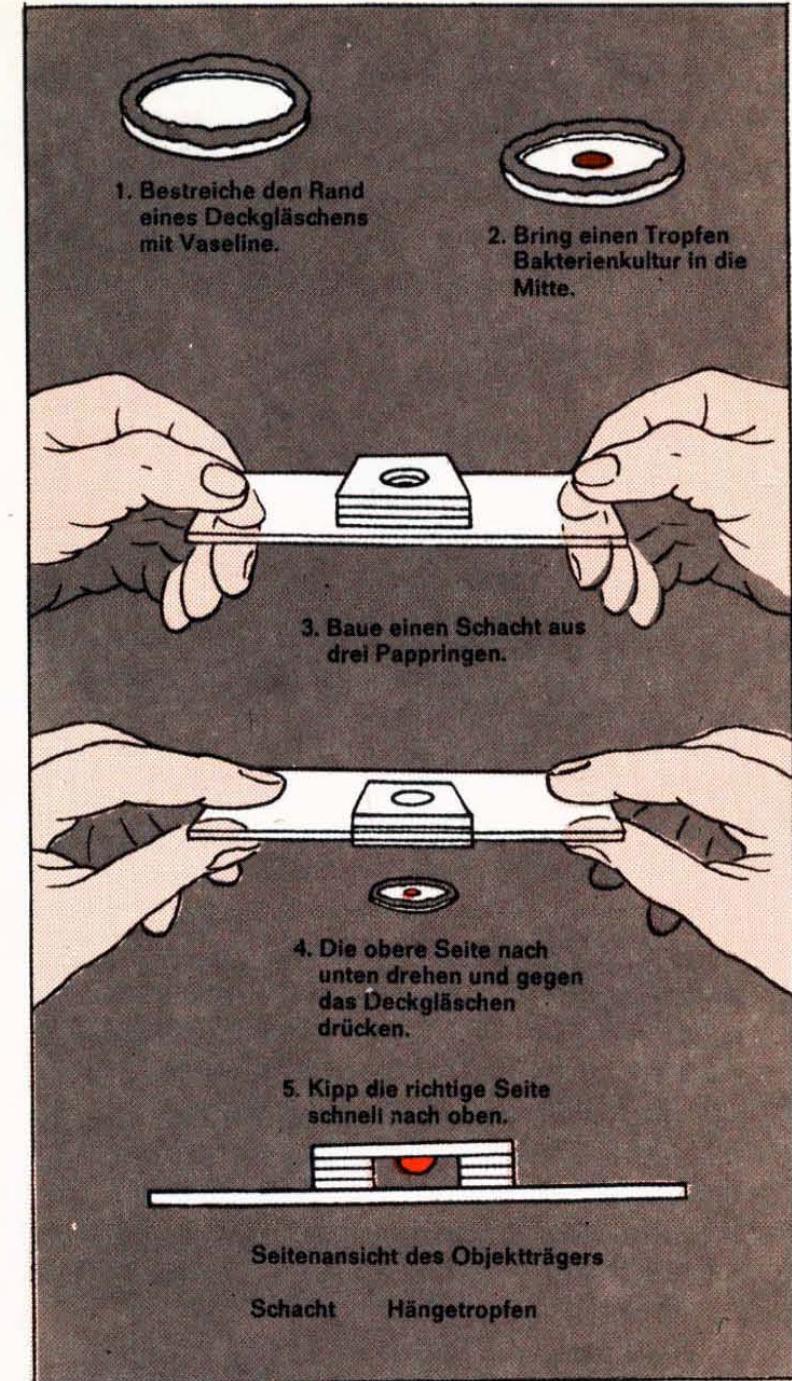
Was ist ein Hängetropfen-Objektträger?

einen Objektträger aus dickerem Glas mit einer kleinen Vertiefung in der Mitte. Man benutzt ihn, um einen Hängetropfen-Objektträger herzustellen. Solche Objektträger sind ziemlich teuer und du tust gut daran, dir deine eigene Hängetropfenvorrichtung anzufertigen.

Schneide dir ein Stück Pappe genau in

Wie kannst du einen Hänge- tropfen-Ob- jektträger herstellen?

der Größe eines Objektträgers. Es geht am besten, wenn du den Umriss des Glasplättchens auf der Pappe nachziehst. Schneide die Pappe in drei gleiche Stücke, dann schneide mit einer spitzen Schere je ein Loch – nicht größer als 1 cm – in die Mitte der drei Pappstückchen. Leime die drei Stückchen so übereinander zusammen, daß ein einziges Loch entsteht. Klebe diese „Unterlegscheibe“ in die Mitte eines Glasplättchens. Nimm etwas Vaseline auf einen Finger und schabe anschließend die Vaseline mit den Kanten eines Deckgläschens wieder von deinem Finger, so daß ein Vaselineraud an den vier Kanten des Deckgläschens entsteht. Leg das Gläschen mit der Vaseline nach oben auf den Tisch. Bring mit deiner Sonde eine Mischung aus Wasser und bakterienhaltiger Substanz, die du untersuchen möchtest, in die Mitte des Deckgläschens. Halte den Objektträger so, daß der Turm aus Pappringen nach unten zeigt und daß das Loch sich gerade über dem Mittelpunkt des Deckglases befindet. Dann drücke den Objektträger fest auf den Vaselineraud des Deckglases. Kippe dann den Objektträger schnell herum. Ein Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit hängt nun vom Deckglas herab. Bei der Untersuchung des Tropfens mußt du das Mikroskop sehr genau einstellen.

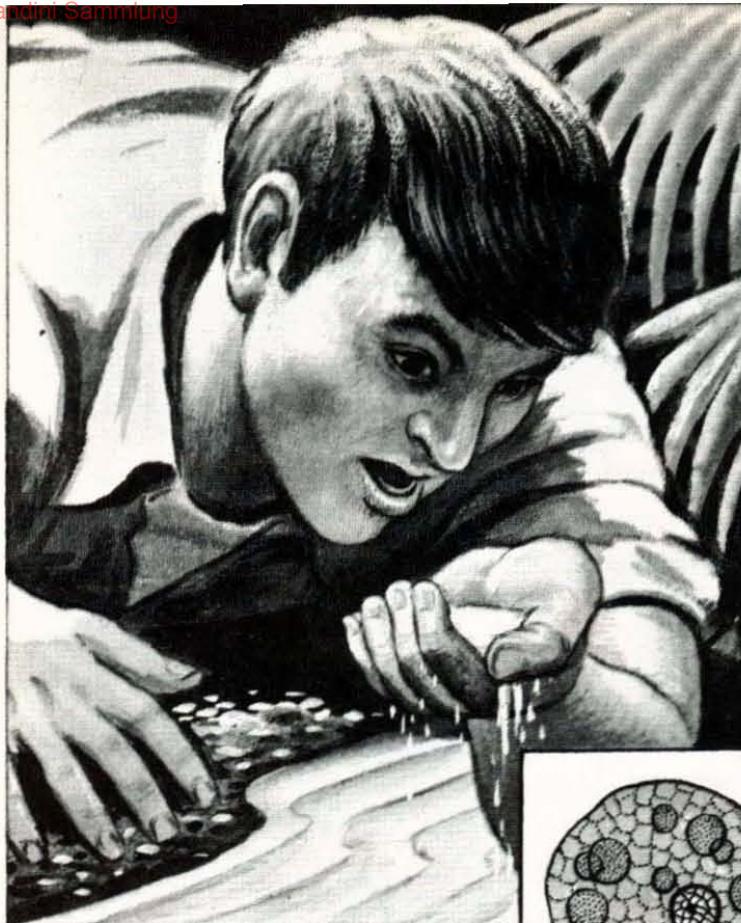


Wie man einen hängenden Tropfen auf den Objektträger bringt.

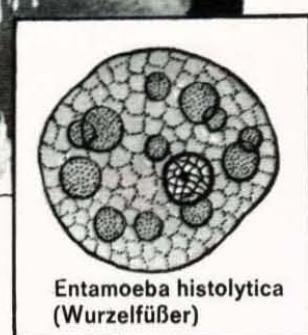
Beim Beobachten der Bakterien des Heuaufgusses

**Welches sind
die kleinsten
Tiere der
Welt?**

wirst du vielleicht ein größeres Objekt wahrgenommen haben, das quer durch das Blickfeld schwamm. Dies größere Objekt war ein einzelliges Tier aus dem Stamm der Protozoen. Dieser Name bedeutet „ursprünglichste Form der Tiere“, denn diese Protozoen oder Ur-



Faules Wasser wimmelt von krankheitserregenden Bakterien.



Entamoeba histolytica
(Wurzelfüßer)

tierchen waren wahrscheinlich die ersten Tiere, die vor Hunderten von Millionen Jahren in den Weltmeeren lebten. Sie sind immer noch Wassertiere und finden sich in Meeren, Seen und Flüssen.

Ein Urtierchen ist wie eine Bakterie ein winziges Lebewesen, das Nahrung aufnehmen und verwerten kann, Abfallstoffe ausstößt, sich fortbewegt, wächst und sich vermehrt. Es gibt Tausende verschiedener Arten. Die meisten sind harmlos; einige sind allerdings für den Menschen schädlich. Unter den gefährlichen Arten befinden sich jene, die Krankheiten wie Malaria, Ruhr und Schlafkrankheit verursachen.

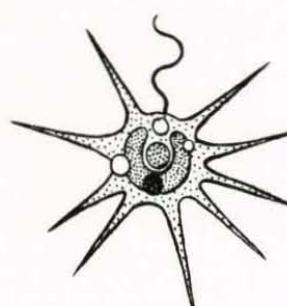
Nachdem du einige Tage mit deinem Heuaufguß gearbeitet hast, wirst du festgestellt haben, daß es dir immer leichter fiel, Urtierchen zu fin-

Was fressen die Urtierchen?

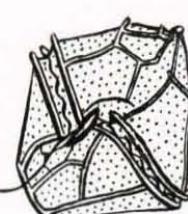
den, während die Suche nach Bakterien schwieriger wurde. Die Menge an Schaum ist weniger geworden. Woran liegt das? Die Urtierchen ernähren sich von den Bakterien! Sie haben sich vermehrt, während sie die Bakterien verzehrt haben.

Es ist interessant, die Urtierchen unter dem Mikroskop zu betrachten, weil sie häufig ihre Gestalt verändern und sich auf verschiedene Weise fortbewegen. Man sieht, wie sie auf Jagd nach Nahrung gehen. Meistens ernähren sie sich von Bakterien oder von kleinen

*Die Geißeln helfen den Geißeltierchen bei der Fortbewegung.
(200fach vergrößert)*



Chrysamoeba



Panzerflagellat

Augentierche
Euglena



Stückchen toter pflanzlicher oder tierischer Stoffe, die im Wasser umhertreiben. Sie fressen aber auch andere Urtierchen.

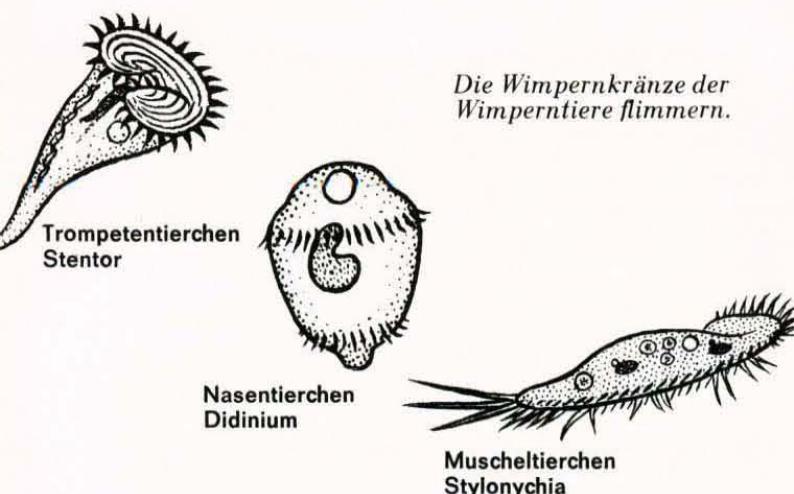
Die Methode mit dem hängenden Tropfen gilt als die beste zur Beobachtung von Urtierchen. Die Schwierigkeit bei dieser Methode besteht

Wie kannst du Urtierchen beobachten?

darin, daß der Tropfen für die winzigen Tiere ein wahrer Ozean von Wasser ist, in dem sie sich tummeln können, so daß sie entweder oberhalb oder unterhalb der Wassertiefe schwimmen, auf die das Mikroskop eingestellt ist. Der große Vorteil dieser Methode ist, daß das Wasser nicht so leicht verdunstet und man die Tierchen lange Zeit beobachten kann.

Man kann die Urtierchen auch auf eine andere Weise beobachten: Man bringt einfach einen Tropfen Wasser vom Heuaufguß auf einen Objektträger und bedeckt ihn dann vorsichtig mit einem Deckglas. Wenn du den Tropfen herausnimmst, schiebst du die Pipette am besten unter die schleimige Oberfläche des Heuaufgusses.

Das Deckglas flacht den Wassertropfen so stark ab, daß die Urtierchen wenig Platz haben, sich nach oben oder unten zu bewegen. Wenn du das Mikroskop erst auf ein Urtierchen richtig eingestellt hast, bleibt es gewöhnlich lange im Blickfeld. Der große Nachteil dieser Methode: das Wasser verdunstet sehr schnell. Während du ein besonders interessantes Urtierchen betrachtest, kann es dir passieren, daß der Objektträger unter deinen Augen geradezu auftrocknet. Du kannst das verhindern, wenn du etwas Vaseline um das Deckglas streichst, nachdem es auf dem Wassertropfen liegt.

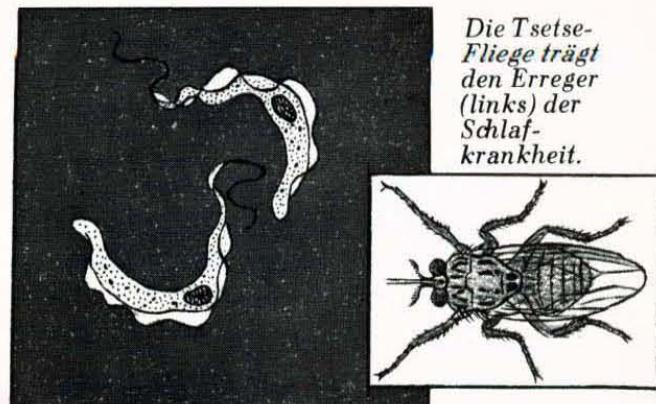


Die Wimpernkämme der Wimperntiere flimmern.

wa zentimeterlangen Faden, so daß die Fasern eine kleine Matte bilden. Mach diese Matte ganz flach und lege sie in den Wassertropfen auf dem Objektträger, bevor du das Deckglas auflegst. Die Fasern bilden nun eine Art Netz, das die Urtierchen festhält oder wenigstens ihre Bewegung im Wasser verlangsamt.

Du kannst dann ein oder mehrere Urtierchen beobachten, wie sie sich unter dem Mikroskop bewegen. Aber wenn du nicht genau weißt, worauf du achten mußt, wirst du nicht sagen können, wie sie sich fortbewegen. Einige Urtierchen bewegen sich mit Hilfe von Wimpernkämmen, die sich an ihren Körperseiten befinden, durch das Wasser. Andere haben an einem Körperende einen „Faden“, der länger und dicker als eine Wimper ist. Dieser Faden wird „Flagellum“ genannt; das ist ein lateinisches Wort, das „Geißel“

bedeutet.



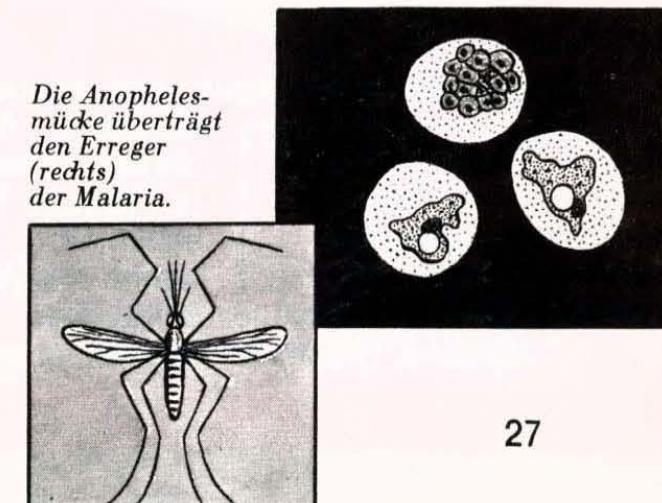
Die Tsetse-Fliege trägt den Erreger (links) der Schlafkrankheit.

Du wirst herausfinden, daß viele Urtierchen einfach zu beweglich sind, um sie in Ruhe beobachten zu können, besonders wenn man das starke Objektiv benutzt. Man kann die Urtierchen an Ort und Stelle halten, wenn man sie zwischen Fasern eines Fadens einschließt. Zerreibe einen et-

Wie kann man Urtierchen an Ort und Stelle halten?

starke Objektiv benutzt. Man kann die Urtierchen an Ort und Stelle halten, wenn man sie zwischen Fasern eines Fadens einschließt. Zerreibe einen et-

wa zentimeterlangen Faden, so daß die Fasern eine kleine Matte bilden. Mach diese Matte ganz flach und lege sie in den Wassertropfen auf dem Objektträger, bevor du das Deckglas auflegst. Die Fasern bilden nun eine Art Netz, das die Urtierchen festhält oder wenigstens ihre Bewegung im Wasser verlangsamt.



Die Anopheles-mücke überträgt den Erreger (rechts) der Malaria.

bedeutet. Einige Urtierchen schnellen sich durch das Wasser, indem sie diese Geißeln gegen ihre Körperseiten schlagen. Andere wieder benutzen die Geißel als Ruderschwanz und treiben sich damit durch das Wasser, genauso wie du ein kleines Boot mit einem einzigen Riemen am Heck vorwärtsbewegen kannst.

Das einzige Geißeltierchen, das du wahrscheinlich im Heuraufguß finden wirst, ist eine Art, die Peranema genannt wird. Du kannst sie daran

erkennen, daß sie zwei Geißeln hat, eine lange und eine kurze an je einem der beiden Körperenden. Du wirst zunächst kaum ausmachen können, wodurch sich die Peranema bewegt, da ihre Geißeln stillzustehen scheinen. Doch wenn du das Ende der längeren Geißel genau beobachtest, wirst du sehen, daß es sich sehr schnell hin- und herbewegt. Die Peranema verändert auch ständig ihre Gestalt. Manchmal sieht sie wie ein Rettich aus, ein anderes Mal wie eine ausgebauchte Kartoffel. Um die Peranema gut beobachten zu können, benutzt man am besten das starke Objektiv und ziemlich abgeblendetes Licht.

Wenn du das Innere deines Mundes mit einem Zahnstocher abschabst und den Belag auf einen Objektträger streichst, kannst du weitere Geißeltierchen entdecken. Einige Arten, die fast alle harmlos sind, leben im menschlichen Körper.

In deinem Heuraufguß wirst du auch Urtierchen finden, die keine bestimmte Form zu haben scheinen. Man nennt sie Wechseltierchen oder Amöben. Dieses Urtierchen ist manch-

Was ist eine Peranema?

mal fast rund, zuweilen aber streckt es ein halbes Dutzend unregelmäßige Vorsprünge von seinem Körper aus.

Um genau zu sehen, wie sich eine Amöbe fortbewegt,

Wie bewegt sich eine Amöbe fort?

muß man sie einige Zeit beobachten, denn die Amöbe verhält sich oft lange ganz bewegungslos, und wenn sie sich bewegt, geschieht es sehr langsam. Man kann beobachten, wie sie ganz langsam einen Teil ihres Körpers ausstülpt. Dieser ausgestülppte Teil wird „Scheinfüßchen“ genannt. Man kann sehen, wie immer mehr von dem Zellinhalt, Protoplasma genannt, in den Scheinfuß strömt, der immer größer wird. Schließlich ist alles Protoplasma in die Ausstülpung hineingeströmt, und das „Scheinfüßchen“ ist zur ganzen Amöbe geworden, die nach einiger Zeit abermals ein Scheinfüßchen ausstreckt. So bewegt sich die Amöbe fort.

Eine der bekanntesten Arten von Urtierchen ist das

Was ist ein Pantoffeltierchen?

„Pantoffeltierchen“ oder Paramecium. Den Namen hat es von seiner Gestalt, die einem Pantoffel ähnelt. Der Körper ist mit Wimpern besetzt, die sich sehr schnell hin und her bewegen. Die vielen Wimpern wirken wie winzige Ruder, so daß das Pantoffeltierchen sehr rasch durch das Wasser schießt.

Das Pantoffeltierchen ist eines der größten Urtierchen; es kann eine Länge von $\frac{1}{4}$ mm erreichen. Wenn du es unter dem Mikroskop siehst, solltest du einmal den Objektträger losklammern und versuchen, das Pantoffeltierchen mit bloßem Auge zu erkennen. Dazu mußt du den Objektträger auf einen dunklen Untergrund legen und das Licht direkt auf das Deck-

Was ist eine Amöbe?

glas fallen lassen. Die Pantoffeltierchen erscheinen nun als helle, bewegliche Flecke.

Urtierchen wie Amöben und Pantoffeltierchen sind so groß, daß man unterm Mikroskop nicht nur ihre äußere Form sehen, sondern auch

wahrnehmen kann, wie sie innen aussehen.

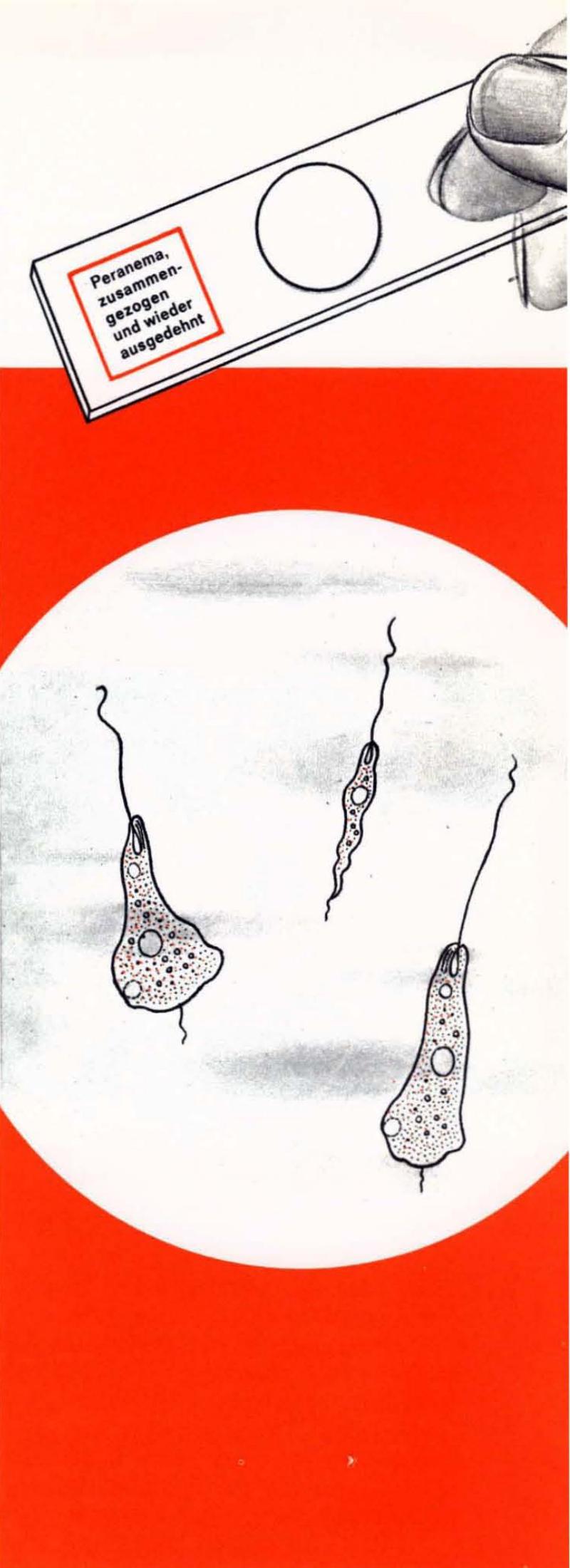
Da jedes Urtierchen eine einzelne lebende Zelle ist, hat sie auch einige der Merkmale aller lebenden Zellen. Es ist von einer Zellwand umgeben, die das Innere zusammenhält. Die lebende Masse innerhalb der Zellwand wird Protoplasma genannt. Bei sorgfältiger Beobachtung wirst du feststellen, daß es körnig erscheint, so als ob es aus farblosen Sandkörnern bestände. Durch diese körnige Beschaffenheit kann das Protoplasma in die Scheinfüßchen fließen, gerade so wie Sand in einem Sack hin- und herfließt, wenn man den Sack nach verschiedenen Richtungen bewegt.

Innerhalb des Protoplasmas ist ein großer schwarzer Fleck. Das ist der Zellkern. Alle Bewegungen und Tätigkeiten des Urtierchens werden durch ihn ausgelöst. Der Zellkern ist gewissermaßen das Gehirn der Zelle.

Irgendwo im Protoplasma einer Amöbe oder eines Pantoffeltierchens findest du einen oder zwei oder noch mehr helle Kreisflächen. Im Pantoffeltierchen kannst du auch einen hel-

Wie scheiden Urtierchen Abfallstoffe und Wasser aus?

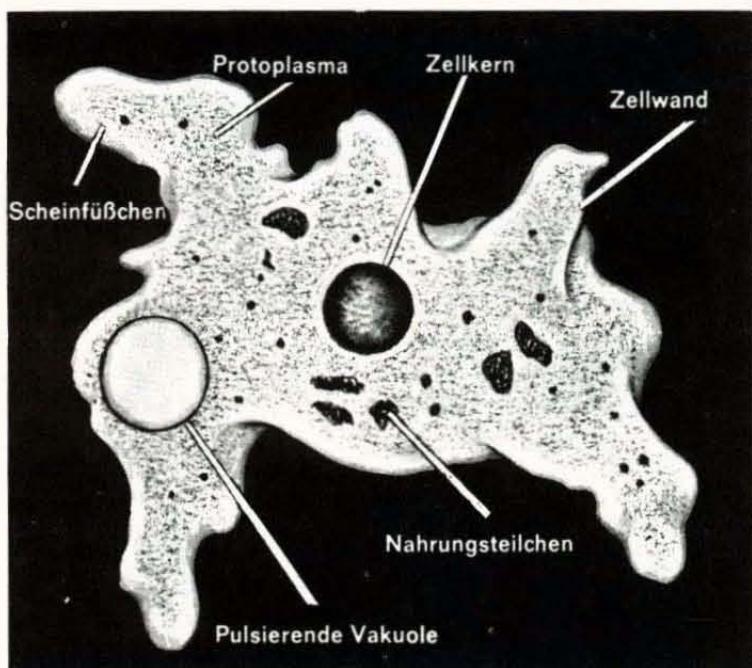
Die Peranema verändert ihre Form, indem sie sich zusammenzieht und wieder ausdehnt.
(200fach vergrößert)



len, sternförmigen Fleck erkennen. Dies sind pulsierende „Vakuolen“ (Hohlräume) oder Bläschen. Sie bewegen sich im Protoplasma umher und nehmen Abfallstoffe und auszuscheidendes Wasser auf. Wenn sie die Zellwand des Urtierchens erreicht haben, ziehen sie sich plötzlich zusammen und entleeren ihren Inhalt nach außen. Die Vakuole ist dann sehr klein, aber während sie umherwandert und Abfallstoffe und Wasser aufnimmt, wird sie wieder größer.

Innerhalb des Protoplasmas wirst du bestimmt auch kleine schwarze Flecken, die von helleren Kreisen umgeben sind, erblicken. Es sind

Wie ernährt sich die Amöbe?



Die Amöbe (hier etwa 400fach vergrößert) ist ein sehr kleines einzelliges Tier. Der Name kommt aus dem Griechischen und bedeutet Veränderung.

Nahrungsteilchen, die das Urtierchen zu sich genommen hat, und es ist sehr interessant zu beobachten, wie das vor sich geht. Wenn die Amöbe auf etwas Genießbares trifft, streckt sie zwei Scheinfüße aus und umfließt die Nahrungsteilchen. Wenn die Scheinfüßchen aufeinandertreffen, löst sich die Zell-

wand zwischen ihnen auf, und das Nahrungsteilchen befindet sich in der Amöbe.

Das Pantoffeltierchen hat eine festere Zellwand und kann daher keine Scheinfüßchen ausstrecken, um seine Nahrung zu umfließen. Statt

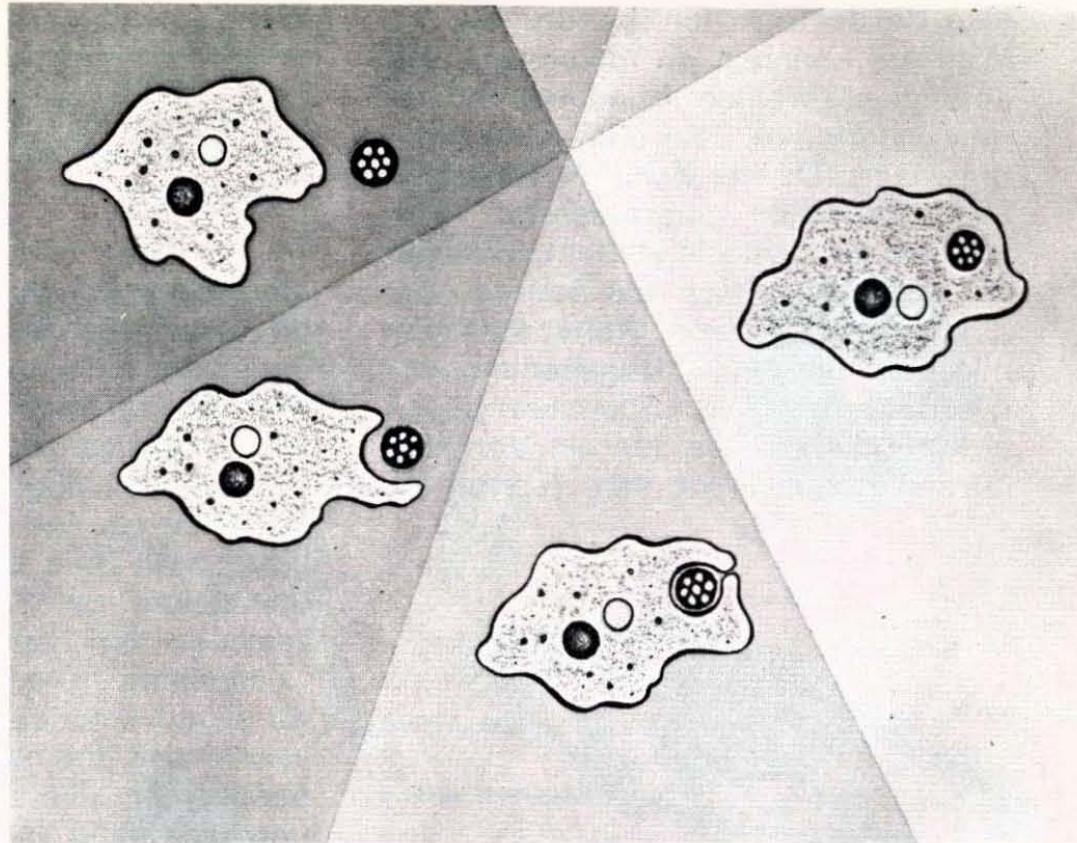
dessen hat das Pantoffeltierchen einen Mund und einen Schlund, durch welche die Nahrung aufgenommen wird. Wenn du dir ein Pantoffeltierchen genau ansiehst, erkennst du an einer Körperseite dicht am Kopfende eine Furche, die Mundfurche. Du mußt sehr sorgfältig einstellen, dann kannst du sehen, daß die Mundfurche mit Wimpern besetzt ist. Wenn ein Pantoffeltierchen auf Nahrungsteilchen – meistens Bakterien – trifft, werden sie durch das Flimmern der Wimpern in der Furche zur Körpermitte hingestrudelt, wo eine Röhre vorhanden ist. Die Öffnung der Röhre ist der Mund, die Röhre selbst der Schlund. Sobald die Nahrungsteilchen das untere Ende der Röhre erreicht haben, ballen sie sich zusammen, und dieser Ball fließt zusammen mit etwas Wasser in das Protoplasma. Du erkennst die Nahrung als einen dunklen Punkt und das Wasser als den hellen Kreis um den Fleck. Beide zusammen bilden eine Nahrungsvakuole.

Da die Nahrungsaufnahme der Urtierchen so interessant ist, möchtest du die Tiere vielleicht auch füttern, um zu beobachten, wie sie ihre Nah-

Wie kann man Urtierchen füttern?

rung aufnehmen. Nimm ein Krümelchen Hefe (so groß wie ein Nadelöhr) und verrühre dies Pünktchen Hefe in einem Tropfen Wasser. Bringe von diesem Brei etwas in die Mitte eines Wassertropfens, der Urtierchen enthält, und lege ein Deckglas darüber.

Die Abbildungen zeigen, wie die Scheinfüßchen einer Amöbe ein Nahrungsstückchen einschließen, bis die Nahrung im Innern des Urtierchens ist.



Tauche die Spitze eines Zahntochters in rote Tinte und übertrage einen kleinen Tropfen an den Rand des Deckglases. Der rote Farbstoff der Tinte erleichtert es dir, die Nahrungsaufnahme zu beobachten.

Wenn Bakterien oder Urtiere Lebensbedingungen antreffen, die für sie zu trocken sind, unterbrechen sie ihren Lebensprozeß zeitweilig, ohne daß sie wirklich sterben. Sie umgeben sich mit einer zähen Schale, die sie vor vollkommener Austrocknung bewahrt oder gegen plötzliche Temperaturschwankungen schützt. Man nennt solch eine Bakterie dann „Spore“ und ein Urtierchen „Zyste“. Sporen und Zysten sind sehr leicht und können selbst bei leisestem Wind weit hinweggetragen werden.

Wenn eine Spore oder Zyste wieder auf feuchten Boden fällt, löst sich die dicke Schale auf, und die Bakterie oder das Urtierchen lebt genauso weiter wie

vorher, ehe es auf ungünstige Lebensbedingungen stieß.

Da das Gras für den Heuaufguß trocken war, nimmt es dich vielleicht wunder, woher die Wassertiere – die Bakterien und die Urtierchen – kamen,

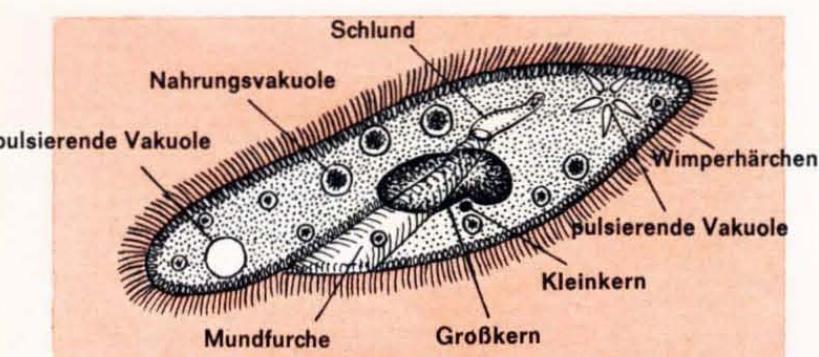
Woher stammen die Bakterien und Urtierchen im Heuaufguß?

nachdem das Gras einige Tage im Wasser gelegen hatte. Die Bakterien und Urtierchen, die auf dem Gras gelebt hatten, bildeten Sporen und Zysten, als das Gras trocknete. Als du dann das Gras ins Wasser stecktest, lösten sich die Kapseln der Sporen und Zysten wieder auf.

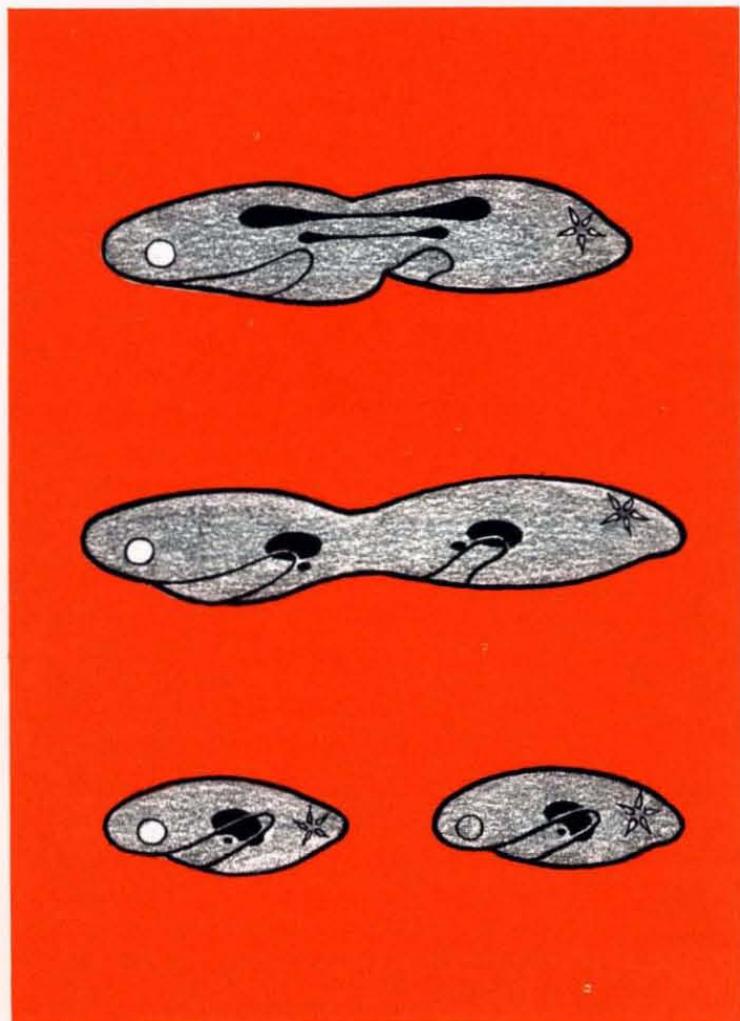
Ein paar Tage, nachdem du das trockene Gras ins Wasser stecktest, bildete sich in deinem Heuaufguß ein Schleim von Bakterien. Einige

Vermehrt sich die Zahl der Bakterien und Urtierchen?
Tage lang vermehrte sich der Schleim; die Zahl der Bakterien vergrößerte sich

also. Bei der täglichen Überprüfung des Wassers konntest du feststellen, daß anfangs nur wenige Urtierchen vorhanden waren, ihre Zahl dann aber ständig wuchs. Da die Zahl der Bakterien und Urtierchen angewachsen war, konnten sie nicht alle vorher verkapselt an den Grashalmen als Sporen oder Zysten gewesen sein. Woher stammen nun aber die neu hinzugekommenen? Die Bakterien und Urtierchen haben sich vermehrt. Das ist ein Vorgang, dessen Beobachtung sehr reizvoll ist.



Das Pantoffeltierchen (hier 300fach vergrößert) schwimmt mit Hilfe der Wimpernhärchen. Es pflanzt sich durch Spaltung oder Zellteilung fort.

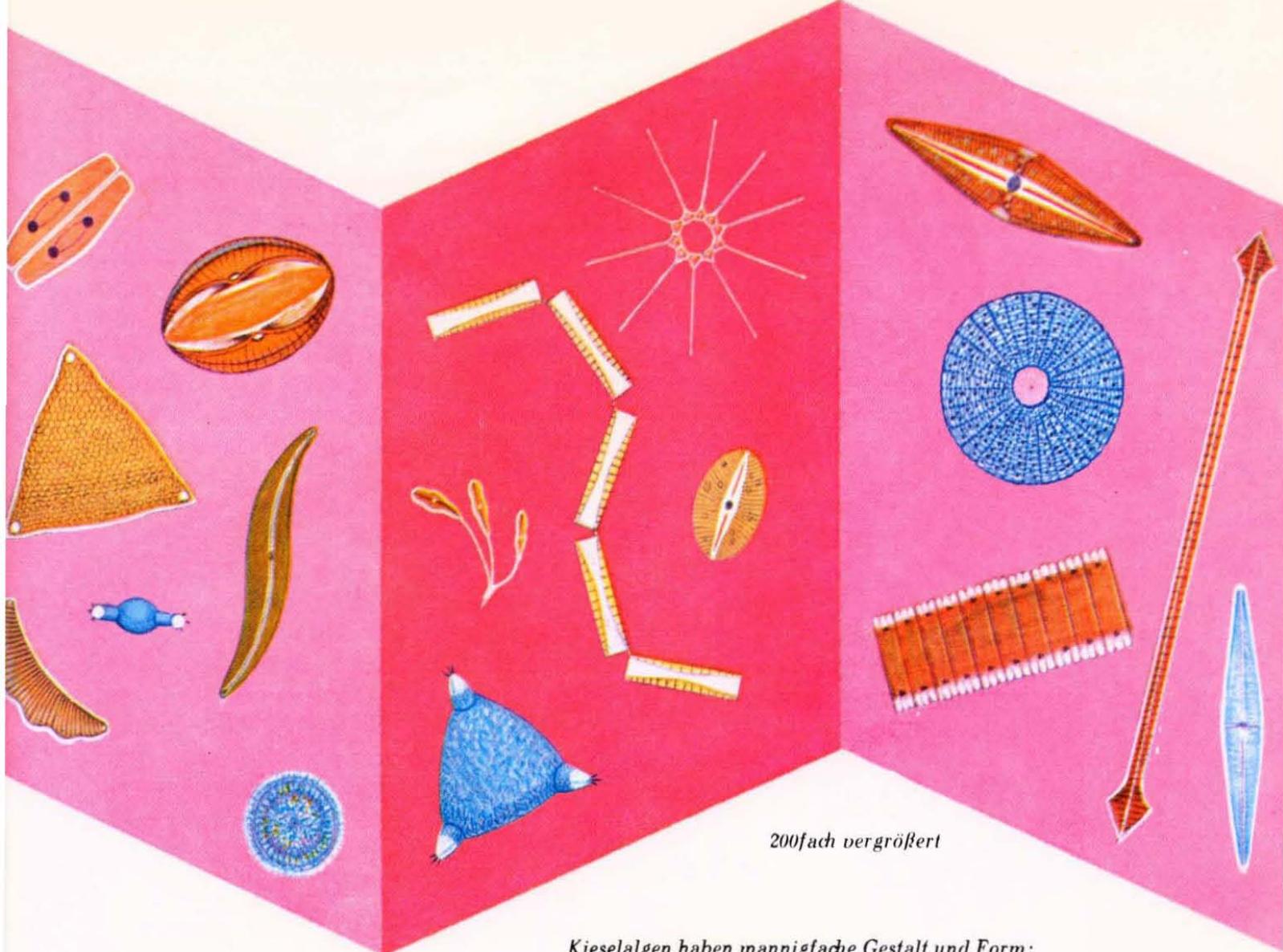


Wie vermehren sie sich?

Wenn eine Bakterie oder ein Urtierchen anfängt, sich zu vermehren, nimmt der Kern eine längliche Form an. Dann schnürt er sich in der Mitte ein, spaltet sich dort in zwei Kerne auf, die dann nach den entgegengesetzten Enden der Zelle wandern. Während der Kern den Teilungsvorgang durchmacht, beginnt die ganze Zelle das gleiche zu tun. Sie wird länglicher, schnürt sich in der Mitte ein und spaltet sich schließlich in zwei Teile. Dieser Vorgang folgt unmittelbar der Kernteilung. Man bezeichnet den Spaltungsvorgang als „Zellteilung“. Die Teilung einer Bakterie dauert etwa eine halbe Stunde. Du kannst also den ganzen Vorgang leicht beobachten. Die Zellteilung eines Urtierchens kann etwas länger dauern, aber wiederum nicht so lange, als daß du sie nicht beobachten könntest.

Es ist bei der Beobachtung der Zellteilung eines Urtierchens sehr angenehm, daß das Tierchen sich kaum fortbewegt. Es ist daher ohne Schwierigkeit unter dem Mikroskop zu betrachten. Um ein in Teilung begriffenes Urtierchen oder eine Bakterie zu finden, mußt du deinen Objektträger schon ziemlich genau absuchen. Am besten bewegst du den Objektträger unter dem Objektiv hin und her. Wie du wahrscheinlich schon bemerkst hast, scheint sich das Objekt beim Mikroskopieren nach links zu bewegen, wenn du den Objektträger nach rechts schiebst. Und umgekehrt, wenn du den Objektträger nach links rückst, scheint sich das Bild nach rechts zu verschieben. Das ist zunächst etwas verwirrend, doch mit ein wenig Übung lernt man bald, den Objektträger richtig zu handhaben.

Wenn du die Zellteilung beobachtest, mußt du ständig mit der Mikrometer-schraube des Mikroskops arbeiten. Durch das dauernde Auf und Ab der Feineinstellung kannst du vielleicht auch beobachten, wie andere Teile in-



Kieselalgen haben mannigfache Gestalt und Form; der Erdboden ist mit ihren fossilen Überbleibseln bedeckt.

nerhalb der Zelle sich teilen und nach entgegengesetzten Enden der Zelle wandern. Ein winziger Tropfen roten Farbstoffes oder roter Tinte wird dir die Beobachtung der Zellteilung erleichtern.

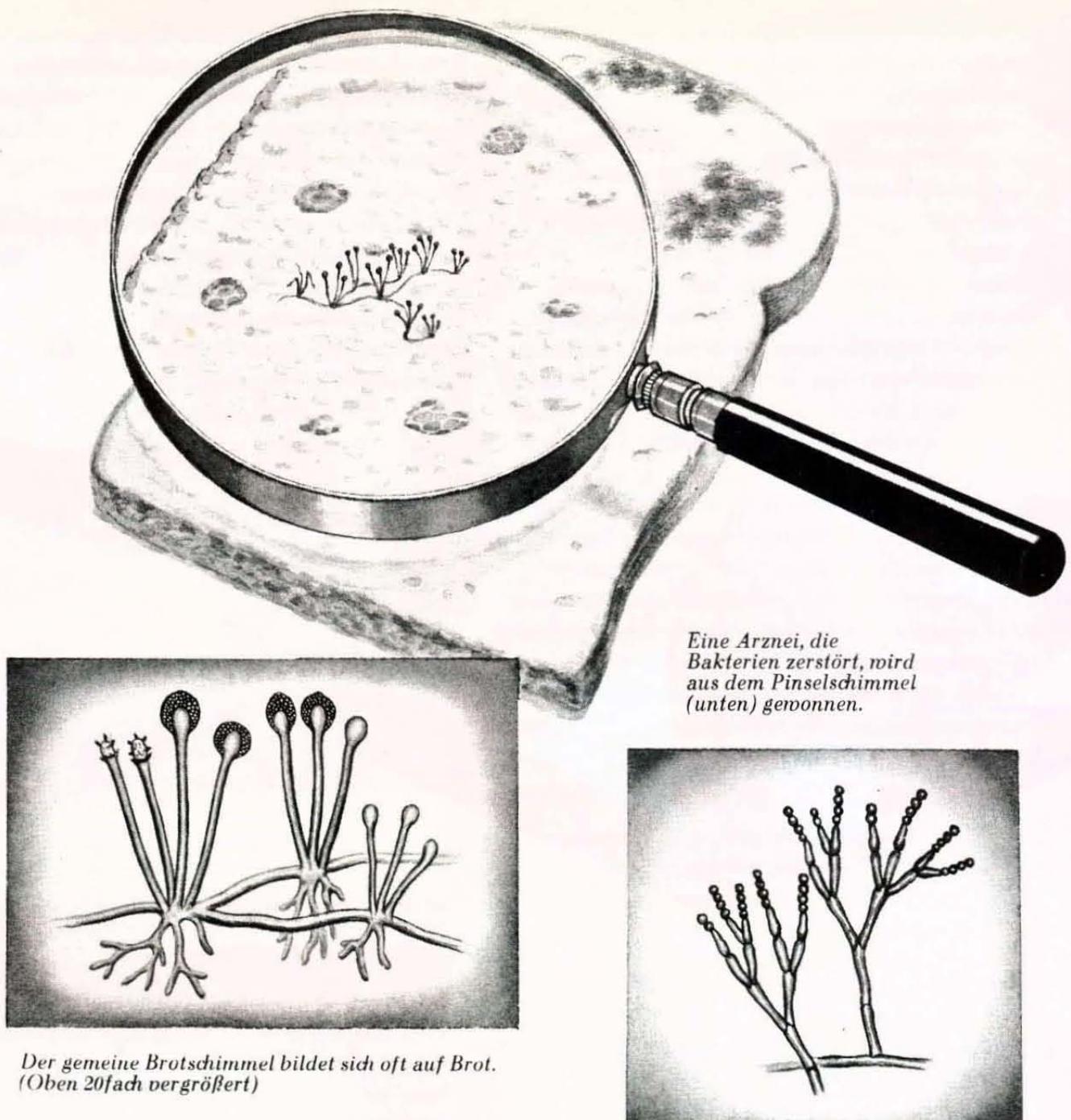
Einzellige Pflanzen, „Diatomeen“ oder „Kieselalgen“ genannt, bauen mit Hilfe gewisser, im Wasser gelöster Chemikalien entweder eine Schale

Welche Arten von mikroskopischen Pflanzen leben in „Häusern“?

oder ein Gitterwerk aus hartem, glasartigen Material rund um ihren weichen Körper auf. Diatomeen leben im Wasser der Flüsse, Seen und Meere und im feuchten Boden. Wenn sie sterben, setzen sich ihre winzigen, glasähnlichen

Häuser auf dem Grunde ab. Manchmal leben diese kleinen Pflanzen in so großer Zahl, daß ihre winzigen Schalen den Boden der Gewässer in dicken Schichten bedecken. Wenn der Fluß oder der See austrocknet, bilden die Schichten von Kieselalgenschalen eine Art Erde, die „Diatomeenerde“ oder „Kieselgur“ genannt wird.

Falls du in der Nähe eines Gewässers wohnst, kannst du dir Proben von Kieselalgen verschaffen und sie unter dem Mikroskop untersuchen. Am sichersten findest du Kieselalgen im Bodenschlamm der Seen und Flüsse. Mische eine Probe dieses Schlammes mit Wasser und mache mikroskopische Abstriche davon. Auch Meerwasser kann Diatomeen enthalten.



Eine Arznei, die Bakterien zerstört, wird aus dem Pinselschimmel (unten) gewonnen.

Der gemeine Brotschimmel bildet sich oft auf Brot.
(Oben 20fach vergrößert)

Schimmel, Mehltau, Hefeknospung

Besprühe einige Scheiben Brot mit Wasser und wische dann mit der feuchten Seite des Brotes über den Fußboden, ohne aber das Brot zu zerkrümeln. Lege das Brot in einen Schrank oder an einen anderen warmen dunklen Ort. Sieh dir nach zwei Tagen die Scheiben wieder an. Du wirst auf ihnen wahrscheinlich Flecken

Wie kann man Pflanzen auf einer Scheibe Brot züchten?

einer weißen, watteähnlichen, mit schwarzen Punkten gesprekelten Substanz finden: Es ist das dichte Wachstum einer Pflanze, die als gemeiner Brotschimmel bekannt ist.

Um den Schimmel zu untersuchen, legt man ein kleines Stück Brot auf den Objektivtisch des Mikroskops. Beleuchte den Schimmel gut, aber achte darauf, daß das helle Licht dich nicht am Betrachten hindert. Benutze das schwache Objektiv.

Zunächst wirst du feststellen, daß die weiße, watteartige Substanz ein Ge-

Wie sieht Schimmel aus?

wirr von Fäden ist. Man nennt dieses Pilzgeflecht auch „Myzel“. Die fadenähnlichen Gewächse bestehen aus lebender Materie. Wenn du einen der Fäden verfolgst, erkennst du, daß er zunächst eine kurze Strecke horizontal verläuft und sich dann in mehrere vertikale Fäden verzweigt. Am Ende jedes dieser senkrechten Sprossen sitzt ein schwarzer Knopf. Dies sind „Sporangien“ oder Sporenbehälter. Jede dieser Kapsel enthält eine große Zahl von Sporen. Früher oder später brechen diese Behälter auf. Die Sporen sind so leicht, daß sie in der Luft davonschweben. Falls eine Spore auf einem Stoff landet, den der Schimmelpilz als Nahrung gebrauchen kann, entwickelt sich die Spore zu einem neuen Schimmelpilz. Es waren Sporen vom Fußboden, die sich auf deinem Brot zu Schimmelpilzen entwickelt hatten.

Gerade unterhalb der senkrechten Sprossen findest du weitere, die sich nach unten in das Brot hinein verzweigen. Diese Fäden wirken wie Wurzeln; sie holen aus dem Brot die Nahrungsstoffe heraus, die der Pilz zum Gedeihen benötigt.

Die meisten Schimmelpilze sind für den

Kann der Schimmelpilz dem Menschen nützen?

Menschen unschädlich. Doch gibt es auch einige unter ihnen, die Krankheiten verursachen, zum Beispiel eine Hautpilzerkrankung. Andere Schimmelpilze sind sogar nützlich, wie zum Beispiel diejenigen, die bestimmten Käsearten ihren Geschmack geben. Die größte Bedeutung hat der Schimmelpilz als Grundstoff für Medikamente, die man Antibiotika nennt. Diese Arzneien haben dazu beigetragen, gewisse Krankheiten zu besiegen, die Tausende von Menschenleben vernich-

teten, bevor diese Antibiotika entdeckt wurden. Solche Antibiotika sind Penicillin, Streptomycin und Aureomycin.

Nachdem du den Schimmel auf dem Brot mit dem schwachen Objektiv untersucht hast, kannst du ihn auch noch anders prüfen: Schab ein wenig Schimmel vom Brot und streich ihn auf einen Objektträger, füge einen Tropfen Wasser und einen Tropfen Alkohol hinzu und lege ein Deckglas darüber. Beleuchte das Objekt auf die übliche Weise, d. h. durch das vom Mikroskopspiegel nach oben reflektierte Licht. Untersuche zunächst den Schimmel mit dem schwachen Objektiv, dann mit dem starken. Du wirst erkennen, daß jede Schimmelpflanze aus vielen Zellen besteht, und vielleicht siehst du sogar in einer Zelle einen Zellkern.

Es ist sehr wohl möglich, daß neben oder anstelle des gemeinen Brotschimmeles auch orangefarbener, schwarzer, grüner oder rosa Schimmel auf deinem Brot gedeiht. Jede Farbe zeigt eine andere Art von Schimmelpilz an. Untersuche jede und vergleiche die Formen und Farben der verschiedenen Teile dieser Schimmelarten.

Du hast sicherlich schon mal eine weißliche, pulvrigen Stubstanz auf Schuhen oder Lederjacken gesehen, die lange an einem feuchten

Ort gelegen haben. Vielleicht hast du in einem feuchten Sommer auch solche weißen Flecken auf Vorhängen und Möbelbezügen entdeckt. Oder es waren schwarze Streifen auf Bettlaken oder Kissenbezügen entstanden, die deine Mutter etwas feucht weggelegt hatte. Beides – die weißen Flecke und die schwarzen Streifen – wird durch den Mehltau verursacht. Das ist die Bezeichnung für eine Gruppe von Pflanzen, die dem richtigen Schimmel ziemlich ähnlich sind. Alle Mehltauarten haben ein Myzel und auch Sporangien. Mehltau macht nicht nur Leder und

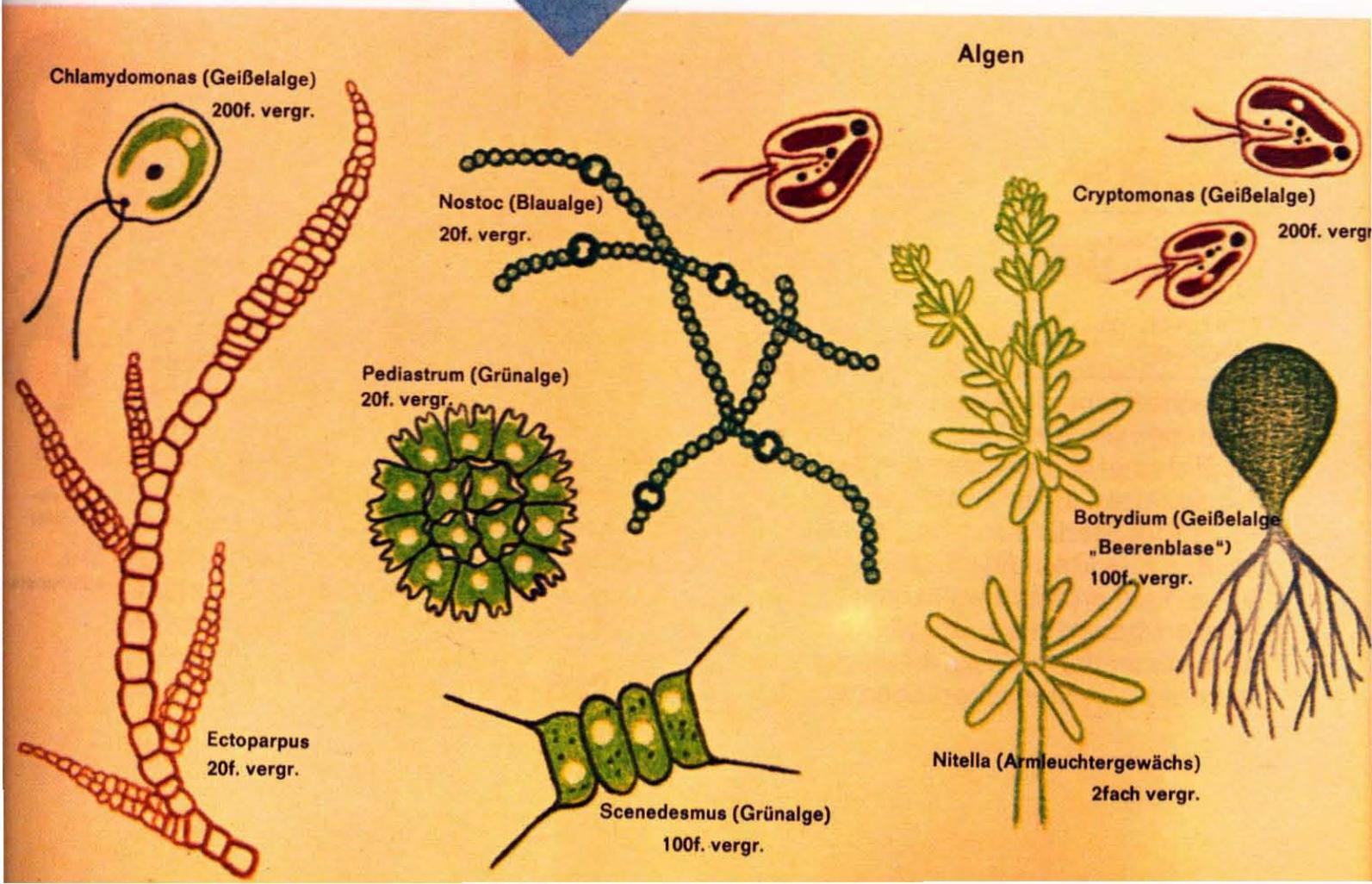
Was ist Mehltau?

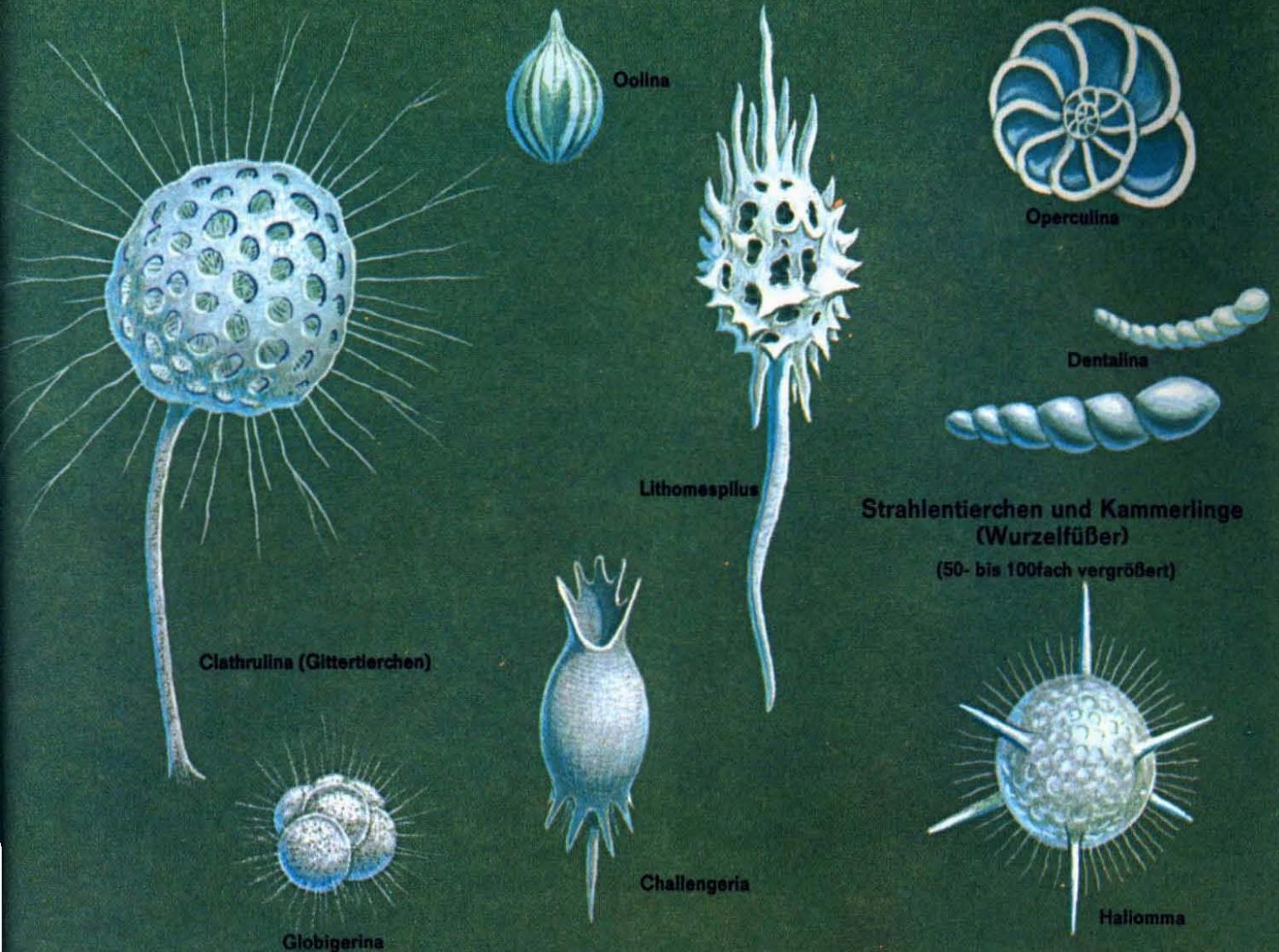


Sporenbehälter des Brotschimmels



Algen sind Wasserpflanzen, zu denen die meisten Formen von Seetang gehören, wie Seelattich, Seegras und Hauttang. Flussalge und Armleuchter sind Algenformen.





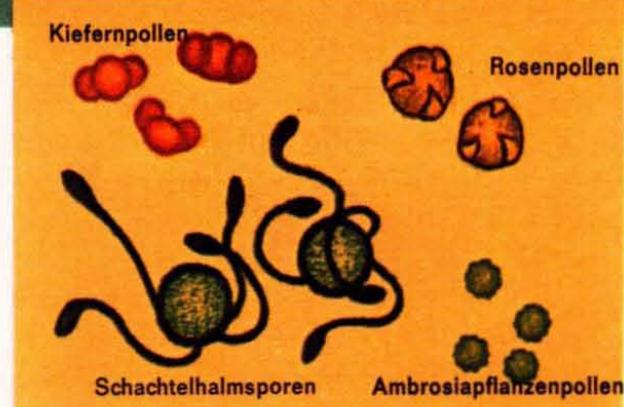
Strahlentierchen sind im Wasser lebende Urtierchen mit fadenförmigen Scheinfüßchen. Die verwandten Foraminiferen haben Scheinfüße, die durch Löcher in der Schale hervordringen.

Zeug fleckig und mürbe, sondern zerstört auch manche Pflanzen: Rosen, Lilien und Weiden, Pflaumen-, Kirsch- und Birnbäume. Der Mehltau überzieht diese Pflanzen mit einem Pilzgeflecht, durch das er aus den Pflanzenzellen seine Nahrung zieht. Dadurch werden diese Zellen vernichtet, und die Pflanze stirbt ab.

Untersuche Mehltauarten so, wie du Schimmelpilze untersucht hast.

Als du die Urtierchen mit Nahrung versorgtest, stelltest du dir eine Mischung von Hefe und Wasser her. Obgleich du in erster Linie an den Urtieren interessierst warst, hast du

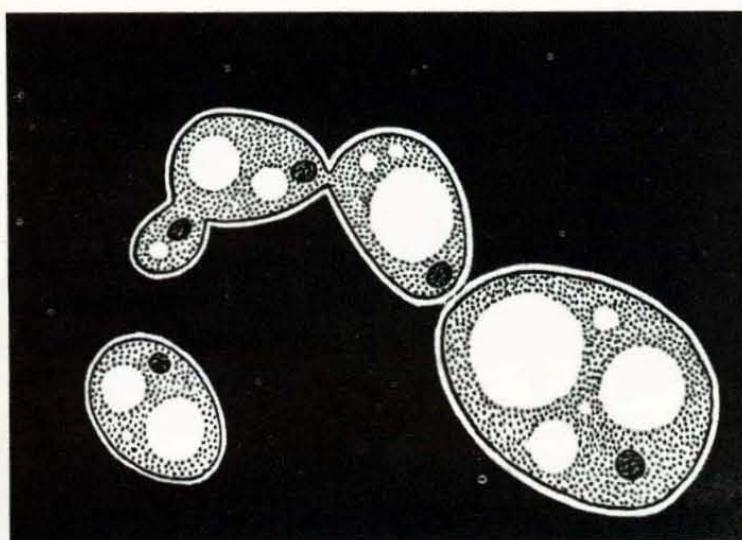
Was sind Hefepilze?



Pollen (Blütenstaub) sind winzige Sporen (Mikrosporen) der Samenpflanzen. Es sind gewöhnlich winzige Pünktchen von gelbem Staub.

vielleicht bemerkt, daß die Hefezellen viele eigenartige Formen haben. Wir wollen die Hefe noch einmal beobachten. Du verrührst wieder ein kleines Stückchen Hefe in einem Tropfen Wasser und legst ein Deckglas auf den Brei. Drehe dann den Spiegel so, als ob du das Licht nach unten werfen wolltest, und stelle das Objektiv sorgfältig auf die Hefe ein.

Hefe ist eine Pflanze. Die runden oder fast runden Zellen, die du siehst, sind einzelne Hefepflanzen. Zwei Dinge werden dir wahrscheinlich sofort auffallen: 1. Einige Hefezellen scheinen Ausbauchungen zu haben. 2. Hefezellen kommen in Ketten vor. Diese beiden Tatsachen hängen eng miteinander zusammen.



Hefezellen (oben 100fach vergrößert) vermehren sich durch eine Teilung, die Knospung genannt wird.

Wie andere Zellen vermehren sich auch die Hefezellen durch Zellteilung. Aber anstatt sich in der Mitte zu teilen, treibt die Hefezelle eine Knospe hervor. Diese Knospe ist die Ausbauchung, die du an einigen Zellen bemerkst. Wie auch sonst bei der Zellteilung spaltet sich der Kern in zwei Teile. Ein Teil wandert in die Knospe, während der andere in der Mutterzelle verbleibt. Zuerst ist die Knospe klein, doch bald wächst sie zu der Größe der Zelle heran, die sie hervorgebracht hat. Diese Art der Zellteilung ist ganz anders als die Art von Zellteilung, die du bereits beobachtet hast. Dort schnürte sich die Zelle in der Mitte ab, wobei zwei Zellen gebildet wurden, die jeweils halb so groß waren wie die Zelle, die sich teilte. Die neuen Zellen wuchsen dann zu der Größe der Zelle heran, aus der sie entstanden waren.

Die Knospung der Hefezellen unterscheidet sich aber auch noch auf andere Weise von der üblichen Zellteilung. Die neu aus der Knospe hervorgegangene Zelle trennt sich nicht immer von ihrer Mutterzelle. Obwohl die Mutterzelle und die Tochterzelle als selbständige Pflanzen leben, können sie doch miteinander verbunden bleiben. Da beide Zellen wieder knospen und die Knospen zu voller Größe heranwachsen, bildet sich eine Kette von vier Zellen. Es können auch noch längere Ketten von Hefezellen entstehen. Die Verbindung zwischen den Zellen ist jedoch nicht sehr fest, und schließlich bricht die Kette.

Wenn du sorgfältig zwischen den Hefezellen auf deinem Objektträger suchst, wirst du auch Zellen finden, die mehr als eine Knospe haben. Bei dieser Art von Knospung treten Ketten auf, die wie ein Y geformt sind.

Es gibt Tausende verschiedener Hefearten. Einige – die beim Gärungsprozeß verwandt werden – sind für die Menschen sehr nützlich. Die meisten Hefearten gedeihen auf Zucker gut. Da sie sich von Zucker nähren, verwandeln sie ihn in Alkohol und Kohlensäure. Diesen Vorgang nennt man Gärung. Alkohol ist ein sehr nützliches chemisches Produkt.

Wenn Hefe dem Backteig zugesetzt wird, wachsen die Hefepflanzen auf dem Zucker im Teig. Der Zucker im Teig gerät durch die Hefe in Gärung, und es entstehen Alkohol und Kohlensäure. Die Kohlensäure bildet Blasen im Teig, und der Teig „geht auf“, wie man sagt. Teig, der aufgeht, wird leicht

Was unterscheidet die Hefeknospung von der Zellteilung?

Wodurch ist Hefe für den Menschen nützlich?

und locker. Beim Backen treibt die Hitze die Kohlensäure und den Alkohol aus dem Brot heraus. Alle Löcher und Einschnitte in einer Scheibe Brot sind die Spuren von Kohlensäureblasen.

Löse einen Teelöffel Zucker in einem halben Glas Wasser auf und mache einen Brei aus Hefe und Wasser zurecht. Einen Tropfen von diesem Brei bringst du dann auf ein Deckglas und fügst einen Tropfen Zuckewasser hinzu. Verfahre nach der Methode des hängenden Tropfens mit dem Deckglas und dem Brei und bringe das Präparat an einen warmen Ort. Lege es unter das Mikroskop. Nach einer Stunde siehst du dann die vielen Blasen aus Kohlendioxyd (Kohlensäure), die beim Gärungsvorgang der Hefe auf dem Zucker entstehen.

Wie kann man Gärung sichtbar machen?

Fange eine Fliege mit der Hand. Wenn du irgendwo eine Stubenfliege sitzen siehst, geh mit deiner hohlen Hand ganz langsam heran und greife sie mit einer blitzschnellen Bewegung. Das wirst du sicherlich erst mehr als einmal üben müssen. Halte die Fliege behutsam in deiner Hand und steck sie dann schnell in die Sammelflasche. Wenn die Fliege tot ist, hole sie mit der Pinzette heraus. Lege sie auf den Objektträger und schiebe ihn so unter das schwache Objektiv des Mikroskops, daß du ein Auge der Stubenfliege gut im Blickfeld hast.

Kannst du sehen, daß die Oberfläche

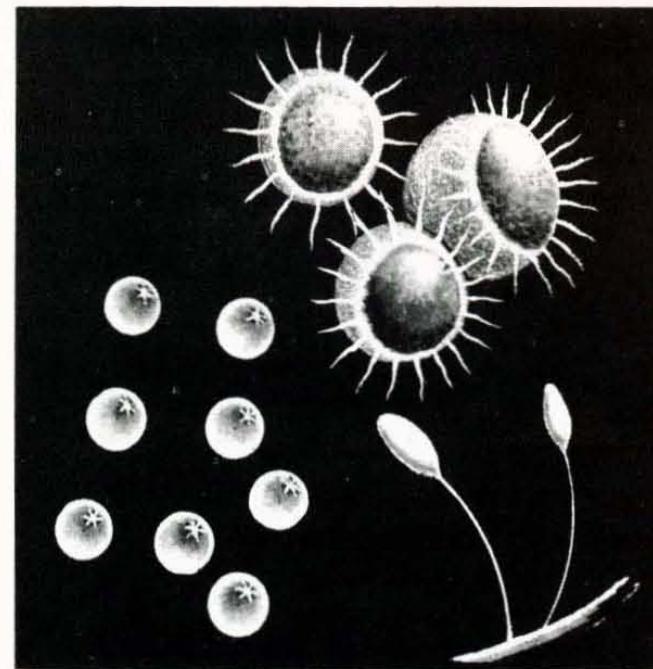
Wie sieht das Auge einer Fliege aus?

des Auges aus lauter winzigen, sechseckigen Flächen besteht? Diese Flächen nennt man „Facetten“. Jede Facette vermittelt der Fliege eine getrennte Empfindung von Licht oder Farbe. Mit anderen Worten, jede Facette wirkt, als ob sie ein selbständiges Auge wäre. Ein Auge, das aus Facetten besteht, wird auch Netzauge genannt. Viele Insekten haben solche Augen.

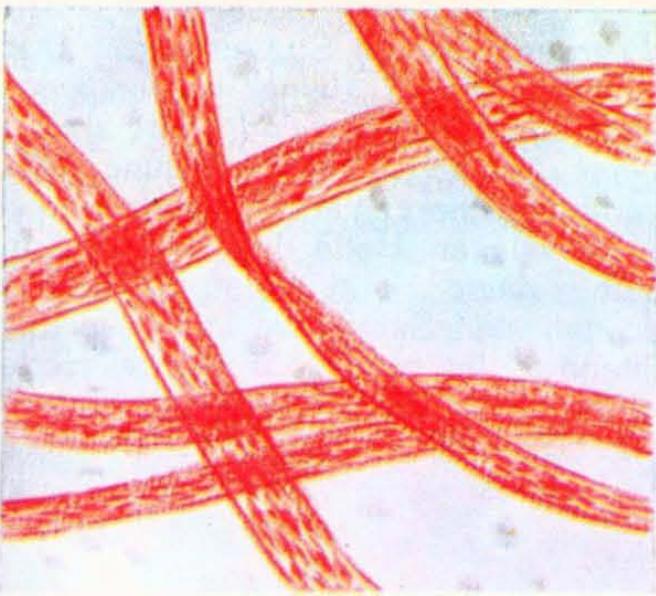
Insekten

Beschaffe dir eine weithalsige Flasche mit einem Verschluß. Bedecke den Boden im Innern mit Lösnpapier oder Watte. Gieß etwas Salmiakgeist darauf. (Komm mit dem Gesicht nicht zu dicht an die Flasche, wenn du den Salmiakgeist hineingießt; denn er beißt in Nase und Augen.) Verschließe dann die Flasche. Nun hast du ein Insektsammelglas. Wenn du nun ein Insekt hineinbringst, wird es durch den Salmiakgeist schnell getötet, ohne daß es beschädigt wird.

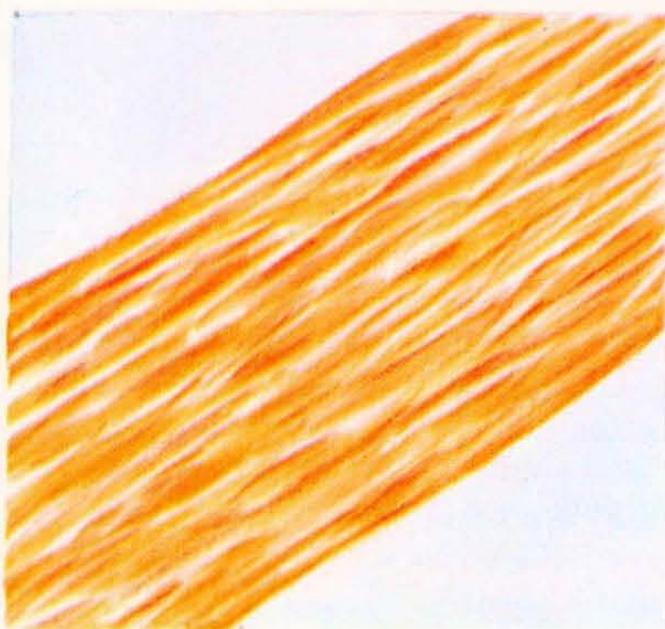
Worin kann man Insekten sammeln?



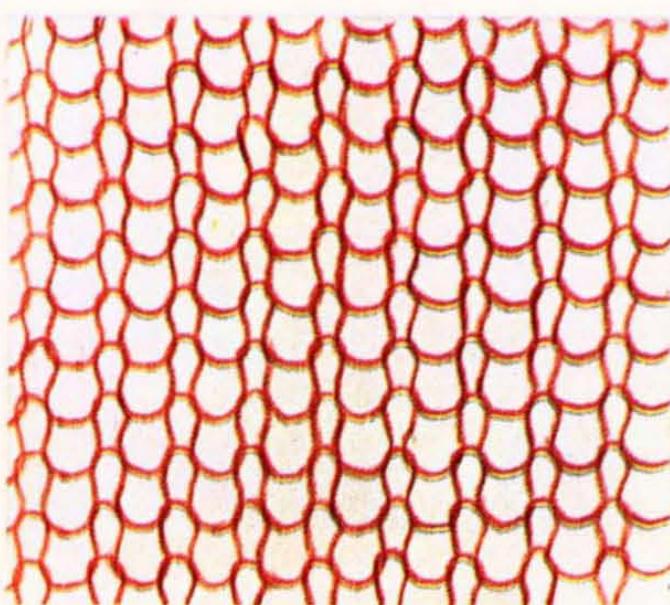
Insekten eier gibt es in verschiedenen Formen und Größen.



Orlonfaser unter dem Mikroskop.



Ein gesponnener Faden Kunstseide unter dem Mikroskop.



Nylonstrumpfgewebe unter dem Mikroskop.

Achte besonders darauf, wie das Auge der Stubenfliege sich nach allen Seiten des Kopfes ausbaucht. Das Auge macht tatsächlich den größten Teil des Kopfes aus. Weil die Augen so weit herausragen, kann die Fliege nach allen Richtungen zugleich sehen. Daher ist es auch so schwer, eine Fliege zu fangen; denn sie sieht gleichzeitig nach hinten und vorn.

Sieh dir den Fuß einer Fliege an! Achte auf die behaarten Wülste zwischen den beiden gekrümmten Klauen. Diese Polster sondern einen klebrigen Stoff ab, mit dem die Fliege an glatten Flächen haftet. Daher kann die Fliege überkopf an der Stubendecke entlanglaufen. Sieh dir auch die Flügel der Fliege an. Die „Adern“ im Flügel sind in Wirklichkeit eingetrocknete Röhren, die mit den Atmungsorganen der Fliege in Verbindung stehen.

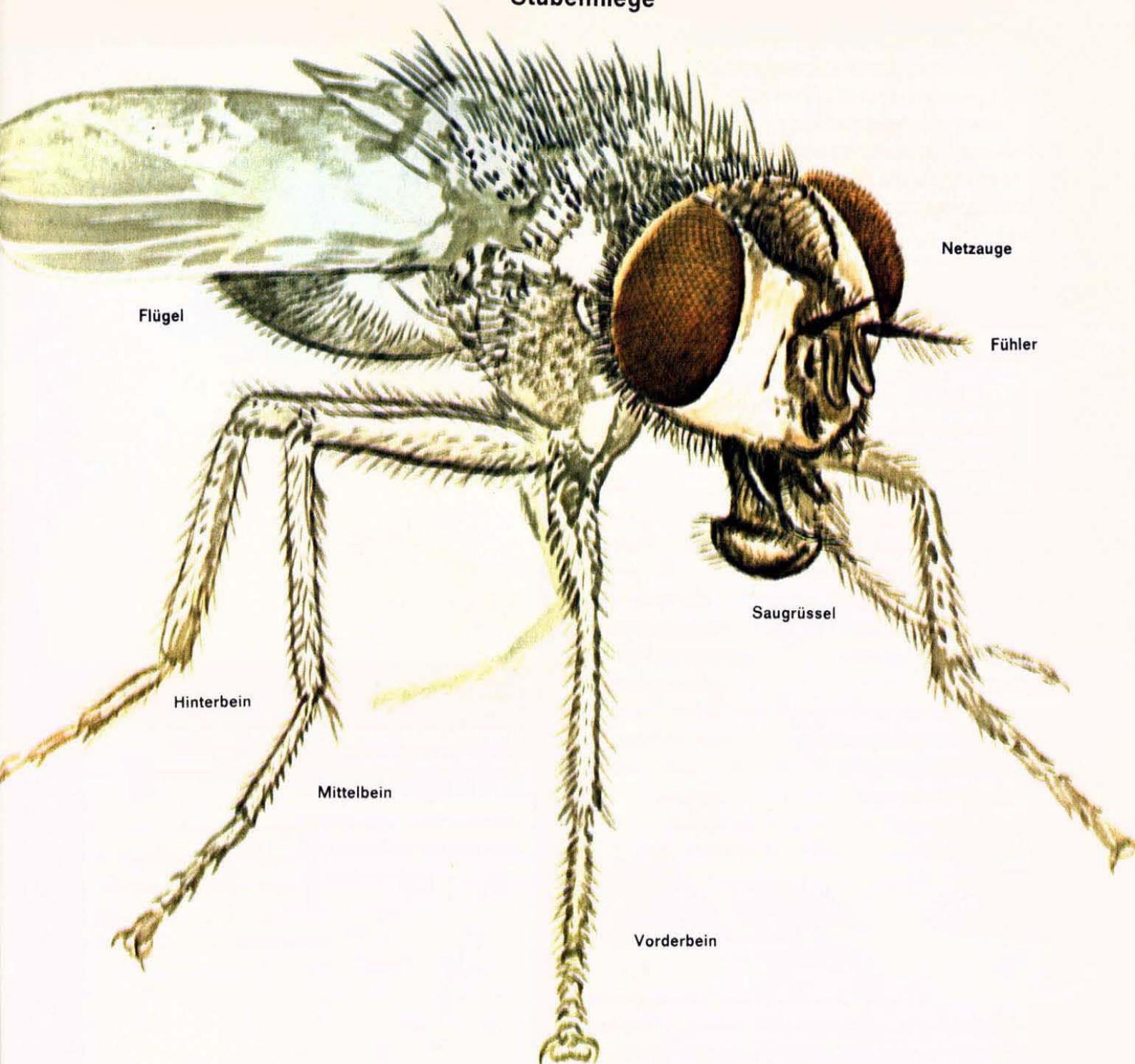
Es gibt mehr Arten Insekten als andere Tierarten, Insekten haben eine fast unendliche Mannigfaltigkeit von Formen und merkwürdig gestalteten Organen; du brauchst nur einige verschiedene Arten zu sammeln, um viele Stunden mikroskopieren zu können.

Gewebe

Du weißt sicher schon, daß ein Baumwollfaden aus der Baumwollpflanze hergestellt wird. Die Frucht des Baumwollstrauches ist ein weißer, plusteriger Stoff, etwa wie Verbandswatte. Er wird gereinigt und zu Fäden versponnen. Aber wie geht dieses Spinnen eigentlich vor sich? Du kannst das herausfinden, indem du einen Baumwollfaden unter dem Mikroskop untersuchst.

Wie wird ein Baumwollfaden hergestellt?

Stubenfliege



Mache noch einen weiteren Versuch und stecke dazu am besten das stumpfe Ende einer Nähnadel in das Radiergummi an einem Bleistiftende. Schneide von einem Baumwollfaden etwa $\frac{1}{2}$ cm ab, feuchte ihn an und betrachte ihn auf einem Objektträger unter dem schwachen Objektiv des Mikroskops. Du siehst dann, daß der Faden in seiner ganzen Länge spiralförmig gedreht ist.

Mit deiner selbst hergestellten Präpariernadel kannst du den Faden auseinanderzupfen. Drehe erst einmal die

Spirale auseinander, dann zerlege die Fäden in ihre feineren Fasern. Wenn du den Faden ganz auseinandergezupft hast, kannst du dir leicht vorstellen, was beim Spinnen vor sich ging. Die Fasern, aus denen die Baumwolle besteht, wurden zu Strähnen auseinandergezogen, die dann zu einem Faden zusammengeflochten wurden.

Da es so leicht ist, ein Stück Baumwolle auseinanderzuzupfen, wunderst du dich vielleicht, was dem Faden seine Festigkeit verleiht. Wenn du die fein-

sten Fasern durch das starke Objektiv betrachtest, siehst du, wie kraus und verdreht sie sind. Und wenn man eine Anzahl von diesen Fasern wie beim Spinnvorgang zusammenbringt, fassen die krummen Teile und Windungen einer Faser in die der anderen und halten die Fasern fest zusammen.

Verschaffe dir kleine Enden Wollgarn-, Naturseiden- und Leinenfaden. Untersuche alle drei unter dem Mikroskop, zuerst mit dem schwachen,

Wie unterscheiden sich Naturfasern von künstlichen Fasern?

dann mit dem starken Objektiv unter direkter Beleuchtung von oben. Beachte, daß die Wollfasern gestreckt, dick und schuppig sind. Vergleiche die Wollfaser mit einem Haar von deinem Kopf. Achte auch darauf, daß die Seidenfasern gestreckt sind, aber eine rauhe Oberfläche haben. Leinenfasern haben eine sehr schartige Oberfläche. Glaubst du nicht auch, daß wohl ein Zusammenhang besteht zwischen der ausgezackten Oberfläche der Leinenfaser und der Festigkeit eines Leinenfadens?

Alle Fasern, die bisher untersucht wurden, sind Naturfasern. Verschaffe dir nun einige Fasern vom Saum eines Kunstseiden-, Nylon-, Orlon-, Perlon- oder Dralonkleides. Das sind künstliche Fasern. Prüfe sie unter dem Mikroskop und beachte, wie glatt sie im Vergleich zu Naturfasern sind.

Du kannst dir ein sehr interessantes Anschauungsstück herstellen, indem du zentimeterlange Stücke der vier von dir untersuchten Naturfasern auf einen Objektträger bringst, sie sorgfältig mit einer dünnen Schicht Kanadabalsam bedeckst und ein Deckglas darüberlegst. Das gleiche machst du mit den Kunstfasern.

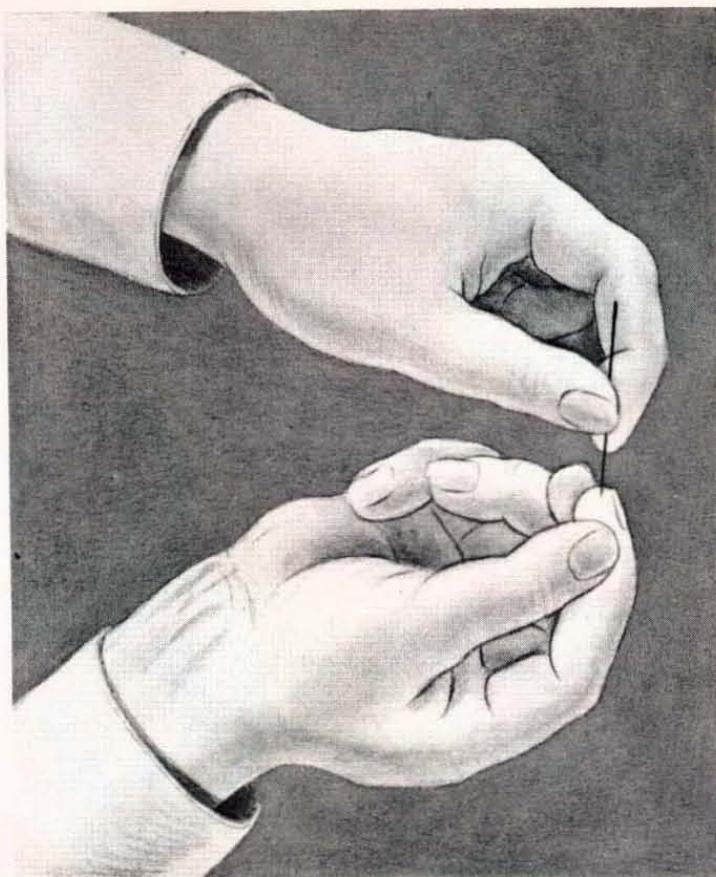
Schau dir ein Laken oder einen Kopfkissenbezug aus Baumwolle mit dem schwachen Objektiv an und sieh, wie gleichmäßig die Fäden

zu einem quadratischen Muster verweben sind! Beim Weben spannt man zunächst eine große Anzahl Fäden – die Kettfäden – parallel zueinander. Eine gleiche Anzahl Fäden wird abwechselnd über und unter der Kette hindurchgeflochten – der sogenannte „Einschuß“. Das Webmuster kann verändert werden, indem man den Einschuß über zwei, drei oder mehr Fäden der Kette laufen läßt, bevor er unter dem Kettenfaden hindurchgeführt wird. Eine mikroskopische Untersuchung von Rips und Gabardine zeigt dir, wie verschieden diese Gewebe vom Musselin sind.

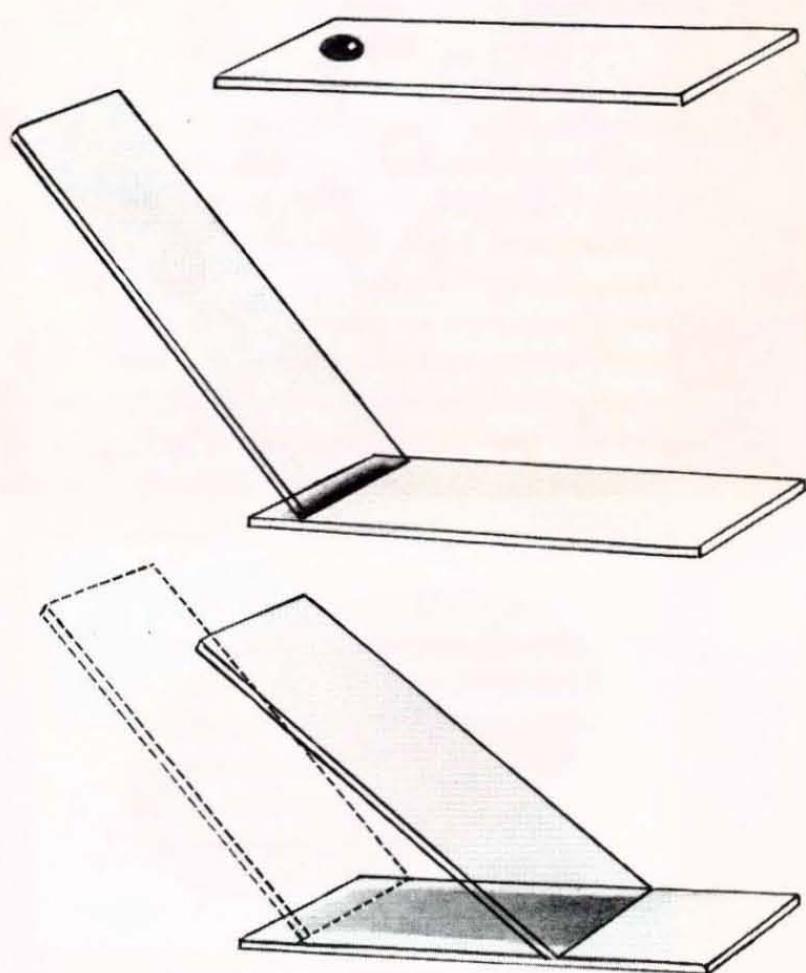
Untersuche einen Jersey, ein Turnhemd oder einen Damenstrumpf. Der Stoff, aus dem diese Waren hergestellt sind, ist nicht gewebt, sondern gewirkt. Untersuche auch ein Stück Filz, zum Beispiel von einem Herrenhut. Auch hier kannst du kein Webmuster erkennen, denn Filz wird nicht gewebt. Man stellt ihn aus kurzen Fellhaaren her, die mit Wasser angerührt werden. Das Wasser wird später entzogen, und die übrigbleibende filzige Masse wird platt gepreßt.

Wie ist Musselin gewirkt?





Du kannst aus deinem Zeigefinger eine Blutprobe mit einer sterilisierten Nadel entnehmen. Unten siehst du, wie man einen Blutabstrich macht.



Blut

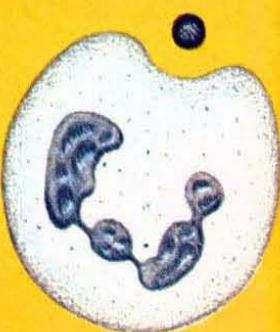
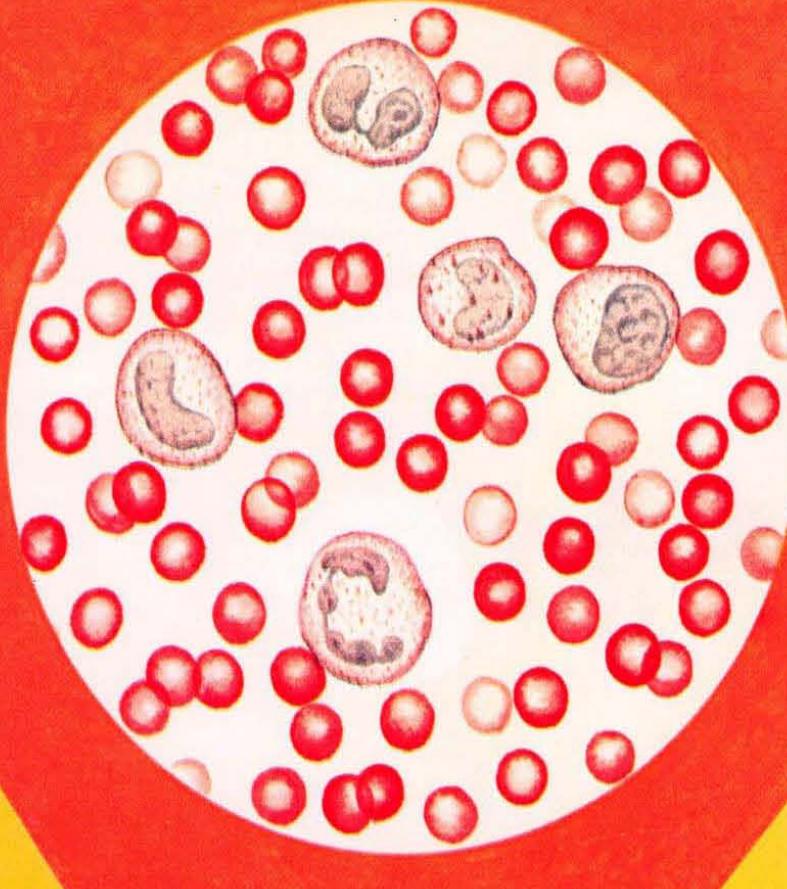
Am interessantesten ist es, wenn du dein Blut mikroskopisch untersuchst. Blut ist eine einzigartige Flüssigkeit. Man hat das Blut

„Strom des Lebens“ genannt. Das ist eine treffende Bezeichnung, denn das Blut versorgt die Zellen des Körpers mit all den Stoffen, die sie zur Ernährung und zum Aufbau brauchen. Außerdem befördert es die Abfallstoffe von den Zellen. Das Blut enthält auch Zellen, die Krankheiten bekämpfen, und Stoffe, die Schnittwunden oder andere Verletzungen des Körpers heilen.

Das Blut besteht sowohl aus flüssigen als auch aus festen Stoffen. Die Blutflüssigkeit wird Blutplasma genannt. Die festen Bestandteile

Woraus besteht das Blut?

sind die Blutzellen, die aus roten und weißen Blutkörperchen und den Blutplättchen bestehen. Etwa 44 Prozent unseres Blutes besteht aus Blutzellen. Diese Zellen sind so klein, daß ein einziger großer Blutstropfen mehr als 250 Millionen davon enthält. Sie sind scheibenförmig und auf beiden Seiten konkav. Sie enthalten einen Stoff, der Hämoglobin genannt wird. Wenn sich Hämoglobin mit Sauerstoff verbindet, wird es hellrot. Daher kommt es, daß frisches Blut außerhalb des Körpers immer rot ist.



Wir wollen einmal rote Blutkörperchen untersuchen. Du brauchst dafür zwei saubere Objektträger, etwas

Wie kannst du eine Blutprobe nehmen?

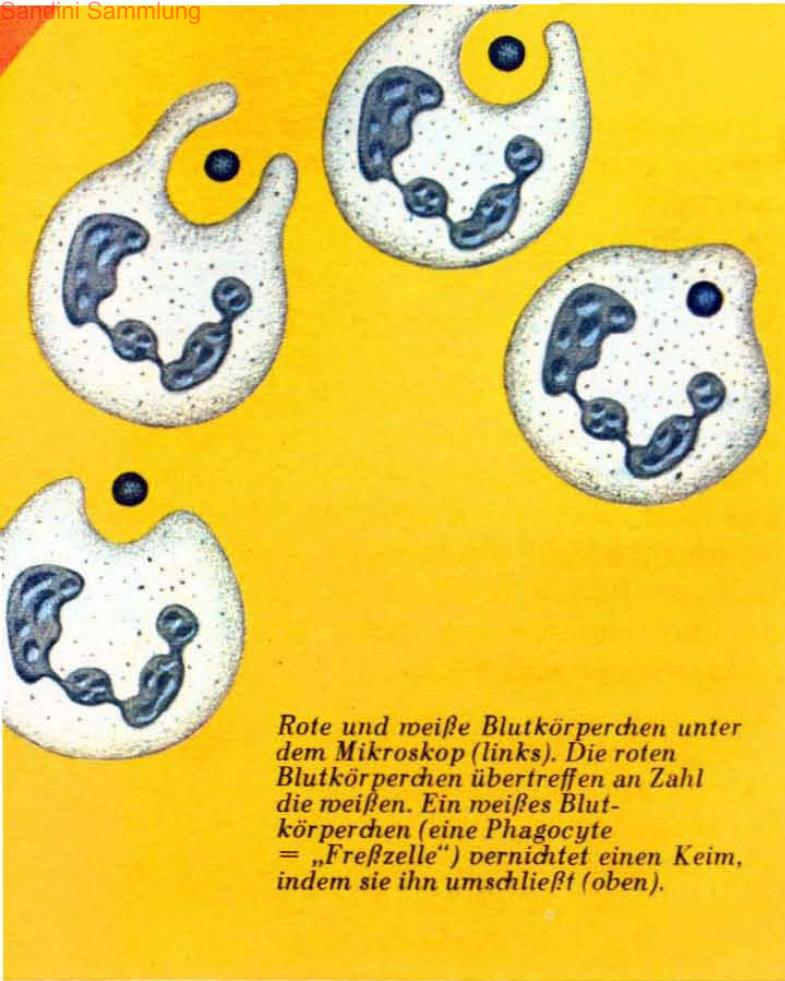
Verbandwatte, eine kleine Flasche Alkohol, eine Kerze und eine spitze Nadel. Du zündest zuerst die Kerze an. Überzeuge dich aber, daß der Alkohol in sicherer Entfernung von der Flamme steht, denn Alkohol ist entzündlich und kann leicht Feuer fangen. Wenn du Rechtshänder bist, reibst du die Kuppe deines linken Zeigefingers mit einem alkoholgetränkten Wattebausch gründlich ab, um alle Bakterien auf deiner Fingerkuppe zu töten. Halte den Finger fest zwischen Daumen und Mittelfinger derselben Hand. Sterilisiere die Nadelspitze, indem du sie mehrere Male durch die Flamme ziehst. Wenn die Nadel abgekühlt ist, fasse sie dicht bei der Spitze an und stoße sie schnell in den Zeigefinger deiner linken Hand, den du gesäubert hast. Das schmerzt nicht mehr als ein Mückenstich. Dann mußt

du deinen Finger drücken, damit du einen großen Blutstropfen an der Einstichstelle erhältst. Ehe du aber darangehst, einen Tropfen Blut zu entnehmen, mußt du natürlich deine Eltern fragen. Es ist vielleicht auch am besten, wenn das Ganze unter Aufsicht eines Erwachsenen vorgenommen wird.

Mit der rechten Hand nimmst du einen sauberen Objektträger und berührst mit einem Ende den Tropfen Blut. Halte diesen Objektträger – mit

Wie wird ein Blutabstrich gemacht?

dem Blutstropfen nach oben – fest zwischen Daumen und Mittelfinger der linken Hand. Nimm dann den anderen Objektträger mit deiner rechten Hand auf, halte ihn fast senkrecht und tauche seinen unteren Rand in das Blut auf dem ersten Objektträger. Nun gleite schnell und leicht mit dem fast senkrecht gehaltenen Objektträger über die Oberfläche des anderen, so daß das Blut in einem gleichmäßigen Abstrich hinter dem be-



Rote und weiße Blutkörperchen unter dem Mikroskop (links). Die roten Blutkörperchen übertreffen an Zahl die weißen. Ein weißes Blutkörperchen (eine Phagocyte = „Fresszelle“) vernichtet einen Keim, indem sie ihn umschließt (oben).

wegten Objektträger ausgezogen wird. Am besten siehst du dir die Abbildungen auf Seite 43 an, dann wirst du wissen, wie es gemacht wird. Es muß alles sehr schnell gehen, damit der Tropfen Blut auf dem Objektträger nicht gerinnt, ehe du ihn auseinandergestrichen hast.

Wenn du den Blutabstrich gemacht hast, mußt du den linken Zeigefinger mit einem in Alkohol getauchten Wattebausch abreiben.

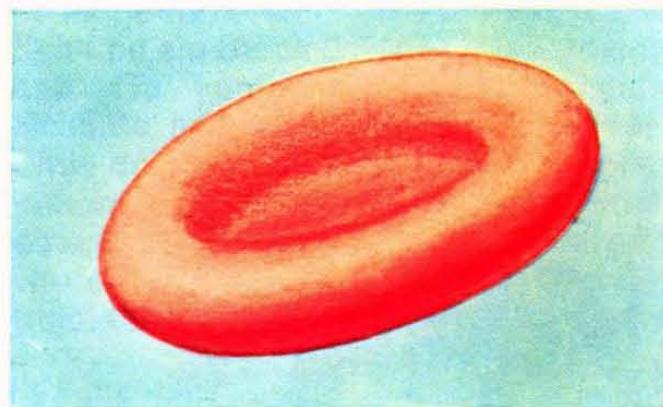
Untersuche den Blutabstrich zunächst

unter dem schwachen Objektiv. Die roten Zellen sehen nur rosa aus. Bewege den Objektträger vor und zurück, damit du eine Vorstellung bekommst, wieviel Tausende von roten Zellen in dem kleinen Blutstropfen sind, den du auf den Objektträger gebracht hast.

Wenn du anschließend das starke Objektiv benutzt, siehst du deutlich, daß die roten Zellen kreisrund sind und in der Mitte auf beiden Seiten eine kon-

kavie Delle haben. Vielleicht stehen auch einige Zellen auf dem Rand und sehen aus wie die Scheiben an Stemm gewichten. Andere wieder sind aufeinander gestapelt wie eine Geldrolle.

Hier und da erkennst du zwischen den roten Zellen auch viel größere, farblose Zellen. Dies sind weiße Blutkörperchen. Es kommt nur ungefähr ein weißes auf etwa 800 rote Blutkörperchen. Die meisten dieser weißen Zellen sind einigermaßen rund, aber sie können wie eine Amöbe in fast jeder Gestalt vorkommen. Tatsächlich können sie sich durch das Körnergewebe auf ähnliche Weise wie eine Amöbe bewegen. Die weißen Blutkörperchen sind Kämpfer gegen die Krankheiten des Körpers, die durch zu viele schädliche Bakterien im Körper verursacht werden. Die Aufgabe der weißen Blutkör-



Eine rote Blutzelle oder ein Blutkörperchen (vergrößert).

perchen ist es, Bakterien zu vernichten. Um eine Bakterie unschädlich zu machen, umschließt die weiße Blutzelle sie gerade so wie eine Amöbe ein Nahrungsteilchen umfließt. In der weißen Zelle wird die Bakterie dann verdaut.

Man braucht einen besonderen Farbstoff, um ein weißes Blutkörperchen richtig zu färben; aber mit blauer Füllhaltertinte oder Wäschetinte kannst du schon gute Erfolge erzielen. Nach Einfärbung deines Blutabstrichs wirst du feststellen, daß die weißen Blutkörperchen sehr unregelmäßig geformte Zell-

Wie sehen Blutzellen aus?

kerne haben. Der Zellkern kann rund sein, die Form eines Hufeisens haben oder aber aus mehreren kleinen Stücken bestehen, die durch Fäden aus Kernsubstanz zusammengehalten werden. Wegen dieser Kernformen werden die weißen Zellen auch „polymorphonukleare Leukozyten“ genannt. Im Griechischen heißt poly „viel“, morphos „Form“, leuka „weiß“ und cytos „Zelle“. So bedeutet das lange Wort also „weiße Zelle mit einem Kern, der viele Formen haben kann“.

Nimm ein Stück Sperrholz von etwa

Wie kann man den Blutkreislauf sichtbar machen?

8 cm Länge und 6 cm Breite und bohre an einer Schmalseite ein Loch von etwa einem Zentimeter Durchmesser. Mach dann einen Ver-

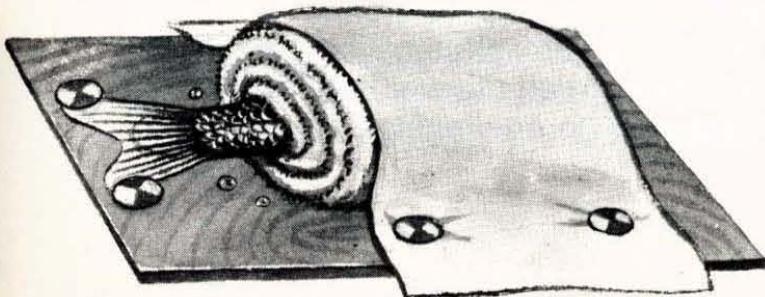
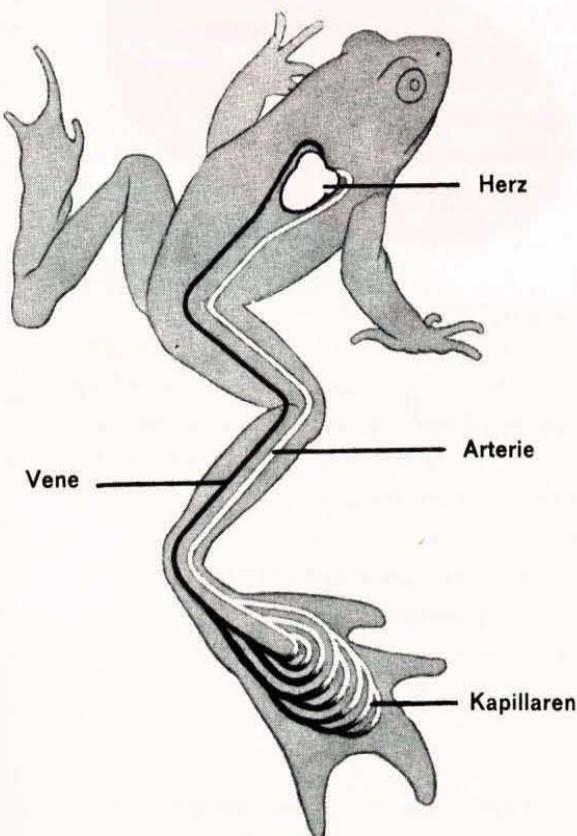
band aus feuchtem Stoff oder feuchter Watte, ungefähr 15 mal 25 cm. Umwickle damit vorsichtig einen Goldfisch, so daß nur sein Schwanz herausragt. Lege den Fisch so auf das Brett, daß die Schwanzflosse genau über dem Loch liegt. Breite ein Taschentuch über den Fischkörper und befestige das Taschentuch auf dem Brett mit Heftzwecken. Drücke weitere zwei Heftzwecken so in das Brett, daß der Rand der Heftzwecke die beiden äußersten Zipfel der Schwanzflosse festhält. Gib acht, daß du die Heftzwecke nicht durch den Fischschwanz steckst.

Lege das Brett dann auf den Objektivtisch des Mikroskops, so daß der Schwanz genau unter dem Objektiv liegt. Arbeitet mit dem schwachen Objektiv. Während du den Schwanz untersuchst, mußt du ihn von Zeit zu Zeit mit etwas Wasser befeuchten.

Du wirst große Blutgefäße erkennen, die parallel zu den Strahlen des Schwanzes verlaufen. Beobachte, wie diese großen Gefäße sich in kleinere Zweige verzweigen, und diese Zweige wieder in ganz winzige Äderchen, die Kapillaren genannt werden. Wenn du den Strom der Blutkörperchen von den großen Adern zu den Kapillaren verfolgst, wirst du ferner erkennen, daß das Blut von den Kapillaren wieder in größere Adern fließt, die sich zu noch weiteren Blutgefäßen vereinigen, durch die das Blut zum Herzen des Fisches zurückströmt.

Laß den Fisch nicht mehr als zehn Minuten außerhalb des Wassers. Wenn der Fisch bei der Rückkehr ins Wasser träge oder schwimmunfähig erscheint, ergreife ihn beim Schwanz und tauche ihn mehrere Male ins Wasser. Das hilft, den Atmungsprozeß des Fisches wieder in Gang zu bringen.

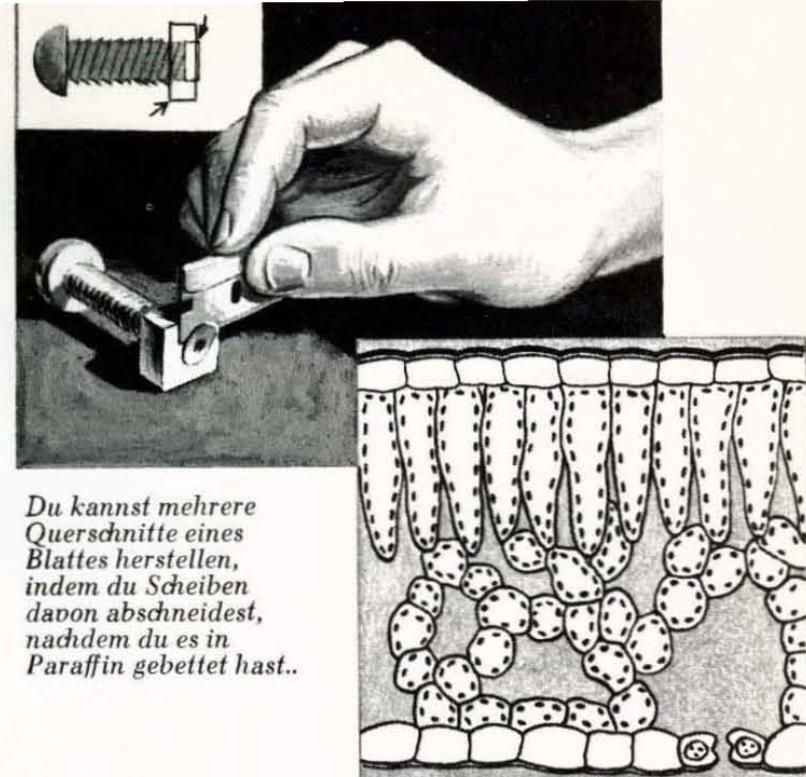
Der Strom des Blutes kann im Schwanz eines Frosches beobachtet werden: vom Herzen durch die Arterie und Kapillaren (Haargefäße) und zum Herzen zurück durch die Venen.



Nehmen wir einmal an, du möchtest etwas über den Stengel einer Blume oder ein Insektenleben erfahren. Nachdem du diese Dinge mit schwächer und starker Vergrößerung unter dem Mikroskop untersucht hast, kannst du noch mehr über sie erfahren, wenn du auch ihr Inneres betrachtest. Auf welche Weise kannst du das am besten tun?

Besorge dir eine Schraube (mindestens $\frac{1}{4}$ Zoll stark) mit einer dazu passenden Mutter. Schraube den Bolzen etwa ein Viertel in die Mutter. Stelle den Bolzen senkrecht hin, so daß die Öffnung im Bolzen nach oben zeigt. Bringe den Gegenstand, den du untersuchen willst, in diese Öffnung. Dann mußt du etwas Paraffin in einem Löffel über einer Kerzenflamme schmelzen und es in das Loch der Bolzenmutter gießen.

Wenn das Paraffin erkaltet und hart geworden ist, schraubst du den Bolzen vorsichtig etwas weiter in die Mutter und drückst dadurch – etwa $\frac{1}{3}$ mm – Paraffin heraus. Dann führst du eine Rasierklinge an der Bolzenstirnseite entlang und schneidest dabei eine dünne Scheibe Paraffin ab. Falls die Scheibe schon ein Stück des Gegenstandes



Du kannst mehrere Querschnitte eines Blattes herstellen, indem du Scheiben davon abschneidest, nachdem du es in Paraffin gebettet hast..

enthält, den du betrachten willst, bringst du sie auf den Objektträger und untersuchst sie unter dem Mikroskop. Wenn nicht, mußt du wieder $\frac{1}{3}$ mm Paraffin herausdrücken. Das mußt du notfalls so lange fortsetzen, bis schließlich eine Scheibe ein Stück deines Objektes enthält. Du kannst dann immer mehr Schnitte herstellen, bis du von einem Ende deines Objektes bis zum anderen gekommen bist. Jeder Schnitt stellt einen Querschnitt dar, der dir enthüllt, wie das Innere deines Untersuchungsobjektes beschaffen ist.

Falls der Gegenstand zu groß ist und nicht in die Bolzenöffnung hineinpaßt, nimm einen anderen kleinen Behälter, vielleicht eine Streichholzschachtel.

Das Elektronenmikroskop

Sowohl die einfachen als auch die komplizierten Mikroskope gehören zu den optischen Mikroskopen. Beide liefern dem Auge ein vergrößertes Bild mit Hilfe des Lichtes. Aber auch wenn wir sie stark vergrößern können, so gibt es doch Gegenstände,

Wo liegen die Grenzen eines optischen Mikroskops?

die so klein sind, daß man mit dem Mikroskop nichts mehr erreichen kann. Wir wissen, daß das Licht von einem Gegenstand reflektiert werden muß, damit er sichtbar wird. Gegenstände können auch sichtbar werden, wenn sie den Lichtdurchgang unterbrechen, wenn sie also Schatten werfen; oder auch, wenn sie den Lichtdurchgang teilweise aufhalten, so zum Beispiel, wenn

das Licht vom Spiegel des Mikroskops aufwärts durch ein Urtierchen hindurchscheint. Lichtstrahlen haben eine bestimmte Wellenlänge; sie können von Objekten, die kleiner sind als eine Wellenlänge des Lichts, weder aufgehalten noch reflektiert werden.

Wenn wir Strahlen oder Strahlbündel zur Verfügung haben, die von solchen Objekten reflektiert werden können, welche für die Lichtreflektion zu klein sind, können wir diese Objekte sichtbar machen. Tatsächlich gibt es winzige Elementarteilchen, Elektronen genannt, die für diesen Zweck geeignet sind. Wissenschaftler haben eine Methode entwickelt, Elektronenstrahlen zum Mikroskopieren zu benutzen. Ein Mikroskop, das mit Elektronenstrahlen arbeitet, wird Elektronenmikroskop genannt.

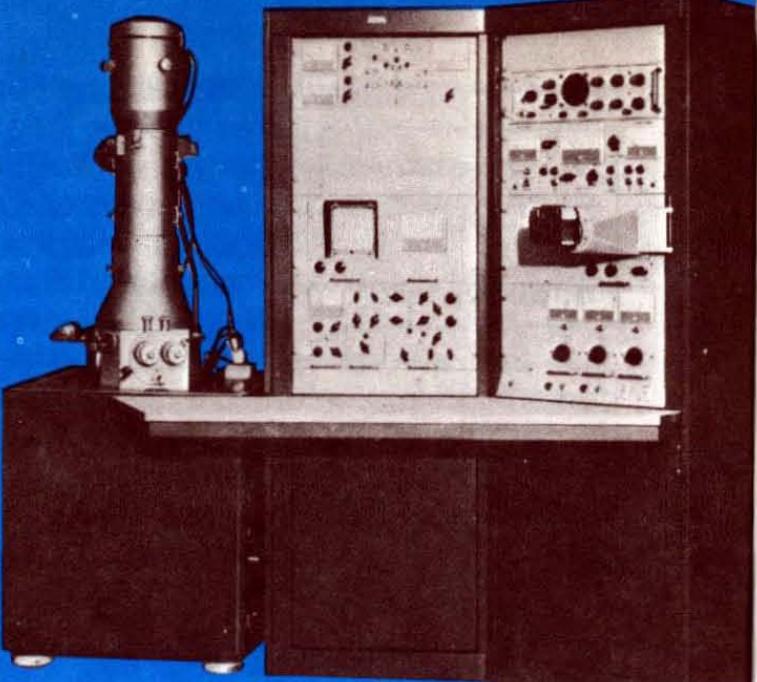
Elektronen sind elektrisch geladene Atomteilchen. Wenn bestimmte Drähte stark erhitzt werden, geben sie Elektronen ab. Wie beim optischen Gerät die Linse, so benutzt man beim Elektronenmikroskop Magnete, um die Elektronen zu einem Strahl zu bündeln, zu richten und zu verstärken.

Da wir zum Sehen Licht brauchen, können wir im Elektronenmikroskop nichts erkennen. Der Elektronenstrahl kann aber auf einem fotografischen Film oder auf einem Leuchtschirm wie beim Fernsehapparat ein Bild erzeugen. Am Elektronenmikroskop ist ein kleiner Leuchtschirm angebracht, auf dem der Wissenschaftler das Objekt betrachten kann. Mit diesem Instrument werden mehr als 200 000fache Vergrößerungen erzielt. Eine Schwierigkeit beim Arbeiten mit dem Elektronenmikroskop besteht darin, daß die zu untersuchenden Gegenstände so dünn sein müssen, daß sie von dem Elektronenstrahl durchleuchtet werden können.

In jüngster Zeit wurde aus diesem

Was ist ein Elektronenmikroskop?

Gründe ein neues Gerät entwickelt, das Raster-Elektronenmikroskop, „Stereoscan“ genannt. Es bringt eine erhebliche Verbesserung. Das Untersuchungsobjekt wird bei diesem Gerät nicht von dem Elektronenstrahl durchleuchtet, sondern seine Oberfläche wird von einem ganz feinen Elektronenstrahl abgetastet, ähnlich wie ein Fernsehbild abgetastet wird. Die dabei erzielten Aufnahmen geben ein viel besseres, räumliches Bild, als man es bisher mit dem Elektronenmikroskop oder mit dem normalen Lichtmikroskop erhalten konnte.



Das neue Raster-Elektronenmikroskop, mit dem auch undurchsichtige Objekte stark vergrößert werden können. Es wird vor allem benutzt, um Oberflächenstrukturen kleiner Objekte in sehr starker Vergrößerung abzubilden.

Einer der größten Erfolge, der mit dem Elektronenmikroskop erzielt wurde, war die Sichtbarmachung der Viren, der kleinsten Lebewesen,

Wie dient das Elektronenmikroskop den Menschen?

die es gibt. Viren erregen viele Krankheiten, unter anderen Masern, Mumps, Windpocken, Blattern, Tollwut und Kinderlähmung. Das Elektronenmikroskop kann uns helfen, diese Krankheiten zu besiegen, weil es uns ermöglicht, mit Viren umzugehen und Versuche zu machen.



In dieser Reihe sind bisher erschienen:

- | | |
|--|--|
| Band 1 Unsere Erde | Band 36 Polargebiete |
| Band 2 Der Mensch | Band 37 Roboter und Elektronengehirne |
| Band 3 Atomenergie | Band 38 Prähistorische Säugetiere |
| Band 4 Chemie | Band 39 Magnetismus |
| Band 5 Entdecker | Band 40 Vögel |
| Band 6 Die Sterne | Band 41 Fische |
| Band 7 Das Wetter | Band 42 Indianer |
| Band 8 Das Mikroskop | Band 43 Schmetterlinge |
| Band 9 Der Urmensch | Band 44 Das Alte Testament |
| Band 10 Fliegerei | Band 45 Mineralien und Gesteine |
| Band 11 Hunde | Band 46 Mechanik |
| Band 12 Mathematik | Band 47 Elektronik |
| Band 13 Wilde Tiere | Band 48 Luft und Wasser |
| Band 14 Versunkene Städte | Band 49 Leichtathletik |
| Band 15 Dinosaurier | Band 50 Unser Körper |
| Band 16 Planeten und Raumfahrt | Band 51 Muscheln und Schnecken |
| Band 17 Licht und Farbe | Band 52 Briefmarken |
| Band 18 Der Wilde Westen | Band 53 Das Auto |
| Band 19 Bienen und Ameisen | Band 54 Die Eisenbahn |
| Band 20 Reptilien und Amphibien | Band 55 Das Alte Rom |
| Band 21 Der Mond | Band 56 Ausgestorbene Tiere |
| Band 22 Die Zeit | Band 57 Vulkane |
| Band 23 Von der Höhle bis zum
Wolkenkratzer | Band 58 Die Wikinger |
| Band 24 Elektrizität | Band 59 Katzen |
| Band 25 Vom Einbaum zum Atomschiff | Band 60 Die Kreuzzüge |
| Band 26 Wilde Blumen | Band 61 Pyramiden |
| Band 27 Pferde | Band 62 Die Germanen |
| Band 28 Die Welt des Schalls | Band 63 Foto, Film, Fernsehen |
| Band 29 Berühmte Wissenschaftler | Band 64 Die Alten Griechen |
| Band 30 Insekten | Band 65 Die Eiszeit |
| Band 31 Bäume | Band 66 Berühmte Ärzte –
besiegte Krankheiten |
| Band 32 Meereskunde | Band 67 Die Völkerwanderung |
| Band 33 Pilze, Farne und Moose | Band 68 Natur –
erforschen und präparieren |
| Band 34 Wüsten | |
| Band 35 Erfindungen | |

TESSLOFF VERLAG · HAMBURG