

Zeitschrift: Jahrbuch der Sekundarlehrerkonferenz des Kantons Zürich
Herausgeber: Sekundarlehrerkonferenz des Kantons Zürich
Band: - (1928)

Artikel: Die Mikroprojektion in der Sekundarschule
Autor: Schwarzenbach, Fritz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-819457>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Mikroprojektion in der Sekundarschule

von Fritz Schwarzenbach, Wädenswil.

In der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts gelang es, einfache Linsen herzustellen, die eine 160-fache lineare Vergrößerung ermöglichen. Freilich waren es nur stecknadelkopfgroße Glaskügelchen, und es braucht eine ungeheure Ausdauer und ein sehr gut ausgebildetes Beobachtungsvermögen, um damit Einzelheiten sehen zu können, wie sie der Holländer *Leeuwenhoek* bei der Untersuchung von Pflanzen, Tieren und von Teilen des menschlichen Körpers feststellte. Zur selben Zeit wurden aber auch die ersten zusammengesetzten Mikroskope, die aus zwei Linsen bestanden, verwendet, so z. B. durch den Engländer *Hooke*, der in seiner 1667 erschienenen „Micrographie“ den Aufbau der Pflanzen aus kleinen Teilen, die er Zellen nannte, wiedergab.*). In den folgenden 200 Jahren waren es nur wenige Forscher, die das Mikroskop systematisch zu ihren Untersuchungen verwendeten, meist waren es Liebhaber, die wahllos alle möglichen kleinen Gegenstände damit betrachteten. Erst im 19. Jahrhundert wurde das Mikroskop zum unentbehrlichen Hilfsmittel der Wissenschaft. Immer größere Bedeutung erlangte es, als man anfing, die Bedeutung der Spaltpilze zu erkennen und etwas später, als man begann, die Fortpflanzung der Lebewesen näher zu untersuchen, als man die Chromosomen entdeckte und nach und nach ihre Bedeutung für die Übertragung der Eigenschaften der Eltern auf ihre Nachkommen erkannte.

N. B. Diese Arbeit ist entstanden als Begleitwort zu der gemeinsam mit *R. E. Rellstab*, Sekundarlehrer in Wädenswil durchgeführten Darstellung der „Mikroprojektion im Unterrichte“ an der zürcherischen Schulausstellung 1927. Dort wurde versucht, durch die Zeichnung einer Mikroprojektionseinrichtung, Beispiele von Projektionen, und eine Reihe von Schülerarbeiten auf die Mikroprojektion als wertvolles Hilfsmittel aufmerksam zu machen. Wenn hier auch nur wenige Beispiele von den an der Ausstellung aufliegenden Schülerarbeiten wiedergegeben sind, zeigen sie doch besser als Worte, wie die Schüler unserer Stufe diese Aufgabe anpacken.

*) Nach Dannemann: Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und ihrem Zusammenhange. Engelmann, Leipzig, 2. Auflage, Bd. 2, S. 368. 1921.

Damit ergab sich auch für die Schule die Notwendigkeit, den feinen Bau der Lebewesen im Unterricht zu besprechen. *Wettstein* hat der Zürcherschule in seinen Tabellenwerken viele sehr wertvolle mikroskopische Übersichtsbilder vom Bau der Pflanzen, Tiere und Menschen gegeben. Im Verzeichnis der obligatorischen Apparate für den Unterricht in Physik und Chemie an den Sekundarschulen (Neuauflage Februar 1926) ist das Mikroskop als obligatorisches Lehrmittel gefordert. Es läßt sich zwar einwenden: Heute besitzen wir so viele sehr gute Darstellungen von mikroskopischen Objekten (Tabellen von *Wettstein*, Mikrophotographien, Diapositive von Mikrophotographien), daß uns die Verwendung des Mikroskops keinen Vorteil mehr bringt. Diese Bilder, denken wir nur an den Blattquerschnitt bei den Tabellen von *Wettstein*, sind meist so klar und übersichtlich, daß auch der geübte Mikroskopiker Mühe hat, Präparate herzustellen, die die Verhältnisse nur annähernd so klar zeigen. Wir dürfen nicht vergessen, daß diese Zeichnungen, besonders wo es sich um Übersichtsbilder handelt, das Produkt der Beobachtung und Kombination einer großen Anzahl von Einzelschnitten sind, die notwendig waren, um ein klares Bild zu schaffen. Wozu nun aber noch selber Präparate herstellen, oder fertige den Schülern zeigen, wenn wir die Sachen doch klarer und übersichtlicher im großen Bilde zeigen können? Hier kommen wir zum Kernpunkt der Frage. Wenn wir dem Schüler einen Flaschenkork zeigen, wenn wir dann vor seinen Augen ein dünnes Stück davon los schneiden und es ins Wasser auf den Objektträger legen, so prägt sich bei der Betrachtung des mikroskopischen Bildes die Wabenstruktur des Korkes dem Schüler viel besser ein, weil er ja die Herstellung des Präparates direkt verfolgen konnte. Geben wir ihm das fertige Bild, so sieht er wohl auch diesen wabigen Aufbau, aber es fehlt ihm der Zusammenhang zwischen diesem Bilde und zwischen dem Flaschenkork, wie er ihn sonst kennt. Das Wort vermag diese Lücke nicht genügend auszufüllen. Ebenso ist der Eindruck viel größer, wenn der Schüler einen Tropfen Blut von sich selbst oder von einem Mitschüler unter dem Mikroskop sieht, als wenn er nur die Figur im Lehrbuch oder die Zeichnung an der Wandtafel vor sich hat. Zudem bietet das Mikroskop manches, was auch ein noch so gutes Bild niemals bieten kann und wofür auch der Film nur ein notdürftiger Ersatz ist, das ist die Beobachtung von lebenden Algen und Bakterien oder von Infusorien oder

die Bewegung der Blutkörperchen in den Haargefäßen eines Fischschwanzes. Alle diese Bilder bergen Entdeckerfreuden in sich, wie wir sie auch haben, wenn wir eine seltene Blume finden oder unsere Waldtiere belauschen; jede dieser Entdeckungen wird für uns zu einem Erlebnis, das einen tiefen Eindruck hinterläßt.

Es ist also sicher, daß das Mikroskop in die Schule hinein gehört. Doch bietet seine Verwendung für Lehrer und Schüler allerlei Schwierigkeiten. Es wird kaum einer Sekundarschule möglich sein, so viele Mikroskope anzuschaffen, daß jeder Schüler damit selbständig arbeiten kann, die meisten Schulen müssen froh sein, wenn sie ein einziges, einigermaßen gutes Instrument anschaffen können. Es bleibt dem Lehrer also nichts anderes übrig, als ein frisch hergestelltes oder fertig gekauftes Präparat unter dem Mikroskop auf dem Fenstergesimse oder einem Tische einzustellen und in der Naturkundstunde oder einer Schreibstunde Schüler für Schüler hineingucken zu lassen. Es ist klar, daß dieser Betrieb allerlei Unzukömmlichkeiten mit sich bringt, z. B. folgende: Der Lehrer ist stark eingeengt in der Auswahl der Objekte, denn es lassen sich bei größerer Schülerzahl nur relativ wenige Präparate zeigen. Zudem kann er nur solche Dinge zeigen, bei denen das zu besprechende Objekt sofort eindeutig zu erkennen ist. Nun zeigen aber gerade die Frischpräparate sehr häufig irgend welche andern Einschlüsse, Erd- und Staubteilchen, Luftblasen usw., die es dem Schüler oft schwer machen, das Richtige zu erkennen. Ein Gebiet ist sogar fast vollständig ausgeschlossen für die direkte Betrachtung durch die Schüler, das ist die Beobachtung beweglicher Formen. Und doch sind dies gerade besonders dankbare Objekte. Hier haben wir doch ein Stück Tier- und Pflanzenleben vor uns, das wir auf andere Weise nicht beobachten können, hier sieht der Schüler in eine Welt hinein, die ihm sonst verschlossen ist. Er erblickt hier Formen, die in ihrem Aussehen und ihrer Lebensweise so ganz anders sind, als die höhern Tiere und Pflanzen. In einem Tropfen Wasser aus einem Tümpel oder einem Torfstich haben wir eine Welt vor uns, die von Menschen noch nicht beeinflußt ist, vergleichbar mit einem Stück Urwald, das von Menschen noch nicht betreten wurde. Hier können wir alle, auch der Schüler, Forscher- und Entdeckerfreuden erleben. Hier kommt der Schüler auch bald an die Grenze zwischen Tier- und Pflanzenwelt, zu jenen Formen, wo alle seine früheren Erkennt-

nisse versagen, wo die Pflanzen sich bewegen, wo Tiere angewachsen sind, wo auch die Ernährung sich auf ganz ähnliche Weise vollzieht. Hier erwacht in ihm von selbst der Gedanke, daß eigentlich alles Leben, sei es nun pflanzliches, tierisches oder menschliches wesensgleich ist, daß wir in den so verschiedenen äußern Formen, die wir bei höhern Lebewesen finden, nur verschiedene Ausgestaltungen desselben Lebens vor uns haben. Wohl vermittelt schon die Erkenntnis des zelligen Baues bei Pflanzen, Tieren und bei Menschen diese Erkenntnis, doch ist da die Betrachtung der einzelligen Lebewesen noch viel eindrucksvoller.

Eine weitere Schwierigkeit bei Frischpräparaten liegt darin, daß es nicht immer möglich ist, ein Objekt so auf den Objektträger zu legen, daß alle Teile gleichzeitig scharf erscheinen. Es ist auf unserer Stufe aber nicht möglich, jeden Schüler selbst verschieden hoch einstellen zu lassen, es wird also nicht möglich sein, solche Objekte richtig zu zeigen.

Ferner ist bei Einzelbeobachtung erfahrungsgemäß die Gefahr immer groß, daß der Schüler mit dem Augenrand auf das Okular drückt, sodaß sich die Einstellung ändert. In diesem Falle sehen die Folgenden das Bild natürlich nicht mehr scharf.

Die *Mikroprojektion* ermöglicht es uns nun, diese Nachteile zum größten Teile zu umgehen. Statt daß das Bild nur im Auge des Beschauers entsteht, werfen wir es auf die Leinwand oder auf einen Papierschirm und alle Schüler, oder wenigstens ein Teil davon können es gleichzeitig in Muße betrachten. Zudem kann nun der Lehrer zeigen, was er hervorheben will, er kann, falls das Mikroskop einen Kreuztisch besitzt, das Bild wechseln, er kann neue Stellen aufsuchen, wo eine bestimmte Eigenschaft deutlicher zu sehen ist. Er kann auch die Höheneinstellung ändern, um den Schülern die Raumvorstellung zu erleichtern. Für manche Objekte müssen wir oft viele Präparate herstellen, um eine Stelle aufzufinden, wo die betreffende Erscheinung mit einer Einstellung überblickt werden kann, denken wir an bestimmte Haarformen von Pflanzenblättern, an Blattquerschnitte usw. Die Mikroprojektion erlaubt nun dem Lehrer, in solchen Fällen die Einstellung zu ändern, damit der Schüler alle Stellen des Präparates einmal scharf sieht. Erst durch Mikroprojektion wird es dem Lehrer möglich, den Schülern auch bewegliche Objekte zu zeigen. Er kann mit einiger Übung einzellige Tiere oder Pflanzen bei

ihren Bewegungen verfolgen, sei es nun ein Spaltpilz, eine kriechende Amöbe oder eine Euglena, ein Wimpertierchen oder von mehrzelligen Tieren ein Krebs oder ein Wurm. Alle diese Lebewesen sind für die Schüler stets von hohem Interesse, besonders wenn er das Ausgangsmaterial sieht, das oft so unansehnlich und schmutzig erscheint.

Auch die Mikroprojektion hat ihre Nachteile und ihre Grenzen. In erster Linie ist da die große Helligkeitsabnahme bei der Benutzung von stärkern Vergrößerungen zu erwähnen. Projizieren wir mit starken Objektiven wie z. B. den Trocken-systemen $30\times$ oder $40\times$ oder gar mit einem Immersions-system, so beträgt die Projektionsdistanz nur noch $\frac{1}{2}$ bis 3 Meter. Es ist aber auch so noch möglich, das Bild wenigstens einem halben Dutzend Schülern gleichzeitig zu zeigen und sie auf das Wesentliche aufmerksam zu machen. Es lassen sich auf diese Weise doch noch lebende Spaltpilze, Amöben und Wimpertierchen zeigen. Nach unsren Erfahrungen sind aber gerade das sehr dankbare Gruppen, die dem Schüler großen Eindruck machen, wenn er sie in Bewegung sieht. Für totes Material oder fertige Präparate ist aber in solchen Fällen die Einzelbetrachtung wohl vorzuziehen.

Ein weiterer Nachteil ist auch die Änderung der Farbe, die durch das Bogenlicht hervorgerufen wird. Bei stärkerer Vergrößerung geht die grüne Farbe in gelbgrün über. Wir zeigen deshalb immer noch einzelne einfache Objekte direkt unter dem Mikroskop.

Vergleichen wir Vor- und Nachteile, so kommen wir zum Schluß, daß die Mikroprojektion gegenüber der Einzelbetrachtung durch das Mikroskop für den Unterricht große Vorteile bietet, wenn sie auch letztere nicht vollständig zu ersetzen vermag. Beide Arten der Betrachtung müssen sich ergänzen.

Versuche mit Mikroprojektion im Unterrichte.

Vom Februar 1927 an wurden in mehreren Klassen Versuche über den Einfluß der Mikroprojektion unternommen. In der Regel handelte es sich um gleichzeitige oder spätere zeichnerische Wiedergabe des mikroskopischen Bildes. Alle Versuche wurden so ausgeführt, daß die Schüler vor der zeichnerischen Wiedergabe nur das mikroskopische Bild sahen. Es wurde also keine Skizze an die Wandtafel gemacht, ebenso wurde nie auf Bilder im Lehrbuche oder anderswo hingewiesen vor dem Zeichnen. Die Beurteilung der Arbeiten wurden von E.

Rellstab und mir gemeinsam ausgeführt. Wo es sich um Vergleiche von Klassen handelte, wurde, um eine vorurteilsfreie Korrektur zu ermöglichen, eine Mischung der Blätter vorgenommen (Namen der Schüler auf der Rückseite). Die Beurteilung erfolgte in der Regel nach folgenden drei Gruppen: Gute Arbeiten (Note 5 bis 6), genügende Arbeiten ($3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$), ungenügende Arbeiten (3 und weniger). Es ist klar, daß bei manchen Arbeiten die Grenze zwischen zwei Gruppen nicht leicht zu bestimmen war, häufig wurden die Arbeiten deshalb zweimal durchgesehen, bevor eine Zusammenstellung der Resultate erfolgte. Wesentliche Meinungsdifferenzen in bezug auf die Beurteilung ergaben sich nur selten, durch Vergleich mit andern Arbeiten wurden sie meist rasch erledigt. Für die Versuche standen uns zur Verfügung:

1 Zeiß Mikroskop, gr. Stativ, apochromatische Objektive

1 Leitz " " " " "

Die Versuche wurden nach folgenden drei Gesichtspunkten ausgeführt:

1. Vergleichung von Mikroprojektion und Einzelbeobachtung.
2. Versuche über den Einfluß der Zeit auf das Erinnerungsbild.
3. Versuche zur Feststellung der Verwendungsmöglichkeit der Mikroprojektion.

1. Vergleichung von Mikroprojektion und Einzelbeobachtung.

Vorbemerkungen: Die Versuche mit Mikroprojektion wurden im Physikzimmer, diejenigen mit Einzelbeobachtung meist im Klassenzimmer ausgeführt. In der Zusammenstellung der Resultate bedeuten die Buchstaben neben der Bezeichnung der Klasse den Namen des Lehrers, der den Versuch durchführte (R. = Rellstab, S. = Schwarzenbach). Es zeigen sich bei einer Reihe von Versuchen mit dem gleichen Objekte bei Mikroprojektion starke Unterschiede zwischen zwei Parallelklassen, die davon herrühren, daß der eine Lehrer beim Vorweisen diese Einzelheit stärker betonte, der andere jene. Die Arbeiten der beiden Klassen sind in solchen Fällen natürlich nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar. Für die Vergleichung kommen daher vor allem die Klassen a und c in Frage, die beim selben Lehrer Unterricht haben.

Um die beiden Klassen Ia und Ic in bezug auf ihre durchschnittliche Leistung zu vergleichen, wurden die beiden Präparate „Jahrring der Föhre“ und „Fadenalge“ mit Mikro-

projektion unter möglichst gleichen Bedingungen gezeigt. Es ergaben sich dabei folgende Resultate:

1. Jahrring der Föhre.

A. Übersichtsbild	gut	genügend	ungenügend	Total	Durchschnittsnote der Klasse
15. 6. 27 Ia S.	4	17	10	31	3,8
15. 6. 27 Ic S.	11	16	4	31	4,2
B. Einzelheit (Ausschnitt)					
15. 6. 27 Ia S.	6	7	18	31	3,3
15. 6. 27 Ic S.	5	15	11	31	3,7

2. Fadenalge.

A. Übersichtsbild	gut	genügend	ungenügend	Total	Durchschnittsnote der Klasse
15. 6. 27 Ia S.	19	12	0	31	5,0
15. 6. 27 Ic S.	16	15	0	31	4,7
B. Ausschnitt					
15. 6. 27 Ia S.	21	10	0	31	4,9

Die Korrektur wurde hier mit Zahlen von 1—6 durchgeführt. Es ergab sich dabei für die Klasse a ein Durchschnitt von 4,23, für c ein solcher von 4,39, also eine Differenz von etwa 5 %. Diese liegt aber noch innerhalb der Fehlergrenze, noch weiter ausgedehnte Versuche würden wohl ergeben, daß zwischen beiden Klassen kein wesentlicher Unterschied besteht. Einen Anhaltspunkt dafür gibt uns auch die weiter hinten stehende Zusammenstellung 13. Dort hatten beide Klassen dieselbe Aufgabe und dieselbe Vorbereitung, doch arbeitete die Klasse a etwas besser als die Klasse c.

Einen Vergleich der beiden Klassen IIa und IIc ergibt die weiter unten folgende Darstellung 17 vom Borstenwurm, es zeigt sich dort, daß beide Klassen beinahe gleich arbeiten.

Zusammenstellung von Versuchsresultaten zur Vergleichung von Mikroprojektion und Einzelbeobachtung:

3. Flaschenkork (siehe Fig. 1).	gut	genügend	ungenügend	Total
31. 5. 27 Ib R. Mikroprojekt.	12	14	6	32
30. 5. 27 Ic S. „	8	18	4	30
1. 6. 27 Ia S. Einzelbeobacht.	1	17	14	32

**4. Untere Epidermis des Blattes
der Taglilie.**

A. Übersicht (siehe Fig. 2).	gut	genügend	ungenügend	Total
8. 6. 27 Ic S. Mikroprojekt.	17	10	4	31
11. 6. 27 Ia S. Einzelbeobacht.	5	16	10	31

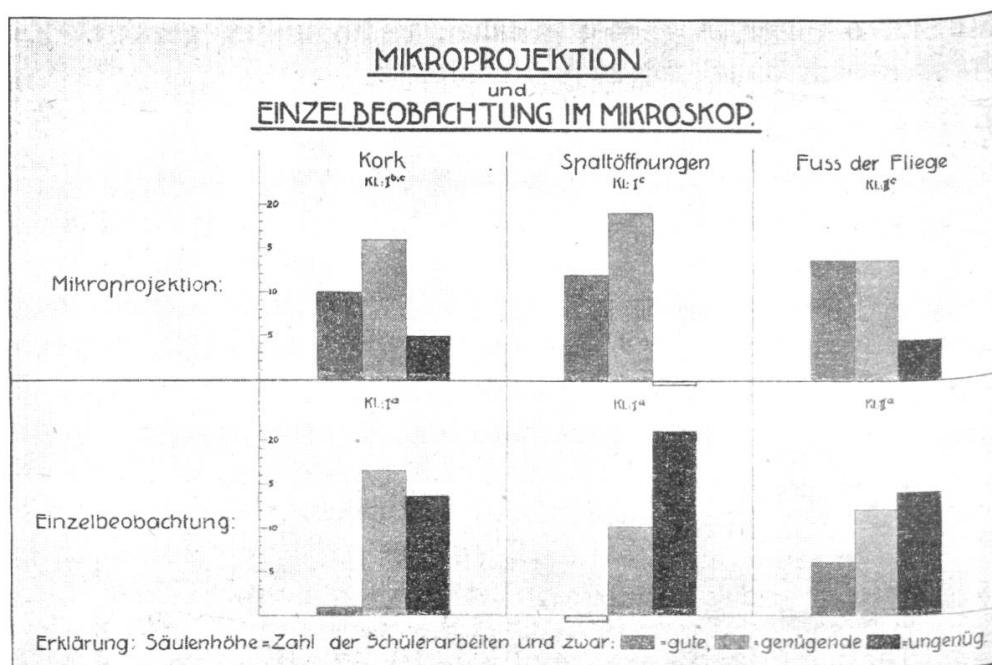


Fig. 1. Vergleich von Schülerarbeiten bei Mikroprojektion und bei Einzelbeobachtung. Zeichnung von E. Rellstab.

B. Einzelne Spaltöffnung (Fig. 1 u. 2)				Total
	gut	genügend	ungenügend	Total
8. 6. 27 I c S. Mikroprojekt.	12	19	0	31
11. 6. 27 I a S. Einzelbeobacht.	0	10	21	31

5. *Fuss der Stubenfliege* (Fig. 1).

14. 6. 27 II c S. Mikroprojekt.	12	12	4	28
16. 6. 27 II a S. Einzelbeobacht.	6	12	14	32

6. *Brennhaare der Brennessel* (Fig. 5).

13. 6. 27 I a S. Mikroprojekt.	17	13	2	32
12. 6. 27 I c S. „	14	14	2	30
13. 6. 27 I b R. Einzelbeobacht.	5	12	15	32

7. *Spitze des Brennhaares.*

13. 6. 27 I c S. Mikroprojekt.	9	20	2	31
do. Einzelbeobacht.	4	18	9	31

8. *Blütenstaub der Föhre.*

2. 6. 27 I b R. Mikroprojekt.	12	15	5	32
11. 6. 27 I c S. „	15	16	0	31
8. 6. 27 I a S. Einzelbeobacht.	13	17	2	32

9. *Blattoberhaut der Taglilie.*

1. 6. 27 I b R. Mikroprojekt.	2	17	13	32
2. 6. 27 I b S. „	7	17	8	32
2. 6. 27 I c S. Einzelbeobacht.	12	16	3	31

Versuche 3—5 zeigen eine klare Förderung der Leistung bei Verwendung von Mikroprojektion. Zu 6 ist zu bemerken, daß hier Mikroprojektion und Einzelbeobachtung nicht beim selben Lehrer ausgeführt wurden. Doch war das Brennhaar bei der Einzelbeobachtung sehr schön zu sehen im Mikroskop, sodaß wir dieses Resultat wohl mit dem der andern beiden Klassen vergleichen dürfen.

Bei 7 wurde der Versuch gemacht, dasselbe Objekt erst nach Einzelbeobachtung, nachher nach Mikroprojektion zeichnen zu lassen. Ein Vergleich der ersten und zweiten Arbeit ergab:

Ein Fortschritt ließ sich erkennen bei 16 Arbeiten

Ungefähr gleich blieben	13	"
Schlechter waren	2	"

Es zeigt sich also eine gewisse Verbesserung der Arbeiten, doch ist sie nicht so groß, wie man vielleicht erwarten könnte. Ein Teil des Fortschrittes läßt sich zudem noch darauf zurückführen, daß die Schüler das Bild zum zweiten Male sahen und zeichneten. Doch zeigt gerade ein genauer Vergleich, daß beim zweiten Male viele Schüler nicht mehr vom ersten Bilde loskamen, auch wenn es unrichtig war und sie bei der zweiten Beobachtung reichlich Zeit hatten, das Objekt zu studieren und ihr Gedächtnisbild der Wirklichkeit anzupassen. Das bestätigt natürlich die alte Forderung des Anschauungsunterrichtes, daß der erste Eindruck, den ein Schüler von einem Gegenstand erhält, möglichst richtig sein soll.

8 und 9 zeigen zwei Versuche, bei denen die Mikroprojektion keinen Fortschritt brachte, einmal arbeitete Ia bei Einzelbeobachtung ebensogut wie die beiden andern Klassen mit Mikroprojektion, das andere Mal lieferte Ic bei Einzelbeobachtung ein bedeutend besseres Resultat als die Parallelklassen bei Mikroprojektion. Es handelt sich in beiden Fällen um Objekte, die leicht zu zeichnen waren, weil sich deren Formen dem Gedächtnis leicht einprägen. Bei 9 kommt noch hinzu, daß Ia vorher noch kein Bild mit Mikroprojektion gesehen hatte, die Darstellung des Korkes, die vorausgegangen war, erfolgte auf Grund von Einzelbeobachtung. Ic hatte aber unmittelbar vorher den in manchem ähnlichen Flaschenkork mit Mikroprojektion gesehen und gut gezeichnet, sodaß sich bei den meisten ein richtiges Bild der Zellformen eingeprägt hatte.

Spaltöffnungen in
der untern Epid. d.
Blattes der Taglilie
Frischpräparat
in Wasser
I. Kl.

Fig. 2 a

Beste Arbeit bei
Vorweisung mit
Mikroprojektion

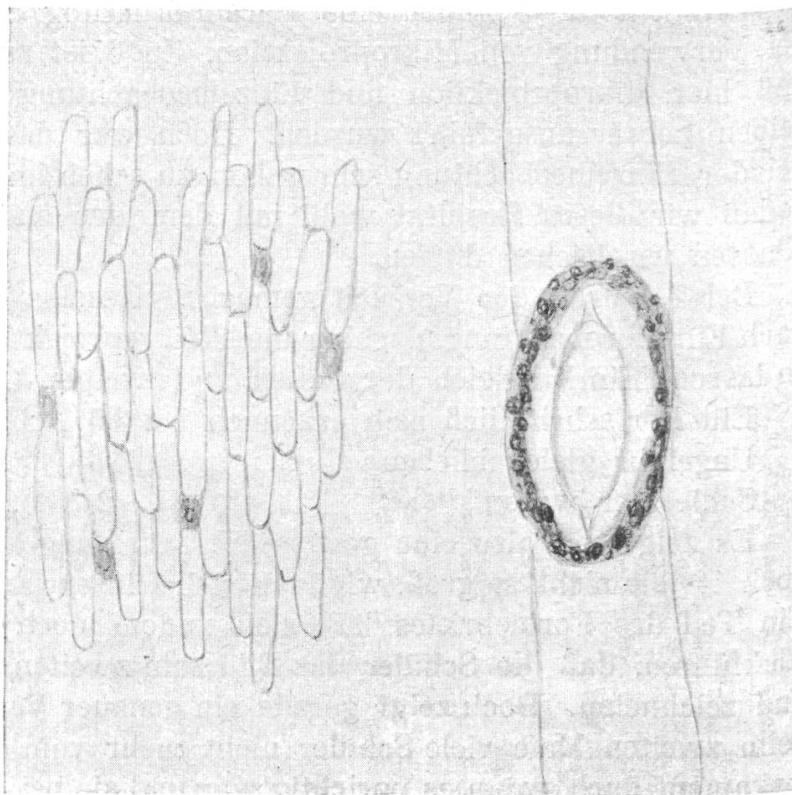
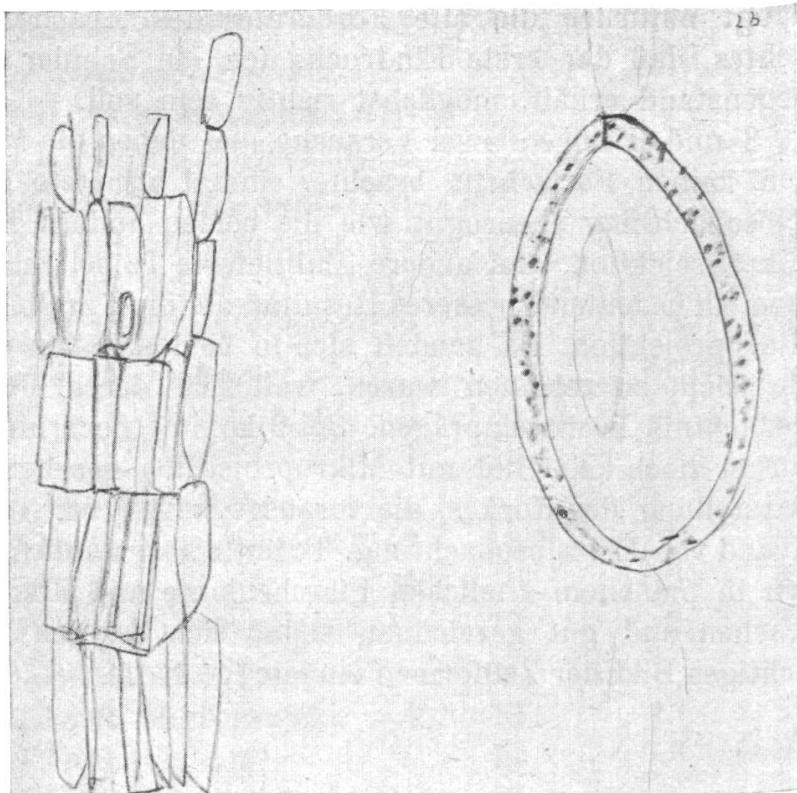


Fig. 2 b

Schlechteste
Arbeit bei
Mikroprojektion



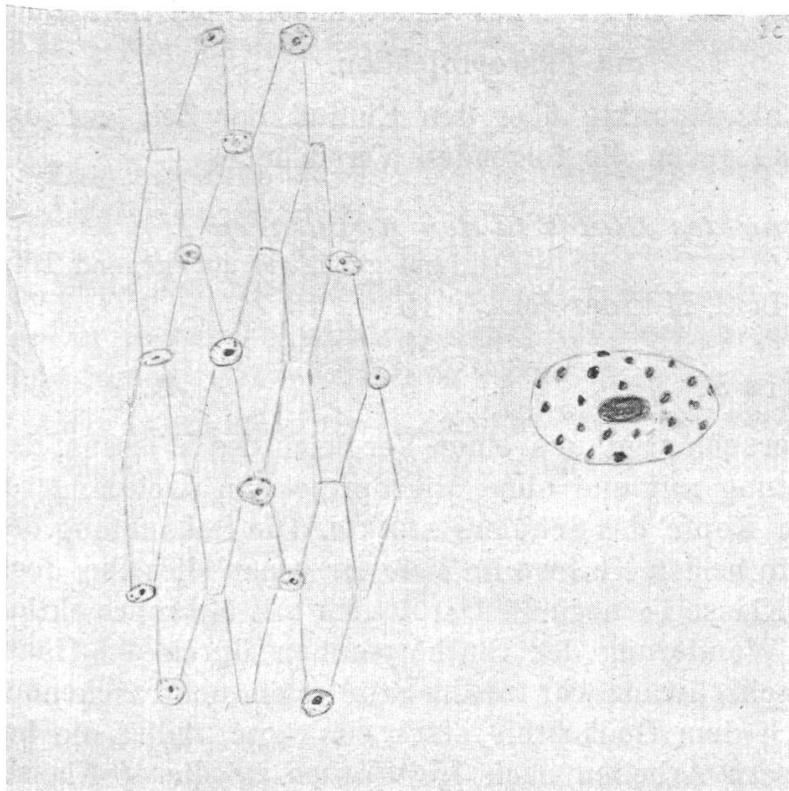


Fig. 2 c

Beste Arbeit bei
Einzelbeobacht.

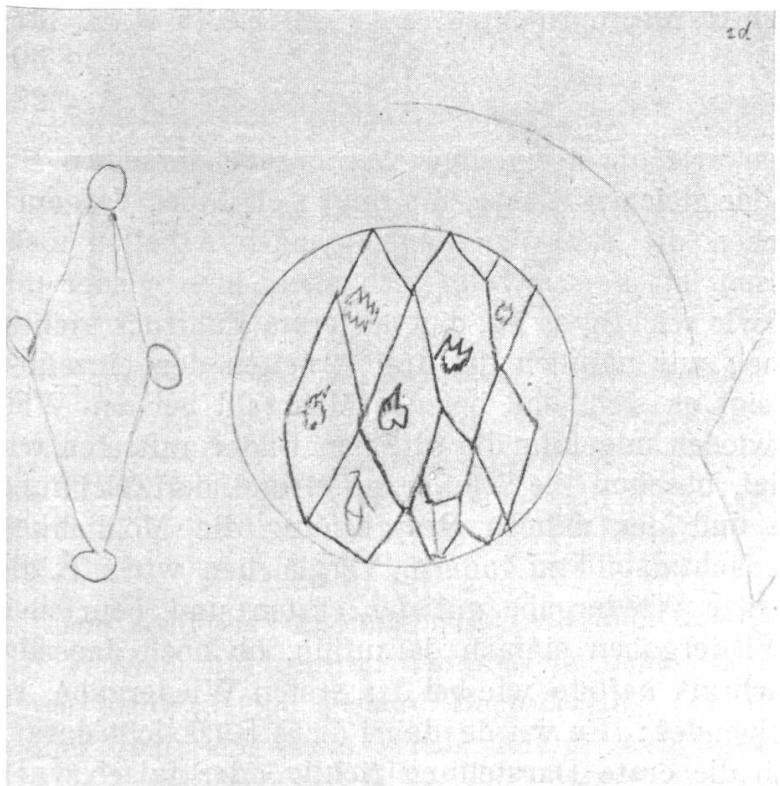


Fig. 2 d

Schlecht. Arbeit
bei Einzelbeob-
achtung

2. Der Einfluß der Zeit auf das Gedächtnisbild bei Darbietung mit Mikroprojektion.

Einige Anhaltspunkte über den Einfluß der Zeit auf das Gedächtnisbild geben die folgenden Versuche:

10. Bewegung des Blutes in den Kapillaren I.

		gut	genügend	ungenügend	Total
28. 2. 27 Ic S.	Mikroprojekt.	15	13	1	29
14. 6. 27		10	14	5	29
14. 6. 27 Ia S.		5	7	21	33

Dieser Versuch zeigt uns einen Vergleich des Wissens, das nach Darbietung mit und ohne Mikroprojektion nach längerer Zeit noch im Kopfe des Schülers steckte. Die Behandlung des Stoffes war in beiden Klassen im Februar genau dieselbe, doch kam bei der Klasse Ic noch die Darbietung mit Mikroprojektion hinzu. Die Wanderung der Blutkörperchen durch die Haargefäß im Fischschwanz war für die Schüler ein überraschendes Bild, das sich dem Gedächtnis stark einprägte, daher die bedeutend bessern Arbeiten nach 15 Wochen in dieser Klasse.

11. Bewegung des Blutes in den Kapillaren II.

		gut	genügend	ungenügend	Total
28. 2. 27 Ib R.	Mikroprojekt.	8	17	6	31
30. 3. 27		5	18	7	30
10. 6. 27		4	16	9	29

Hier haben wir die dreimalige Wiedergabe derselben Beobachtung in der gleichen Klasse. Es zeigt sich dabei, daß auch nach 15 Wochen die Zahl der ungenügenden Arbeiten nicht stark gewachsen ist. Ferner zeigt sich auch hier wieder mit aller Schärfe, wie wichtig es ist, daß der erste Eindruck richtig ist. Vergleichen wir nämlich die drei Arbeiten der einzelnen Schüler, so zeigt es sich, daß bei der Mehrzahl bei den Wiederholungen wieder ungefähr die gleichen Bilder auftreten wie beim erstenmal, obschon die Schüler auf Grund der Zeichnung im Lehrbuch und der nähern Besprechung die Möglichkeit hatten, ihr Gedächtnisbild zu ändern. Vergleichen wir z. B. die zweite und dritte Wiedergabe mit der ersten und beurteilen die späteren Wiedergaben einfach daraufhin, ob noch dasselbe Bild im Gedächtnis haftete wie bei der ersten Wiedergabe, so ergibt sich folgendes: (Es wurde dabei nicht Rücksicht darauf genommen, ob die erste Darstellung richtig oder falsch war).

		gut	genügend	ungenügend	Total
Ib R. 4 Wochen nach der 1. Darst.	15	17	8	4	29
"	" 1.	16	11	3	30
Ic S. 15	" 1.	16	9	4	29

Das erste Bild ist also von den meisten auch am Schlusse wiedergegeben worden.

12. Blut des Menschen.

Der Klasse Ib wurde das Blut mit Mikroprojektion gezeigt ohne irgendwelche Erklärung dazu.

Aufgabenstellung: „Zeichnet, was ihr vor euch seht!“

Nach 4 und 6 Wochen ließ man die Zeichnung nochmals wiederholen.

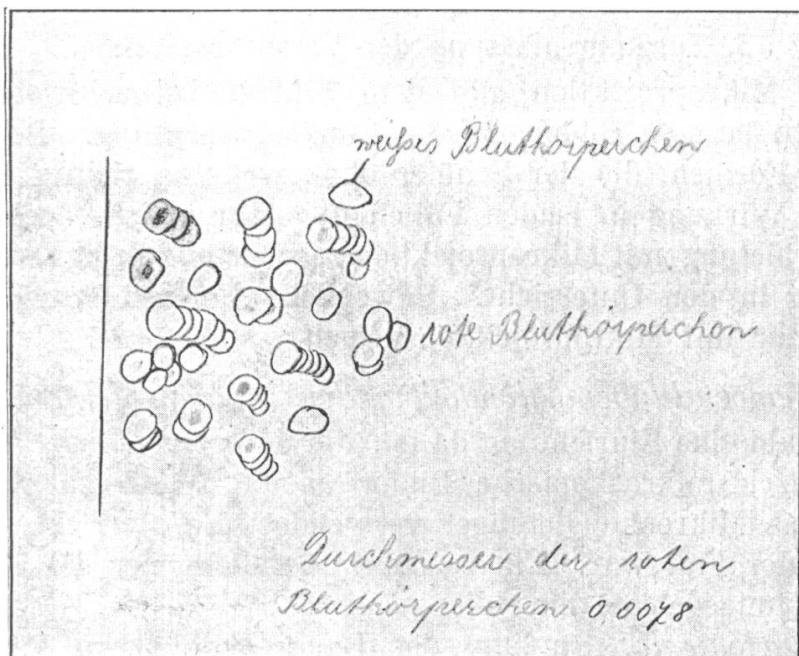


Fig. 3. **Blut des Menschen.** Frischpräparat. I. Kl.

		gut	genügend	ungenügend	Total
21. 2. 27 Ib R. Mikroprojektion	10	15	3	28	
24. 3. 27	15	11	2	28	
14. 6. 27	6	13	5	24	

Die Zahl der ungenügenden Aufgaben ist also auch nach 16 Wochen nur gering. Unmittelbar nach der ersten Wiedergabe erfolgte eine genaue Besprechung der Blutkörperchen, daher zeigt die erste Wiederholung mehr gute Arbeiten als die Wiedergabe unmittelbar nach der Beobachtung.

		gut	genügend	ungenügend	Total
23. 2. 27	Ia S. Mikroprojektion	27	10	0	37
14. 6. 27		10	14	7	31

Die erste Wiedergabe war nach der Besprechung und Vorweisung erfolgt, sodaß keine ungenügenden Arbeiten abgegeben wurden. Das Gedächtnisbild verwischte sich nach und nach etwas, doch war auch nach 6 Wochen die Zahl der ungenügenden Arbeiten nicht allzugroß. Das beruht aber nicht nur auf der Wirkung der Mikroprojektion, sondern vor allem auch darauf, daß das Blut und die Blutkörperchen bei mehreren Gelegenheiten nachher wieder besprochen worden waren. So lieferte eine Klasse, welche das Bild des ruhenden Blutes überhaupt nicht unter dem Mikroskop gesehen hatte, nach 16 Wochen ebensogute Resultate.

3. Zusammenfassung der Versuchsresultate.

Die Mikroprojektion gibt dem Schüler bei schwierigeren Objekten bessere Bilder als die Einzelbeobachtung. Bei einfachen Formen, die der Schüler ohne weiteres richtig erfaßt, ist die Wirkung in beiden Fällen ungefähr gleich, doch geht die Darbietung mit Mikroprojektion rascher und bringt weniger Störung in den Unterricht. Bewegliche Formen lassen sich meist nur mit Mikroprojektion zeigen.

Verwendungsmöglichkeiten der Mikroprojektion.

Sobald eine Einrichtung da ist, die es erlaubt, zweckmäßig und rasch mikroskopische Bilder an die Wand zu werfen, wird das Mikroskop häufiger verwendet im Unterricht, als es bisher der Fall war. Ein rascher Überblick über die Hauptverwendungsgebiete mag dies zeigen.

Pflanzenwelt: Studium des Baues der höhern Pflanzen durch Vorweisung von Längs- und Querschnitten durch Stengel, Holzteile, Wurzeln, Blätter und Blüten. Betrachtung von Blütenstaub und Samenanlagen. Farnsporen usw. Einige typische Vertreter der niedern Pflanzen: Faden- und Kugelalgen, Pilze, Spaltpilze usw. Fig. 2, 4—6.

Tierwelt: Insekten, Blutsauger, Pflanzenschädlinge wie z. B. Blattlaus, Blutlaus. Wichtige Teile von Insekten wie z. B. Stachel der Honigbiene, Fuß der Fliege, Spinnwarze der Spinne, Fäden vom Kokon des Seidenspinners. Vorweisung von einigen Vertretern der mikroskopischen Tierwelt, z. B. Krebse aus dem Plankton der Seen und Flüsse, einige niedrige Würmer, Trichine etc. Einzelne Vertreter der einzelligen Tiere. Fig. 7.

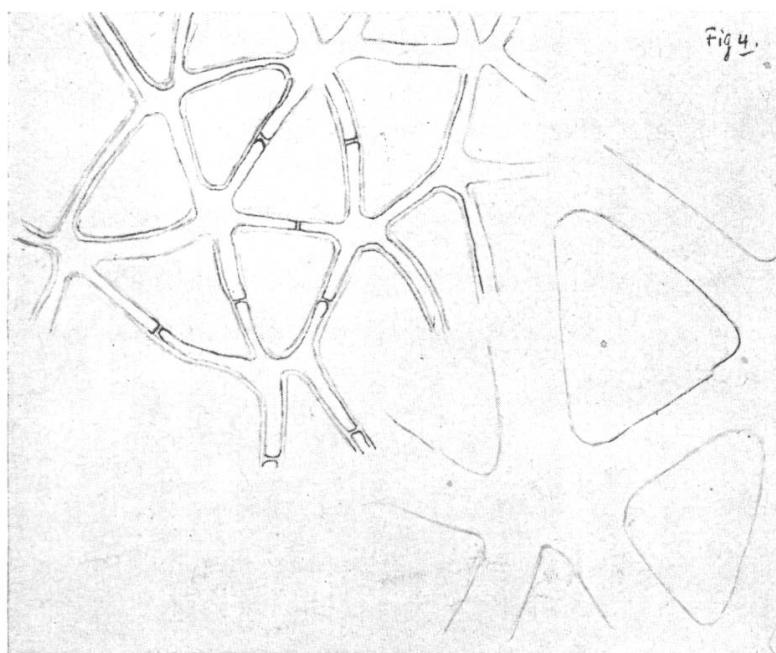


Fig. 4. **Markgewebe aus dem Stengel der Binse.** Dauerpräparat. I. Kl.

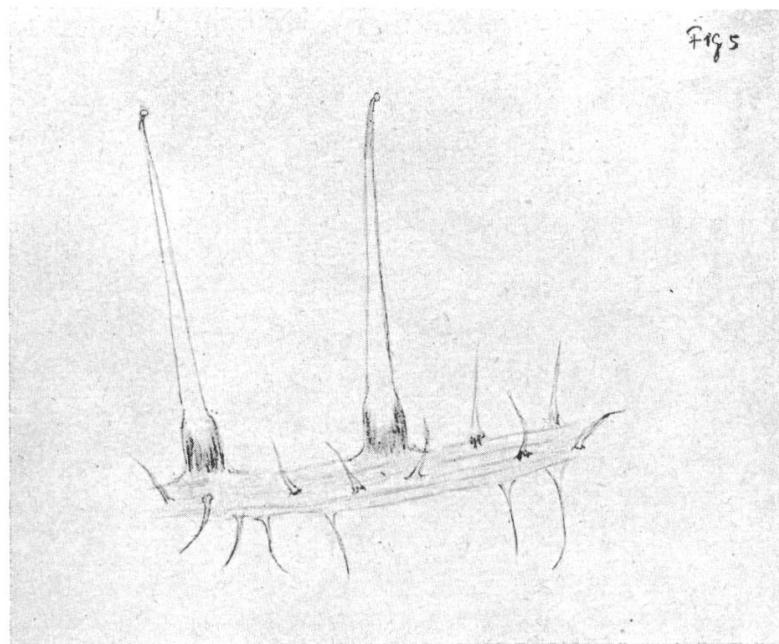


Fig. 5. **Brennhaare der Brennnessel.** Frischpräparat in Wasser. I. Kl.

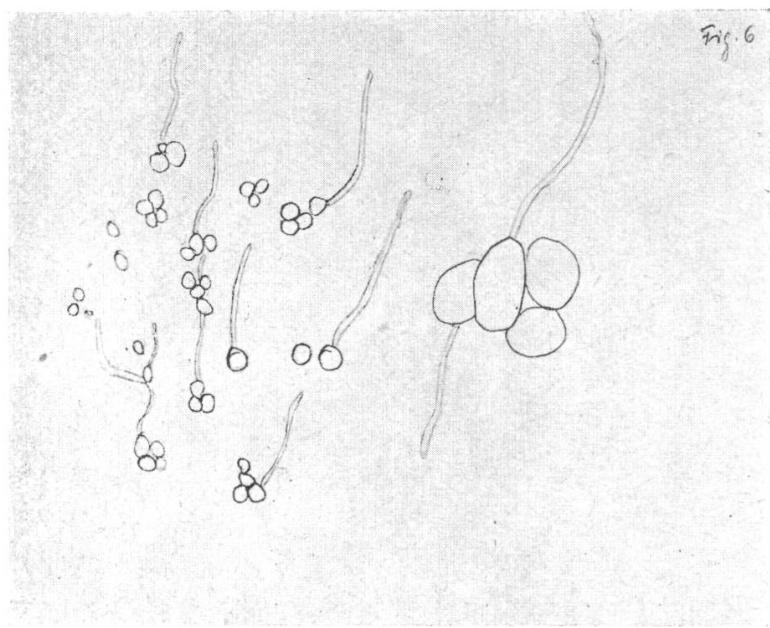


Fig. 6. **Keimender Pollen vom roten Fingerhut.**
Frischpräparat. Pollen 12 Stunden in 10% Rohrzuckerlösung. I. Kl.

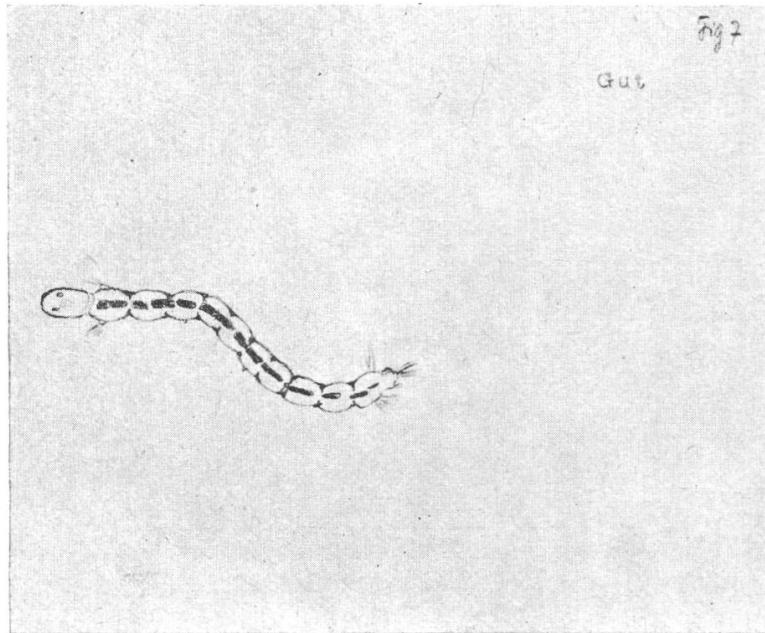


Fig. 7. **Borstenwurm.** Frischpräparat. (Wasser aus dem Zürichsee)
Würmer lebend, in Bewegung. II. Kl.

Mensch: Bau des Knochens, Zahnentwicklung, Muskel, Nervenzellen, Rückenmark und Gehirn, Zunge, Riechhaut, Netzhaut, Darmzotten, Blut, Lunge, Niere, Haut. Fig. 3.

Chemie: Kristallisation. Fig. 8.

Natürlich kommen bei der Behandlung des menschlichen Körpers vor allem Fertigpräparate in Frage.

Zur Belebung sind einige Wiedergaben von Schülerarbeiten beigefügt, mit einigen Angaben über die Art der Durchführung. Es handelt sich dabei um eine Reihe von Versuchen mit dem

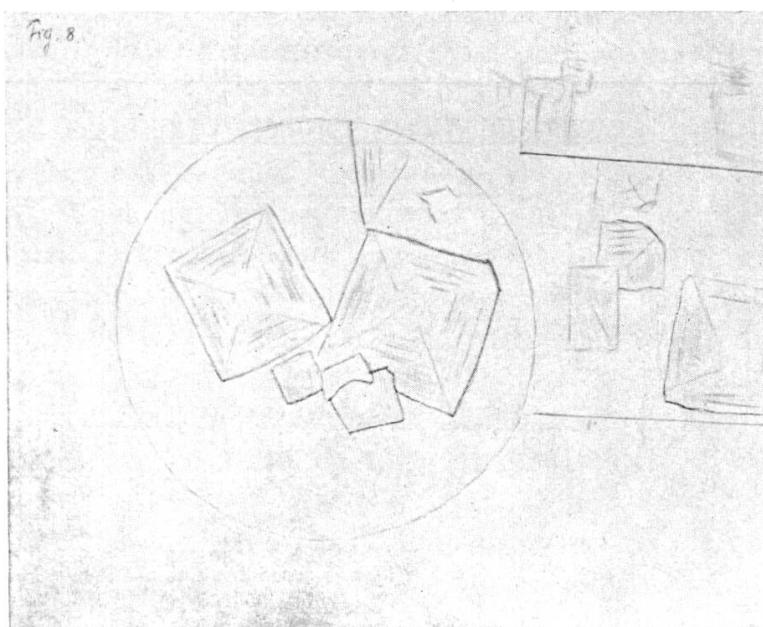


Fig. 8. Entstehung von Kaliumchloratkristallen.* III. Kl.

Zweck, an einzelnen Objekten zu prüfen, ob und wie weit sie sich für unsere Stufe eignen.

Es ist dabei zu berücksichtigen, daß manche Objekte von unsrern Schülern ganz gut verstanden werden, daß aber ihre zeichnerische Darstellung schwer ist. Das muß bei der Beobachtung dieser Figuren und bei der Durchführung von Versuchen wohl beachtet werden. Besonders gilt dies für bewegte Formen, wie z. B. den Borstenwurm in Fig. 7 oder die Entstehung eines Kristalls (Fig. 8). Dieser Vorgang läßt sich in der Zeichnung nur schwer ausdrücken, doch fesselte er die Schüler in hohem Maße.

*) Herstellung des Präparates: In einen Tropfen Wasser auf dem Objektträger werden einige Kristalle von $KClO_3$ gegeben und zwar mehr, als das Wasser aufzulösen vermag. Erwärmung des Präparates und dadurch Auflösung der übrigen Kristalle. Auflegen des Deckglases und Beobachtung der Kristallbildung beim Abkühlen.

Anwendung der Mikroprojektion im Unterricht.

Die Mikroprojektionseinrichtung sollte so zur Verfügung stehen, daß der Apparat direkt in der Stunde verwendet werden kann, in der das Objekt besprochen wird. So weit dies möglich ist, sollen Frischpräparate verwendet werden, die der Lehrer vor den Augen der Schüler herstellt. Dies ist besonders im Anfangsunterricht in der Botanik leicht möglich und hier sollte es auf alle Fälle durchgeführt werden, um dem Schüler die Eigenheiten des mikroskopischen Bildes klar zu machen.

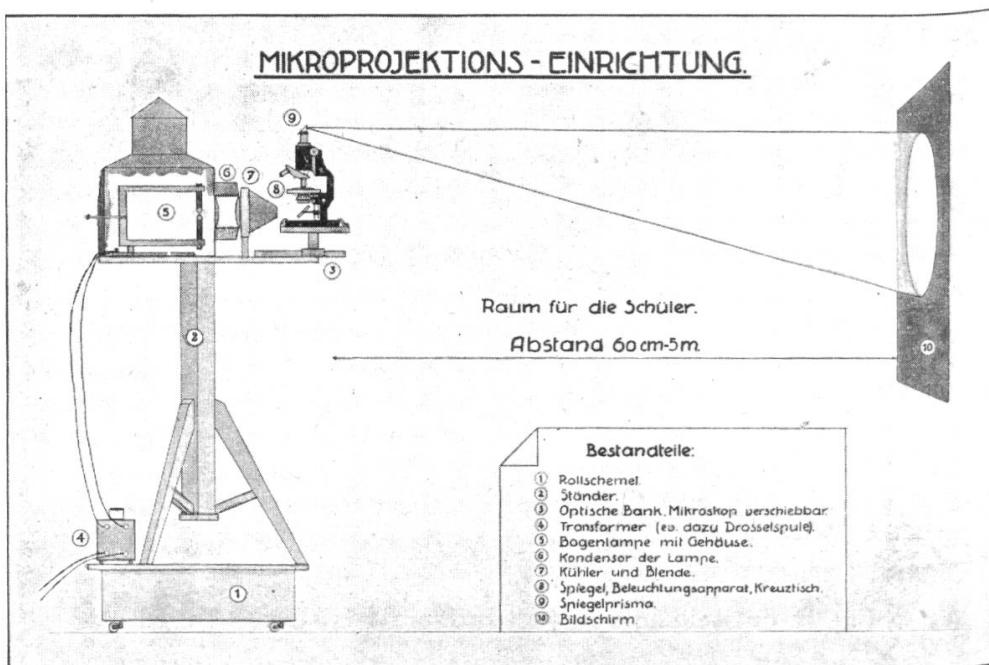


Fig. 9. Schema einer Mikroprojektionseinrichtung.

Zeichnung von E. Rellstab.

Schwierigere Präparate fertigt man besser vor der Stunde an, oder man verwendet Dauerpräparate. Die Beobachtungen sind sofort nach der Betrachtung zu zeichnen, 5-10 Minuten genügen meist dazu. Dadurch erreichen wir eine bedeutend bessere Betrachtung des Bildes, die Schüler lernen auf Einzelheiten achten, solche Darbietungen prägen sich dadurch viel eher ein. Es sind vor allem klare, übersichtliche Objekte auszuwählen, gleichsam Typenbilder. Lieber weniger, aber gute Objekte, als ein Vielerlei, das den Schüler verwirrt.

Anforderungen an Apparate für Mikroprojektion.

Die Frage, welcher Apparat sich für unsere Stufe am besten eignet, kann noch nicht entschieden werden, denn bisher wurden solche Einrichtungen vor allem für Hoch- und Mittelschulen geschaffen, die andere Ansprüche daran stellen, als die Sekundarschule. Es wird da erst noch der Erfahrungen an Schulen mit ganz verschiedenen Verhältnissen bedürfen, um zu entscheiden, was für uns am besten paßt. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen ergeben sich folgende Forderungen an eine Mikroprojektionseinrichtung:

1. Sie soll die Projektion von Frisch- und Dauerpräparaten ermöglichen. Für Frischpräparate ist ein wagrechter Tisch nötig.
2. Die Lichtquelle muß punktförmig und genügend stark sein. Die Projektion lebender Objekte erfordert eine Kühlvorrichtung. Wird ein Mikroskop verwendet mit Winkelprisma, so muß das Mikroskop mit einem Beleuchtungsapparat versehen sein, für stärkere Vergrößerungen.
3. Es soll die Möglichkeit da sein, die Vergrößerungen rasch wechseln zu können.
4. Der Objektträger soll leicht verschoben werden können, besonders für bewegliche Formen (Kreuztisch).

Manches vorhandene Mikroskop läßt sich wohl mit wenigen Ergänzungen mit einem Projektionsapparat mit Bogenlampe zu einer brauchbaren Mikroprojektionseinrichtung zusammenstellen.
