Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung
Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein
Band: 105 (1960)
Heft: 35

Heft

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: 28.07.2025

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

SCHWEIZERISCHE

LEHRERZEITUNG

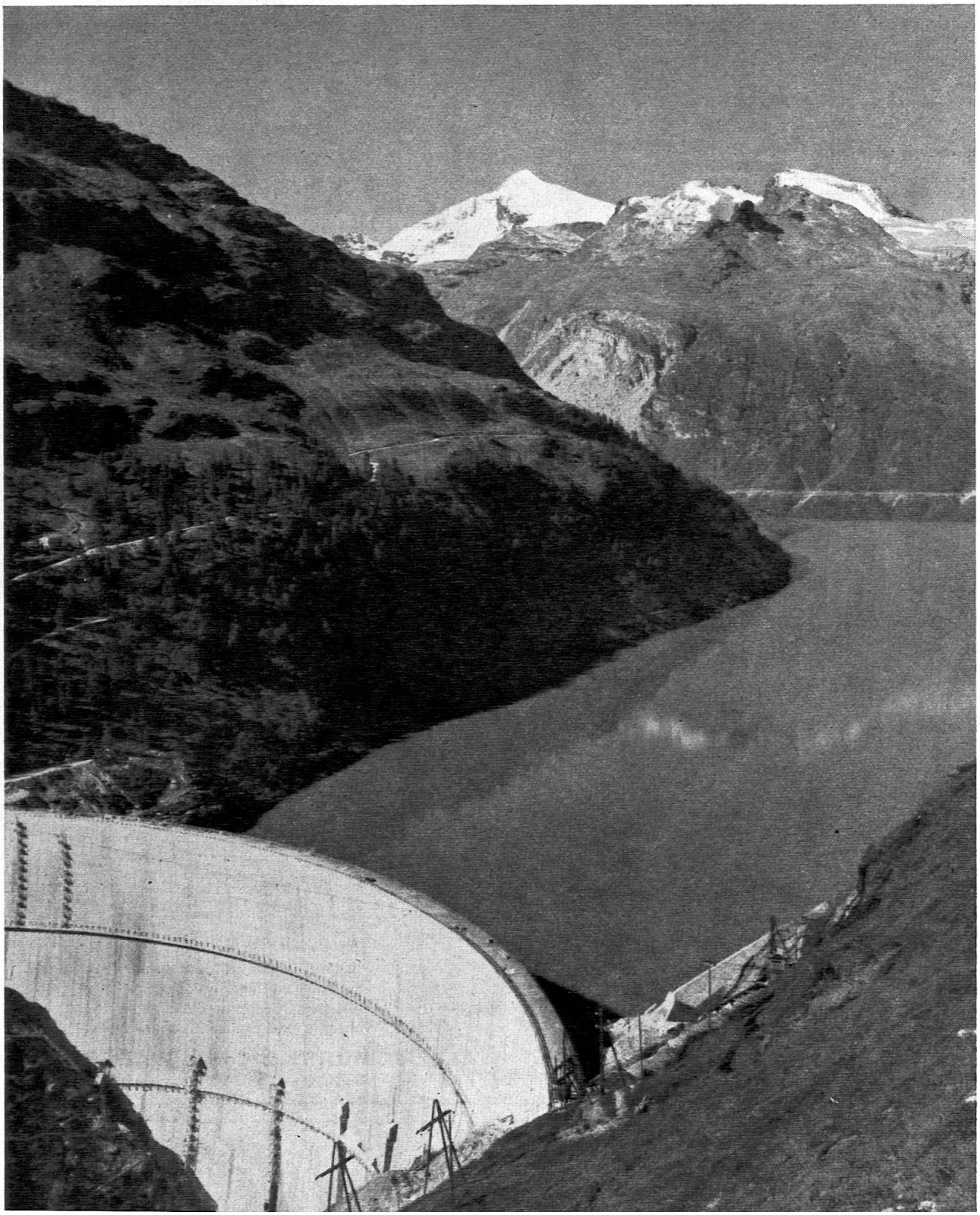
ORGAN DES SCHWEIZERISCHEN LEHRERVEREINS

35 | 105. Jahrgang | Seiten 941 bis 980 | Zürich, den 26. August 1960 | Erscheint freitags

Sonderheft über Physik, insbesondere Elektrizität im Unterricht

Stausee Zervreila (siehe Seite 958 dieses Heftes)

Klischee aus «Terra Grischuna» · Photo H. Rostetter, Ilanz



SCHWEIZERISCHE LEHRERZEITUNG

Inhalt

105. Jahrgang Nr. 35 26. August 1960 Erscheint freitags

Sonderheft: Physikunterricht auf der Pflichtschulstufe
Von der Apparatekommission des SLV
Elektrophysik auf der Volksschulstufe
Reglerbügeleisen und Thermorelais
Sicherungsautomaten
Vom siedenden Wasser zum Dampfkochtopf
Vorschriften zum Strahlenschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht der Gymnasien
Der Stausee Zervreila
Glossen zur Welt der Schule
Friedrich Silcher (1789–1860)
Kantonale Schulnachrichten: Baselland

Beilagen

Zeichnen und Gestalten (6mal jährlich)
Redaktor: Prof. H. Ess, Hadlaubstrasse 137, Zürich 6, Telephon 28 55 33

Das Jugendbuch (6mal jährlich)
Redaktor: J. Haab, Schlösslistrasse 2, Zürich 44, Telephon 28 29 44

Pestalozzianum (6mal jährlich)
Redaktion: Hans Wymann, Beckenhofstrasse 31, Zürich 6, Tel. 28 04 28

Der Unterrichtsfilm (4mal jährlich)
Redaktor: Dr. G. Pool, Nägelistrasse 3, Zürich 44, Telephon 32 37 56

Der Pädagogische Beobachter im Kanton Zürich (1- oder 2mal monatlich)
Redaktor: Hans Künzli, Ackersteinstrasse 93, Zürich 10/49, Tel. 42 52 26

Musikbeilage, in Verbindung mit der Schweiz. Vereinigung für Hausmusik (6mal jährlich)
Redaktoren: Willi Gohl, Schützenstrasse 13, Winterthur; Alfred Anderau, Greifenseestrasse 3, Zürich 50

Redaktion

Dr. Martin Simmen, Luzern; Dr. Willi Vogt, Zürich
Büro: Beckenhofstrasse 31, Postfach Zürich 35, Telephon (051) 28 08 95

Administration, Druck u. Inseratenverwaltung

Conzett & Huber, Druckerei und Verlag, Postfach Zürich 1, Morgartenstrasse 29, Telephon 25 17 90

Versammlungen

(Die Einsendungen müssen jeweils spätestens am Montagmorgen auf der Redaktion eintreffen.)

LEHRERVEREIN ZÜRICH

Lehrerturnverein. Montag, 29. August, 18.30 Uhr, Sihlhölzli Halle A, Leitung: Dr. E. Strupler. Ausschnitt aus einem Quartalsprogramm.

Lehrerinnenturnverein. Dienstag, 30. August, 17.45 Uhr, Sihlhölzli Halle A, Leitung: Dr. E. Strupler. Ausschnitt aus einem Quartalsprogramm.

Lehrerturnverein Limmattal. Montag, 29. August, 17.30 Uhr, Schwimmbad Schlieren, Leitung: A. Christ. Schwimmen. Bei schlechtem Wetter Turnen im Kappeli. Auskunft ab 14 Uhr Telephon 11.

Lehrerturnverein Oerlikon und Umgebung. Freitag, 26. August, 17.30 Uhr, Turnhalle Liguster, Leitung: Max Berta. Freiübungen 2. Stufe Knaben und Mädchen. Anschliessend Spiel. – Freitag, 2. September, 17.30 Uhr, Turnhalle Liguster, Leitung: Max Berta. Freiübungen 3. Stufe Knaben und Mädchen. Anschliessend Spiel.

AFFOLTERN a. A. *Lehrerturnverein.* Freitag, 2. September, 17.45 Uhr, Turnhalle Affoltern a. A. Mädchenturnen 2./3. Stufe, Schwungschule, Ballstafetten, Korbball.

BASELLAND. *Lehrergesangverein.* Samstag, 27. August, 14.00 Uhr, im «Ziegelhof», Liestal. Gemischtchorprobe.

BÜLACH. *Lehrerturnverein.* Freitag, 26. August, 17.15 Uhr, Turnhalle Hinterbirch, Bülach. 1. Lektion Knaben 3. Stufe. 2. Orientierung über die Durchführung der Leistungsprüfung. 3. Korbball. – Freitag, 2. September, 17.15 Uhr, Sekundarschulturnhalle Bülach. Lektion 2. Stufe Knaben (Einführung in die neue Knabenturnschule).

HINWIL. *Lehrerturnverein.* Freitag, 26. August, 18.15 Uhr, in Rüti. Persönliches Training an Reck und Bock. – Freitag, 2. September, 18.15 Uhr, in Rüti. Beispiel eines Quartalzieles und dessen Erarbeitung: Jägerball 2. Stufe.

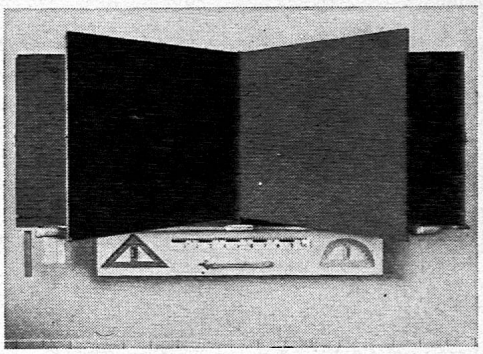
PFÄFFIKON ZH. *Lehrerturnverein.* Montag, 29. August, 17.30 Uhr, in Pfäffikon. Knabenturnen 2. Stufe; Spiel.

Lehrergesangverein. Freitag, 26. August, 19.30 Uhr, Hohe Promenade. Probe. – Freitag, 2. September, *19.00 Uhr*, Hohe Promenade. Sängerversammlung und Probe.

USTER. *Lehrerturnverein.* Montag, 29. August, 17.50 Uhr, in Uster, Krämeracker. Uebungen und Messungen der Leistungsprüfung; Spiel.

WINTERTHUR. *Lehrerverein.* Mittwoch, 31. August, 14.00 Uhr, Schulhaus Heiligberg. Zeichenkurs Prof. Ess. Theoretische Einführung. Alle Teilnehmer.

Lehrerturnverein. Montag, 29. August, 18.15 Uhr, Turnhalle Schönengrund. Spiel- und Uebungsformen in der Laufschulung.



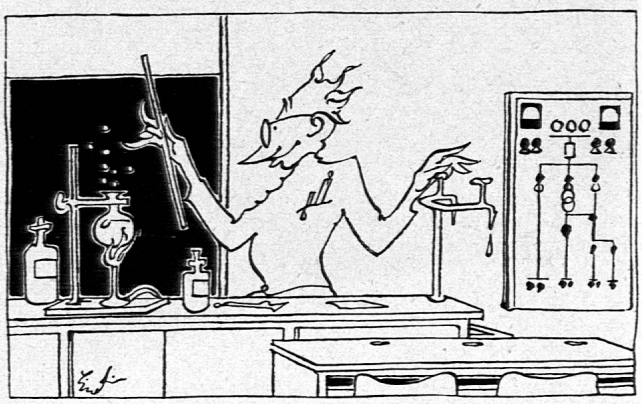
Schultische, Wandtafeln

liefert vorteilhaft und fachgemäss die Spezialfabrik

Hunziker Söhne, Schulmöbelfabrik AG, Thalwil

Tel. (051) 92 09 13 Gegründet 1876

Lassen Sie sich unverbindlich beraten

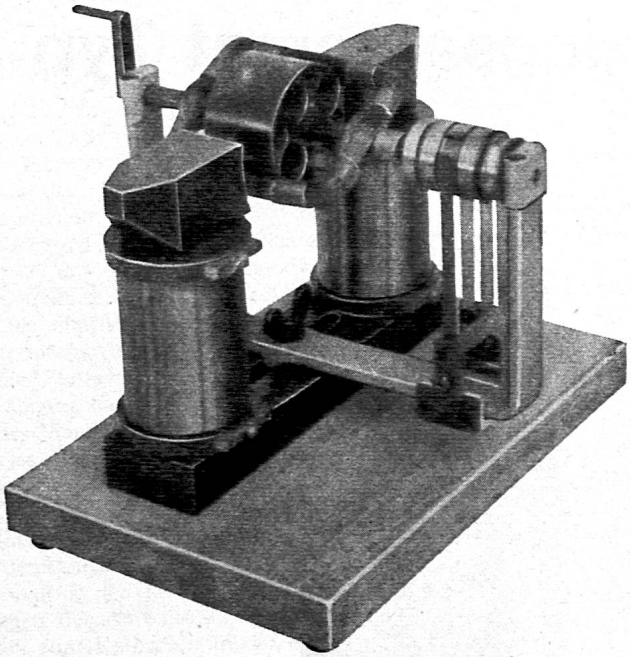


Erste Spezialfirma für Planung und Fabrikation von:

Physik-, Chemie- und Laboreinrichtungen,
Hörsaal-Bestuhlungen, Zeichentische,
Elektrische Experimentieranlagen
Fahrbare und Einbau-Chemiekapellen

ALBERT MURRI & Co. — WABERN-Bern

Parkstrasse 25 Telephon (031) 5 39 44



Eine Schweizer Berufsschule
arbeitet für die Schweizer Schulen!

Demonstrationsapparate für den Physik-Unterricht

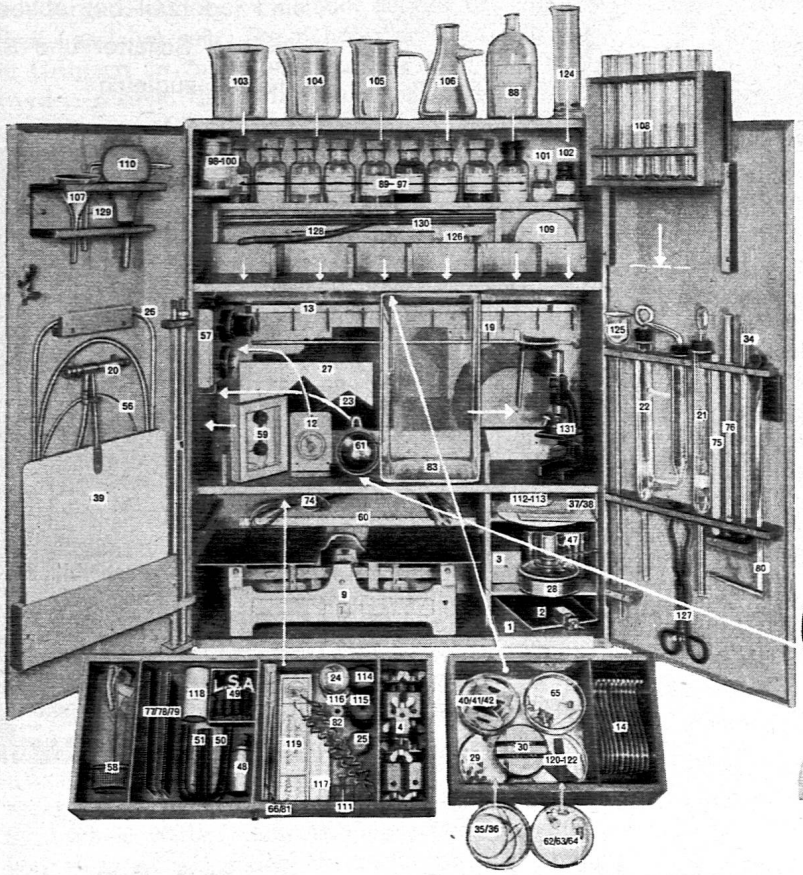
hergestellt durch die **Metallarbeiterschule Winterthur,** sind **Qualitätserzeugnisse,** zweckmässig, vielseitig und klar und gestalten den Unterricht lebendig und interessant.

Wir liefern sozusagen alle von der Apparatekommission des SLV empfohlenen Apparate und Zubehörteile.

Verlangen Sie unseren Spezialkatalog oder den unverbindlichen Besuch unseres Vertreters. — Die Apparate können auch in unserem Demonstrationsraum in Herzogenbuchsee besichtigt werden.

ERNST INGOLD & CO. HERZOGENBUCHSEE

Das Spezialhaus für Schulbedarf — Fabrikation und Verlag



Die MATEX - Ausrüstung

vom Erziehungsdepartement des Kantons Waadt offiziell geschaffen

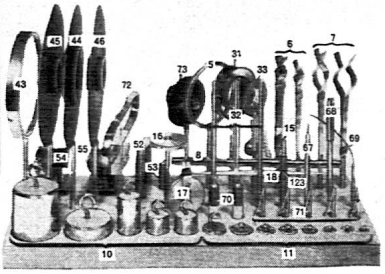
insgesamt 204 Geräte und Zubehör, wovon 131 verschiedenartige **über 300 physikalische, chemische und biologische Grundexperimente ermöglichen.**

Eine reichillustrierte Ringbuch-Gebrauchsanweisung mit auswechselbaren Blättern beschreibt jedes Experiment.

Preis: Fr. 750.—

für öffentliche Schweizer Schulen. Ueber 800 Ausrüstungen bereits in Gebrauch.

MATEX ist ein erprobtes Material und genügt allen Erfordernissen des Experimentierunterrichts.



Office d'Electricité de la Suisse romande OFEL Lausanne Grand-Pont 2 ✆ (021) 22 90 90

Verlangen Sie unverbindlich alle Unterlagen über die MATEX-Ausrüstung oder eine ausführliche Demonstration mit Film

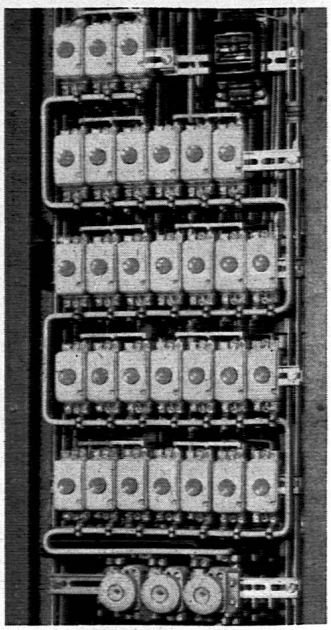
Sicherungsautomat Typ SL

0,25 0,5 1 2 4 6 10 15 A 380 V

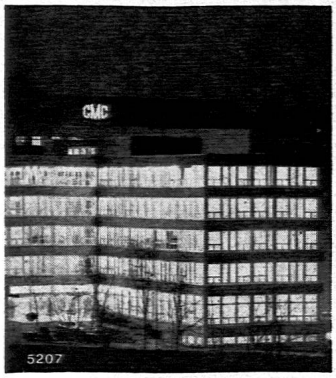
Ein Fingerdruck bringt wieder Licht!

Der CMC-Sicherungsautomat ist die zeitgemässe Sicherung

CMC-Sicherungsautomaten sind jederzeit betriebsbereit und Schalter und Sicherung zugleich



Moderne Bauten werden heute mit CMC-Sicherungsautomaten ausgerüstet



Carl Maier & Cie Schaffhausen

Fabrik elektrischer Apparate und Schaltanlagen Telephon 053 / 5 61 31

CMC

Physikunterricht auf der Pflichtschulstufe

Von der Apparatekommission des SLV

Als Studiengruppe der *Kommission für interkantonale Schulfragen* — der «Kofisch» — vor zehn Jahren gegründet, hat sich diese Institution vortrefflich bewährt, was auch ihr in der Nummer 29/30 veröffentlichter Rapport im «Jahresbericht des SLV» bezeugt. Es hat sich seither eingebürgert, dass die Mitglieder der gröstsenteils aus Delegierten der Erziehungsdirektionen aller Kantone bestehenden Apparatekommission, vor allem jene der engeren Kommission, des *Ausschusses,* u. a. jedes Jahr ein oder zwei Sonderhefte der SLZ zusammenstellen und damit Anregungen über den heute so wichtigen Physikunterricht vermitteln. Besonders erfreulich ist dabei, dass auch die Art und Weise, wie die *elementaren Grundlagen* unterrichtlich erläutert werden, zur Sprache kommt, ebenso, dass konkrete Verwendungsarten der in den Dienst des Menschen gestellten Naturkräfte dargestellt werden, um sie den Schülern der Pflichtschulstufen fassbar nahezubringen. Beides kommt in diesem Heft zur Geltung.

Ohne unmittelbaren Zusammenhang mit den Arbeiten der Apparatekommission folgt anschliessend noch ein in letzter Stunde eingegangener Bericht zum Problem des Unterrichts der *Kernphysik,* der die Oberstufe der Mittelschulen angeht, aber wegen des Aufbaus des ganzen Faches in engen Beziehungen zum Unterricht in der elementaren Physik steht.

Im Namen der Leser sei für die folgenden Beiträge den Autoren der beste Dank ausgesprochen, vor allem dem Präsidenten der Apparatekommission, Herrn *Hans Neukomm,* Vorsteher der Knabenrealschule in Schaffhausen, der mit fachkundiger Umsicht die Sammlung der Aufsätze besorgte.

Gleichzeitig haben wir Gelegenheit, dieses Sonderheft über Physik mit einer naturwissenschaftlichen Beilage privaten Herkommens zu bereichern — wir verweisen auf den Schluss des Blattes. Es wird dort über den Kleinbildprojektor im naturwissenschaftlichen Unterricht und über Zubehör und Hilfsmittel für Versuche und Demonstrationen in Physik, Chemie und Biologie berichtet. Fraglos sind die hier vorgestellten Hilfsmittel vorwiegend für höhere Stufen vorgesehen, zu einem guten Teil aber kommen sie auch im elementaren Physikunterricht in Frage. In Verbindung mit der Firma Perrot AG in Biel haben wir einen Sekundarlehrer, der auf dem speziellen Gebiete versiert ist, ersucht, gelegentlich in einem besonderen Aufsatz die Auswertung der vorgestellten Apparaturen im elementaren Physikunterricht zu beschreiben. Dieser Artikel wird später erscheinen. Wir empfehlen den Interessenten, die vorliegende Nummer 35 der SLZ bis dahin aufzubewahren. *Sn*

Elektrophysik auf der Volksschulstufe

Berühren verboten! So wurde vor Jahren Physik gelehrt. Auf einem grossen Experimentiertisch wurden Demonstrationsapparate aufgestellt, an denen die physikalischen Probleme und Gesetze gezeigt wurden.

Wie ganz anders wird (oder sollte!) der Unterricht heute gestaltet sein. Die Schüler arbeiten miteinander in Gruppen an zusammengestellten Tischen. Probleme werden gestellt, die dann durch Uebungen im Denken erarbeitet werden. Dazu braucht es Material, das jeder Gruppe zur Verfügung gestellt wird.

Alle Apparate und Bestandteile müssen leicht verständlich, möglichst offen mit sichtbaren Verbindungen gebaut sein.

Sie sollen aber auch mit den technischen Apparaten im praktischen Leben in Einklang stehen. Es ist sicher nicht richtig, irgendein «Gebilde» zusammenzustellen, das sich schliesslich dreht und dann mit «Motor» bezeichnet wird. Der Unterricht darf nicht in ein Zusammensetzspiel ausarten, sondern er muss so gestaltet sein, dass er die innern Zusammenhänge bietet, die zum *Erfassen des Problems* führen. Spielzeuge sind kein Unterrichtsmaterial, sie gehören unter den Weihnachtsbaum.

Die neue Schule hat sich von der alten Methode und Führung losgelöst. Trotzdem ist sie nicht traditionslos, denn sie knüpft an gute Ueberlieferungen an. Sie erstarrt nicht, sondern gewinnt ihre dynamischen Kräfte aus dem sich immer wandelnden Leben.

Unaufhörlich stürmen Schlagzeilen, Jazz und Motorenlärm auf unsere heranwachsende Jugend ein. Eine Folge davon ist die Ueberreizung von Auge und Ohr, wodurch nicht selten eine passive Haltung erwächst, die zur Stumpfheit werden kann. All diese Nebenerscheinungen können nur überwunden werden, wenn es dem Lehrer und Erzieher gelingt, belauschtes Leben in die Schulstube zu tragen, wenn er den Unterrichtsstoff als Mittel zur Förderung des Werdens junger Leute ansieht. Miterleben und Aktivsein sind Wege und Ziele, die den Leistungswillen einer reifenden Jugend in rechte Bahnen leiten. Der Lehrer der Oberstufe hat bewusst die bildenden Stoffgebiete auszuwählen und die Kräfte der Schüler planmässig zu entwickeln.

Wir lernen durch Tun. — Ein Stoffgebiet gründlich und nach allen Seiten durchdacht als gemeinsame Arbeit einer Klasse, die in Gruppen aufgeteilt ist, erfordert für die Erschliessung etwas mehr Zeit, als wenn der Lehrer den Stoff vorträgt. Der kürzere Weg vermittelt *Wissen,* der längere macht aber *Wissende,* die sich durch Forschen, Denken, Fragen und Nachsinnen den Stoff frei, ohne Zwang einprägen. Der Lehrer muss den Mut zur Lücke aufbringen. Der Vertiefung des Stoffes dient das warnende Prinzip: Weniger wäre mehr! In einer solchen Schulstube tritt an Stelle der Passivität die lebendige Ordnung. Die Schüler haben das Wort. Sie müssen sich klar ausdrücken lernen, sie müssen fragen und antworten, suchen und pröbeln, und der Lehrer, als anerkannte Autoritätsperson, wird zum Schiedsrichter dieses lebendigen, aber disziplinenten Geschehens.

Mit einfachen Apparaten in der Hand des Schülers beginnt ein emsiges Schaffen und Selbsterleben.

Nun greifen wir aus der Fülle der Probleme einige heraus.

Was ist Elektrizität?

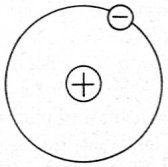
Elektrizität stammt vom griechischen Wort *Elektron,* ein versteinertes Harz, das die meisten von uns unter dem Namen *Bernstein* kennen. Mit einem Wolltuch gerieben, wird es in einen geheimnisvollen Zustand versetzt und vermag kleine, leichte Papierschnitzel anzuziehen. Dieser Zustand wird als *elektrisch* bezeichnet.

Die neueste Erforschung der Elektrizität gründet sich auf die Vorgänge in den kleinsten Bausteinen der Stoffe, nämlich in den *Atomen*.

Jeder Stoff ist aus sehr kleinen Teilchen, Atome genannt, aufgebaut.

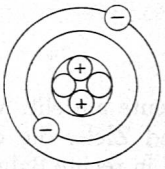
Der kleinste Teil eines zusammengesetzten Stoffes heisst *Molekül* (lat. molecula = Körnchen). So besteht ein Molekül Kochsalz aus einem Atom Natrium (Na) und einem Atom Chlor (Cl) = Natriumchlorid.

Trotz seiner ausserordentlichen Kleinheit ist jedes Atom ähnlich gebaut wie das Sonnensystem. Es enthält einen positiv geladenen Atomkern (= «Sonne»), um den sich in kreisförmigen Bahnen winzig kleine negativ elektrisch geladene Teilchen (= «Planeten») bewegen, die *Elektronen* heissen.



Je nach Stoffart ist die Zahl der Elektronen verschieden.

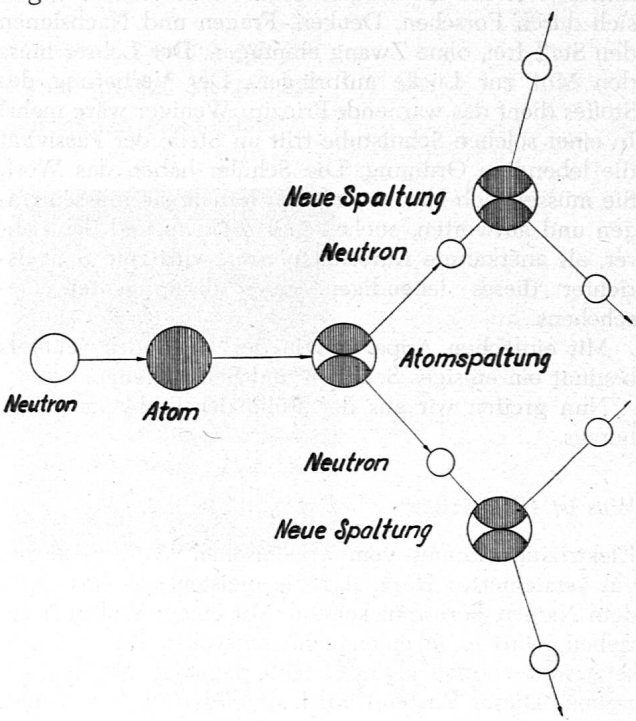
Der Atomkern besteht aus positiv geladenen *Protonen* und aus elektrisch neutralen Teilchen oder *Neutronen*. So besteht der Kern des Heliumatoms (Edelgas) aus 2 Protonen und 2 Neutronen, und in der Elektronenhülle kreisen 2 Elektronen, wie Fig. 2 zeigt.



Wenn positive Teilchen vom Kern abgespaltet werden, so ändert sich die Atomart und somit auch der Stoff.

Heute können Atome auf physikalischem Wege sogar zertrümmert werden, wobei eine Kernspaltung eintritt.

Wird ein Atom (z. B. ein Uranatom) mit einem *Neutron* «beschossen», so spaltet sich der Kern. In diesem Zustand sendet er neue *Neutronen* aus, wie Fig. 3 veranschaulicht.



Prallen diese Neutronen auf benachbarte Atomkerne, so spalten sich diese wieder, und es entsteht eine *Kettenreaktion*, welche zur *Atomenergie* führt.

In gewissen Stoffen, die man Leiter nennt, z. B. in Metallen, können sich ausser den *Bahnelektronen*, die um den Kern kreisen, noch *freie* Elektronen bewegen, die der Anziehungskraft des Atomkerns enthoben sind. *Diese Elektronen sind die Träger der Elektrizität.*

Was ist Strom?

Um die innern Zusammenhänge zwischen Strom — Spannung — Widerstand näher kennenzulernen, wollen wir einmal annehmen, wir Schüler seien x-fach vergrösserte *Elektrizitätsteilchen* oder «*Elektronen*». Nun nimmt Hans eine Peitsche und jagt uns zur Schulstube hinaus. Der erste Schüler, welcher die Peitsche zu spüren bekommt, drückt impulsartig auf den folgenden, und die «Elektronen» beginnen sich zu bewegen. Dieser Impuls, welcher sich in Wirklichkeit mit einer ungeheuren Geschwindigkeit fortpflanzt, nämlich mit 300 000 km pro Sekunde, heisst *Spannung*. — O weh, die Türe ist verschlossen. Trotz Geschrei — Druck oder Spannung — fliesst kein Strom, weil die Türe ein unüberwindliches Hindernis oder *Widerstand* ist. — Nun öffnen wir die Türe ein wenig, so dass ein Schüler nach dem andern durchschlüpfen kann. — Es ist ein schwacher «Strom» entstanden. Wir öffnen die Türe noch mehr. — Der «Strom» wird stärker. Die Stärke des Stromes ist somit abhängig von der Anzahl Elektronen, die in der Sekunde durch den Querschnitt eines Leiters fliessen. Als Masseinheit dient das Ampere (Physiker Ampère, 1775 bis 1854), welches einer Elektrizitätsmenge von 6,2 Trillionen Elektronen pro Sekunde entspricht.

Wir merken uns: Der Strom ist von zwei Grössen abhängig:

1. von der Spannung und
2. vom Widerstand.

Um den elektrischen Strom zur Wirkung zu bringen, sind Leiter (Drähte) notwendig, die ihn zum Energieverbraucher, wie Glühlampen, Motoren usw., hin- und zurückleiten = *Stromkreislauf*.

Die Elektronen können sich aber nicht ganz ungehindert durch die Drähte bewegen, sie müssen sich zwischen den Atomen «hindurchzwängen», wobei «Reibung» entsteht, welche den Draht erwärmt.

Die den Elektronen in den Weg gestellten Hindernisse werden mit *Widerstand* bezeichnet, welcher in Ohm gemessen wird (Physiker Ohm, 1787—1854).

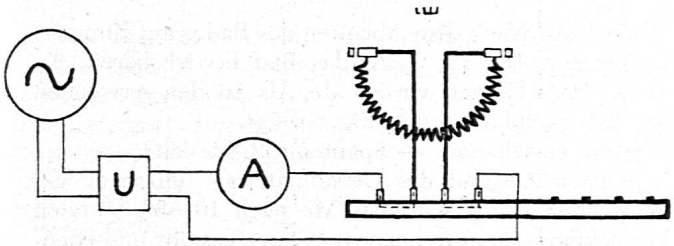
Unter einem Ohm verstehen wir den Widerstand, den eine Quecksilbersäule von 106,3 cm Länge und 1 mm² Querschnitt dem Stromdurchgang entgegenstellt.

1 000 Ohm (Ω) = 1 Kiloohm (kΩ)
1 000 000 Ohm = 1 Megohm (griech. mega = gross)

Nun untersuchen wir den Stromdurchgang bei 2 Drähten gleicher Art, aber von verschiedenen Querschnitten.

Versuch: Wir schalten in den Stromkreis einen Strommesser (Amperemeter) und eine Chromnickelspirale von 5 m Länge und 0,50 mm² Querschnitt, wie Fig. 4 zeigt, ein.

Als Stromquelle verwenden wir ein Stromlieferungsgerät, welchem Gleich- und Wechselstrom bis zu einer Spannung von 40 Volt entnommen werden kann. — Strom einschalten! — Spannung 30 Volt. Wir beobachten am Amperemeter den Stromdurchgang: . . . . . A.



Nun ersetzen wir die Spirale durch eine solche von 5 m Länge und 1 mm² Querschnitt. — Strom einschalten! Spannung auf 30 Volt einregulieren! — Der Stromdurchgang ist doppelt so gross.

Folgerung: Der Widerstand ist vom *Querschnitt* abhängig.

Welchen Einfluss auf den Widerstand hat die Länge des Drahtes?

Versuch: Wir setzen in den Stromkreis die Widerstandsspirale von 1 mm² Querschnitt, aber von 10 m Länge ein. Strom einschalten! — Spannung auf 30 Volt einregulieren!

Ergebnis: Das Amperemeter zeigt nur noch ..... A an.

Folgerung: Der Widerstand eines Drahtes ist nicht nur vom Querschnitt, sondern auch von seiner Länge abhängig.

Wir haben in den vorigen Versuchen zwei Drähte gleicher Art verwendet. Nun aber leiten nicht alle Metalle gleich gut, was wir aus der nachfolgenden Tabelle ersehen können. So hat 1 m Draht von 1 mm² Querschnitt aus

Kupfer einen Widerstand von	0,017 Ohm
Silber	0,016 Ohm
Aluminium	0,030 Ohm
Eisen	0,120 Ohm
Nickelin	0,400 Ohm
Konstantan	0,500 Ohm
Chromnickel	1—1,2 Ohm

Diese Widerstände heissen in der Technik

«spezifische Leitungswiderstände».

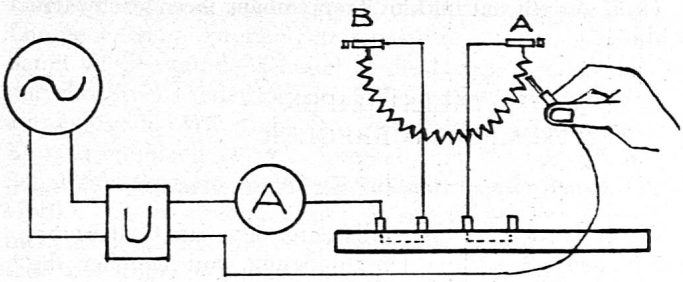
Wir haben erfahren, dass der Widerstand eines Drahtes von seiner Länge, seinem Querschnitt und endlich vom Material abhängig ist. Wir berechnen ihn:

$$\text{Widerstand} = \text{spez. Widerstand} \times \frac{\text{Länge in m}}{\text{Querschnitt in mm}^2}$$

Wir bezeichnen die Stärke des Stromes mit J, die Spannung mit U und den Widerstand mit R.

Nun leiten wir experimentell folgende Gesetzmässigkeit ab:

Versuch: Wir befestigen zwischen zwei Drahthaltern die 5 m lange Chromnickelspirale von 1 mm² Querschnitt und bauen in den Stromkreis ein Amperemeter, wie Fig. 5 zeigt, ein. Spannung etwa 40 Volt, Strom einschalten! — Hierauf gleiten wir mit dem einen Drahtende über die Widerstandsspirale von A nach B.



Wir beobachten den Zeiger des Amperemeters. Er schlägt mehr und mehr aus. Warum? — Wenn wir die Drahtspirale verkürzen, so wird ihr Widerstand kleiner. Somit kann mehr Strom fliessen, also *je kleiner der Widerstand, desto grösser der Strom und umgekehrt.*

Jetzt verändern wir bei *gleichem* Widerstand die Spannung (40 Volt — 30 Volt — 20 Volt).

Ergebnis: Je kleiner die Spannung, desto kleiner der Strom.

Die Stromstärke ist somit der Spannung direkt und dem Widerstand indirekt proportional oder in einer Formel ausgedrückt:

$$\text{Stromstärke } J = \frac{\text{Spannung } U}{\text{Widerstand } R}$$

Fliesst durch einen Leiter von 1 Ohm Widerstand ein Strom von 1 Ampere, so muss eine Spannung wirken von 1 Volt,

$$\text{daher: } U = J \cdot R$$

$$\text{und } R = \frac{U}{J}$$

Wir haben das Ohmsche Gesetz erarbeitet. Wie wirkt der Widerstand auf die Energieverbraucher?

Versuch: Wir schalten in den Stromkreis einen Elektromotor und die 5 m lange Widerstandsspirale von 0,50 mm² Querschnitt ein. Spannung etwa 15 Volt. — Strom einschalten! Nun gleiten wir mit dem einen Drahtende langsam von A nach B. — Je kürzer die Spirale wird, desto schneller dreht sich der Rotor.

Wir ersetzen den Motor durch ein Läutewerk und gleiten mit dem einen Drahtende von A nach B. — Die Glocke läutet immer stärker.

Nun wollen wir die Wirkung des Widerstandes noch *sehen.* Wir schalten in den Stromkreis ein Glühlämpchen von 4,5 Volt und eine Widerstandsspirale von 5 m Länge und 0,25 mm² Querschnitt ein. Strom einschalten! — Spannung etwa 6 Volt. Wieder gleiten wir mit dem einen Drahtende über die Spirale von A nach B. — Das Lämpchen brennt heller und heller.

ELEKTROCHEMIE

Leitende Flüssigkeiten, wie Salzlösungen, können durch elektrischen Gleichstrom in ihre Bestandteile umgewandelt werden. Diesen Vorgang nennen wir Elektrochemie. Wir zeigen ihn am

Vernicklungsvorgang.

Der Stromfluss beruht auf der Bewegung von wandernden elektrisch geladenen Teilchen, die *Ionen* heissen.

Wir unterscheiden *Galvanostegie* und *Galvanoplastik.* Erstere wird zur Herstellung von metallischen Ueberzügen auf unedle Metalle, wie Eisen, letztere zur Herstellung von Metallabdrücken verwendet.

Wie erhalten wir einen einwandfreien *Nickelüberzug?*

I. Entfetten

Damit der Ueberzug haltbar wird, müssen wir das zu überziehende Metall (= Me) vor allem sauber reinigen. Dies geschieht durch tüchtiges Waschen in heissem *Seifenwasser* oder noch besser in heisser (90° C) *Natronlauge.* Hierauf wird das Me im Wasser gespült.

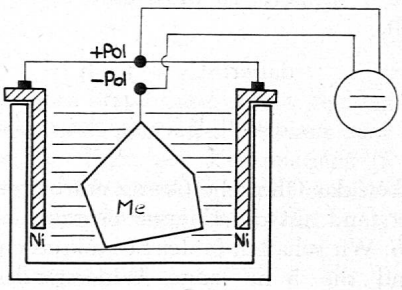
Noch besser wird das Me durch *elektrolytisches Entfetten* gereinigt.

Versuch: Wir lösen 80 g NaOH Natriumhydroxyd
20 g NaCN Natriumcyanid
3—4 g Na_3PO_4 Natriumphosphat

pro Liter Wasser auf. Als Elektroden verwenden wir 2 Eisenplatten. Das Me wird an die Kathode gehängt (siehe Fig. 6). Strom einschalten! — Spannung 6 bis 10 Volt.

Der sich bei diesem Prozess entwickelnde Wasserstoff (H) «sprengt» die Schmutzteilchen ab, welche *verseift* werden. Nach 1—2 Minuten wird das Me in kaltem Wasser gespült. Zur Neutralisation wird es kurz in 10-prozentige Schwefelsäure getaucht und wieder in Wasser gespült. Nun ist das Me zur Vernicklung präpariert.

II. Vernicklung



Versuch: Wir stellen das Nickelbad wie folgt zusammen:

pro 1 l Wasser	a)	150 g $NiSO_4$	Nickelsulfat
	b)	6—8 g NaCl	Natriumchlorid
	c)	2—3 g NH_4Cl	Ammoniumchlorid
	d)	2—3 g $MgSO_4$	Magnesiumsulfat
	e)	20—30 g H_3BO_3	Borsäure

An Stelle von b—e kann auch ein Fertigprodukt «Reflex» verwendet werden, wovon etwa 30 g pro 1 l Wasser genügen, um einen Glanzüberzug zu erhalten. Das Nickelsalz lösen wir in heissem, destilliertem Wasser auf. Nach dem Abkalten des Bades auf Zimmertemperatur, 18—22° C, ist das Bad betriebsbereit. An die Kathode hängen wir das Me. Als Anoden verwenden wir 2 Nickelplatten, wie Fig. 6 zeigt.

Strom einschalten! — Spannung 2—3 Volt.

Je nach Zustand des Grundmaterials und nach gewünschtem Glanz wird das Me nach 10—30 Minuten Vernicklungsdauer in heissem Wasser gespült und nachher getrocknet.

Das Nickelbad wird während des Betriebes auf den pH-Wert, d. h. auf die *Wasserstoffionenkonzentration*, geprüft. Dies geschieht mit dem pH-Papier, welches mit einem Indikator (Anzeiger) versehen ist.

Ein pH-Wert von 7 ist neutral, d. h. weder sauer noch alkalisch. Ist der pH-Wert *tiefer* als 7, so ist die Lösung sauer. Ist er höher als 7, so ist sie alkalisch. Gute Nickelbäder sollen leicht sauer sein und einen pH-Wert von etwa 5,6 haben.

Ist die Lösung zu sauer, so kann durch Zusatz einer konzentrierten Sodalösung (Na_2CO_3) der pH-Wert auf die entsprechende Höhe gebracht werden. Ist der pH-Wert zu hoch, so wird *Schwefelsäure* (H_2SO_4) zugefügt, bis der gewünschte pH-Wert wieder erreicht ist. Beides wird mit dem pH-Erkennungspapier oder Reagens bestimmt. Nickelsulfat hat folgende Ladungen:

+	−
Ni	SO_4

Bei der Elektrolyse wandert das positiv geladene Ni zur negativen Kathode und setzt sich dort ab. Der negativ geladene Säurerest SO_4 wandert zur positiven Anode, wo das SO_4 mit Wasser Schwefelsäure bildet:

$$SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O.$$

Die Schwefelsäure greift die Nickelelektroden an, die als Anode in das Nickelbad getaucht sind, und bewirkt, dass Nickelmetallionen in Lösung gehen, wodurch die Nickelkonzentration im Nickelsalzbad immer regeneriert wird, bis die Nickelanode aufgebraucht ist.

Franz Müller, Biberist

Reglerbügeleisen und Thermorelais

Der Physikunterricht der Sekundarschule darf nicht bei der Behandlung der Gesetzmässigkeiten stehenbleiben. Die Gesetze werden in ihrer Bedeutung oft erst richtig erkannt, wenn wir sie an einfachen technischen Apparaten *anwenden*. Dies gilt insbesondere für den Physikunterricht an Mädchenschulen. Der Haushalt bietet uns heute eine Fülle technischer Anwendungen der Physik. Das Ziel des Physikunterrichtes besteht darin, durch Beobachtungs- und Denkschulung das Verständnis für die Naturvorgänge zu *bilden*. Bei der Behandlung technischer Anwendungen können wir diesem Ziel gerecht werden und dabei gleichzeitig praktische *Kenntnisse* vermitteln.

A. Behandlung des Themas in einer Mädchenklasse

1. DAS NORMALBÜGELEISEN (ohne Regler)

Die grundlegenden Versuche über Elektrowärme setzen wir als behandelt voraus. Wir zerlegen ein altes Bügeleisen und nehmen den Heizkörper heraus. Wir zeigen die einzelnen Teile: Widerstandsdraht, Isolation, Druckplatte zum Andrücken des Heizkörpers an die Sohle. Dann wird der Stromkreis verfolgt.

1. Versuch

Wir legen den Heizkörper auf ein Holzbrett und schliessen ihn an 220 V. (Vorwiderstand, Stromstärke langsam erhöhen.) Wir beobachten das Glühen des Drahtes. Nach kurzer Zeit fängt das Brett Feuer. (So geht es, wenn Frau Meier das eingesteckte Bügeleisen auf den Tisch gestellt hat und im Treppenhaus ihren «Schwatz» abhält!)

2. VOM BIMETALLSTREIFEN ZUM TEMPERATURREGLER

2. Versuch (Repetition aus der Wärmelehre)

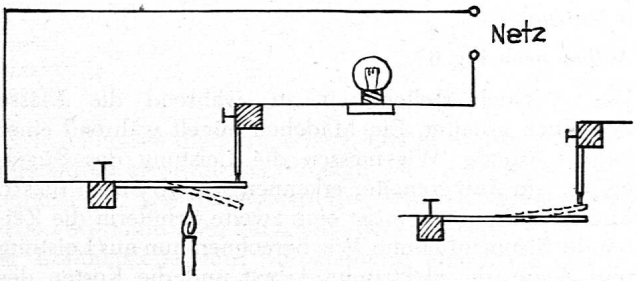
Wir erwärmen den Bimetallstreifen über der Gasflamme. Wir beobachten die Durchbiegung und nachher die

Streckung beim Abkühlen. Erklärung durch die verschiedenen Ausdehnungkoeffizienten der beiden verbundenen Metalle.

Lieferant: Bimetallstreifen mit Handgriff: Metallarbeiterschule Winterthur.

3. Versuch

Aufbau



Material

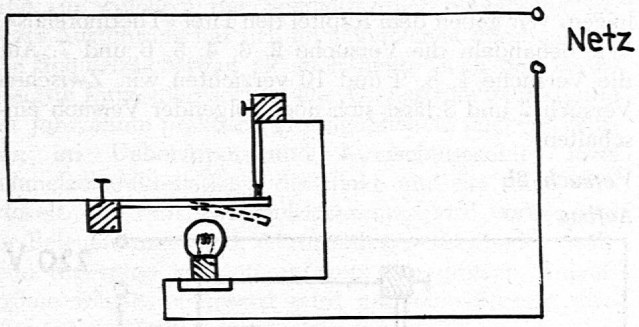
Lampe	Bimetallstreifen
2 Holtzsche Fussklemmen	Kontaktstift
Stativ	Kerze

Der Bimetallstreifen biegt sich infolge Erwärmung durch und schaltet den Stromkreis ab. Wir nehmen die Kerze weg, der Streifen gibt die aufgenommene Wärme an die Luft ab, wird gerade und schaltet den Strom wieder ein. Wenn wir den Streifen umdrehen, so können wir den Stromkreis im Gegensatz zu oben durch Erwärmung des Bimetalls einschalten. Dabei lassen wir zu Beginn zwischen Bimetall und Kontaktstift einen Luftspalt von etwa 2 mm.

Lieferanten: Bimetallstreifen und Kontaktstift: *Metallarbeiterschule Winterthur.* Restposten von Bimetallstreifen (z. B. für Schülerübungen) können durch Metallwerke Selve, Thun, bezogen werden (Grösse und Preise nach Anfrage).

4. Versuch

Aufbau

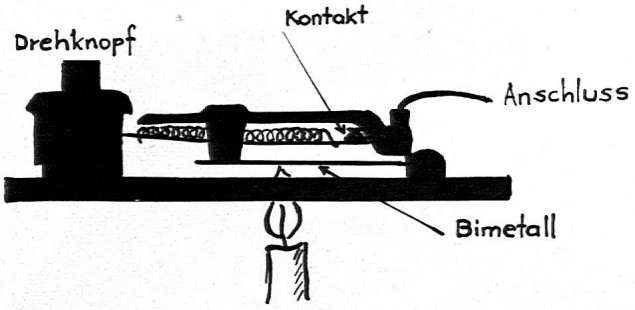


Material wie Versuch 3

Wir stellen die Lampe direkt unter den Bimetallstreifen. Er biegt sich infolge Wärmeaufnahme von der Lampe durch und schaltet somit den Stromkreis ab. Die Lampe erlischt. Ist der Streifen kälter geworden und damit wieder gerade, schaltet er die Lampe wieder ein, und das Spiel wiederholt sich. Wir haben also eine Art automatischer Wärmeschalter erhalten. Bei grösseren Klassen empfiehlt es sich, Bimetall und Kontaktstift in Schattenprojektion zu zeigen (mit Reuterlampe, ohne Optik). Unser automatischer Wärmeschalter arbeitet nicht ganz zuverlässig. Wir beobachten hin und wieder, dass der Kontakt klebenbleibt. Es muss also eine Einrichtung gebaut werden, welche ein «schleichendes» Schalten verunmöglicht.

5. Versuch

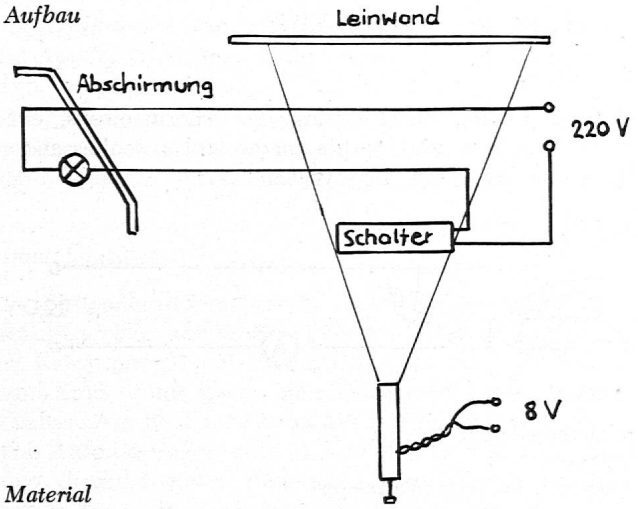
Die Firma Therma, Schwanden, liefert an Schulen den Thermoschalter, der im Reglereisen eingebaut ist, zu Fr. 5.—. Diesen bauen wir auf ein Brettchen (besser Metallplatte), welches in der Mitte einen Ausschnitt zum Einführen der Wärmequelle besitzt. Wir projizieren diesen Schalter im Schattenriss.



Wir wählen eine mittlere Vorspannung und zeigen durch Erwärmung mit einem Zündholz den Schaltmechanismus: Das Bimetall spannt eine Feder. Auf dem kritischen Punkt «schnappt» der Schalter um.

6. Versuch

Aufbau



Material

Thermoschalter	Stromquelle 8 V
Stativ	Lampe
Abschirmung	Stromquelle 220 V
Reuterlampe	Leinwand

Wir geben den Thermoschalter in den Stromkreis einer Lampe, welche gegen die Projektionswand abgeschirmt ist. Wir beobachten den Schalter im Schattenriss und gleichzeitig die Lampe. Wir zeigen nun den Schaltmechanismus (Erwärmung mit Zündholz) bei verschiedenen Vorspannungen, welche durch den Drehknopf gegeben werden. Diese entsprechen verschiedenen Bügeltemperaturen und damit verschiedenen Stoffarten.

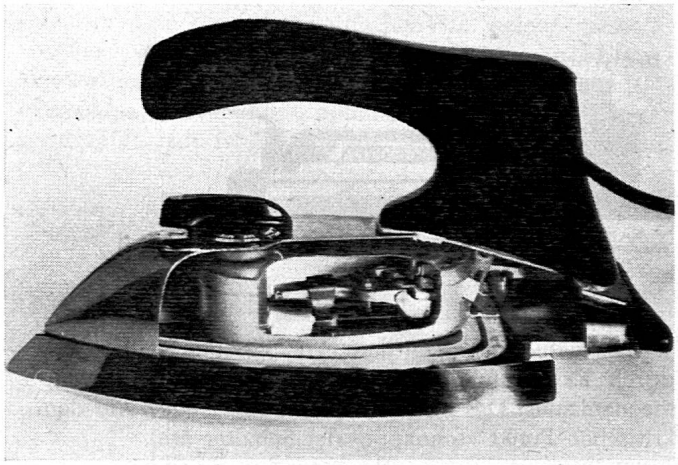
Der Einstellbereich eines Reglers liegt zwischen 60 und 220° C. Die Bügeltemperaturen sind:

Perlon, Nylon	60— 85° C
Kunstseide	85—110° C
Seide	110—135° C
Wolle	135—175° C
Baumwolle, Leinen	175—220° C

Die Angaben in der Literatur schwanken. Diese hier stammen von der Firma Siemens.

7. Versuch

Die Firma Therma, Schwanden, liefert den Schulen für Fr. 21.50 ein sehr schönes aufgeschnittenes Reglereisen, welches in Betrieb genommen werden kann. Wir zeigen nun den Schaltmechanismus an diesem, indem wir die Klasse in Gruppen nach vorne nehmen.



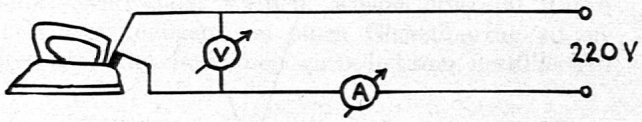
Aufgeschnittenes Eisen

3. DAS REGLER-BÜGELEISEN

8. Versuch

Wir bestimmen die Leistung des Thermaeisens, entweder mit Volt- und Amperemeter und anschliessender Rechnung oder mit dem Wattmeter.

Aufbau

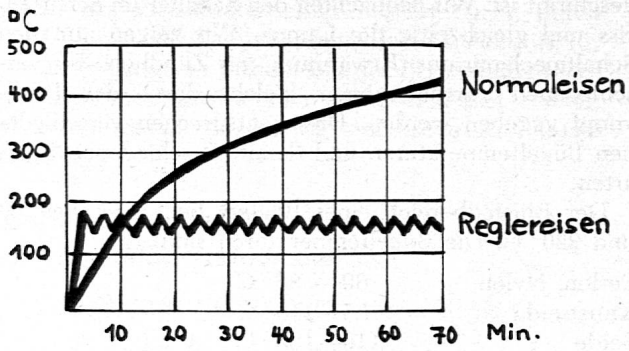


Material

Reglerbügeleisen Therma
Voltmeter
Amperemeter, evtl. Wattmeter

Wir kommen auf rund 1000 Watt. Dann bestimmen wir auf gleiche Weise die Leistung eines alten Normalbügeleisens. Wir messen 450—500 Watt.

Woher kommt dieser Unterschied? Wir entnehmen aus der technischen Literatur die folgende graphische Darstellung:



Temperatur-Verlauf bei Leerlauf

Die Temperatur eines Normalbügeleisens erreicht als Folge der Verlustwärme einen gewissen Maximalwert. Man nennt ihn die Beharrungstemperatur. Würde die Leistung nun über 500 Watt gewählt, so wäre diese Beharrungstemperatur so hoch, dass die Wäsche versengt würde. Beim Reglereisen sorgt der Thermoschalter für Innehaltung der Bügeltemperatur. Man konnte deshalb die Leistung ohne Gefahr auf 1000 Watt erhöhen. Damit erreichte man eine kurze Anheizzeit.

9. Versuch

Aufbau nach Fig. 6

Den Versuch stellen wir an, während die Klasse schriftlich arbeitet. Ein Mädchen bügelt während einer halben Stunde. Wir messen die Leistung des Bügeleisens. Am Amperemeter erkennen wir, ob Strom fliesst. Mit einer Stoppuhr misst eine zweite Schülerin die Zeiten der Stromaufnahme. Wir berechnen nun aus Leistung und Zeiten die elektrische Arbeit und die Kosten des Versuchs. Wir vergleichen die Kosten mit denjenigen eines 500-Watt-Normalbügeleisens, das dauernd Strom aufnimmt. Die Kosten liegen in der gleichen Grössenordnung. Der Regler sorgt dafür, dass nur die Wärme erzeugt wird, die zur Aufrechterhaltung der Sohlentemperatur erforderlich ist. Wenn wir die Zwischenzeiten ebenfalls messen, können wir eine graphische Darstellung der Stromaufnahme zeichnen.

10. Versuch

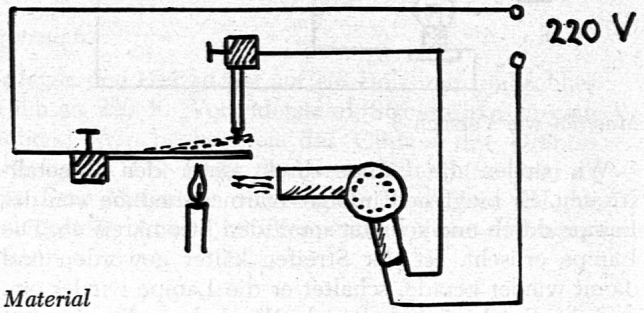
Nun beschaffen wir uns vom Alteisenhändler oder aus einem verstaubten Estrich ein altes Kohlebügeleisen. Wir heizen dieses an und zeigen nun die drei Eisen der Klasse: das Bügeleisen der Urgrossmutter (Kohle), der Grossmutter (normal) und der Mutter (Regler). So können wir mit einem kleinen historischen Exkurs, der in der Physik oft dankbar ist, das Thema abschliessen.

B. Behandlung des Themas in Knabenklassen

In reinen Knabenklassen gehen wir wohl nicht so weit auf das Bügeleisen ein. Wir suchen unsere Anwendungen in technischen Bereichen, welche den Knaben näher liegen. Wir geben dem Kapitel den Titel «Thermorelais». Wir behandeln die Versuche 2, 3, 4, 5, 6 und 7. Auf die Versuche 1, 8, 9 und 10 verzichten wir. Zwischen Versuch 2 und 3 lässt sich noch folgender Versuch einschalten:

Versuch 2b

Aufbau



Material

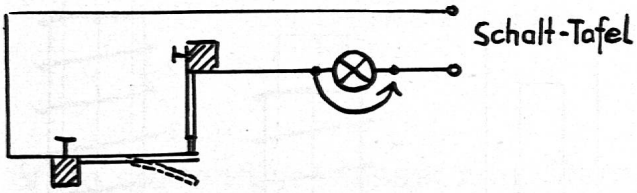
Bimetall
Kontaktstift
Föhnapparat
Kerze

Der Bimetallstreifen schaltet bei Erwärmung den Föhn ein, welcher die Kerze ausbläst.

Dann behandeln wir bei den Knaben die Bimetallsicherung.

11. Versuch

Aufbau



Material

Bimetall
Kontaktstift
Lampe

Wir schliessen die Lampe kurz. Der auftretende Kurzschlußstrom erwärmt das Bimetall. Der Stromkreis wird abgeschaltet. Der Bimetallstreifen wird dabei an einer Stelle verbrannt. Dies kann verhindert werden, wenn an der Kontaktstelle eine Büroklammer angesteckt wird, so dass diese verbraucht wird. Es ist darauf zu achten, dass die Sicherung der Schalttafel nicht anspricht, bevor das Bimetall reagiert. Durch Vorschalten eines hochbelastbaren Widerstandes von einigen Ohm kann der Kurzschlußstrom begrenzt werden. Ferner empfiehlt sich eine niedere Spannung (z. B. 24 V und entsprechende Lampe). Besitzt das Stromlieferungsgerät selbst träge Bimetallauslöser, so erübrigt sich das Vorschalten eines Widerstandes. Natürlich können wir auch hier auf die technischen Einzelheiten zur Vermeidung eines «schleichenden» Schaltens eingehen. Dies und weitere Anwendungen des Thermorelais finden wir in der technischen Fachliteratur. *E. Rüesch*, Rorschach

Literatur

Warschko-Husslein, Elektrische Hausgeräte, Verlag Kieser, Augsburg, 1959

Scholl, Automatik im elektrischen Hausgerät, «Technische Rundschau», Nr. 17, 1958

Mathis, Aus der Mappe des Elektrikers, «Der Lehrling», 1954/55

Mathis, Für den Elektromonteur, «Der Lehrling», 1956/57

Sicherungsautomaten

Die *Schmelzsicherung* dient vor allem zum Schutze der Leiter vor schädlicher Erwärmung bei Ueberstrom und Kurzschluss. Sie ist die älteste Schutzeinrichtung der Elektrotechnik und wurde schon in die ersten elektrischen Anlagen eingebaut. Im Prinzip besteht sie aus einem Schmelzkörper, welcher die schwächste Stelle des zu schützenden Stromkreises bildet. Er schmilzt, ehe der zugeordnete Leiter infolge von Ueberstrom oder Kurzschluss eine unzulässig hohe Temperatur erreicht. Anfangs wurde der Schmelzkörper aus Blei oder einer Zinn-Blei-Legierung, später aus Silber hergestellt und offen ausgelegt oder in offenem Isolierrohr untergebracht.

Ums Jahr 1897 wurde die Schmelzpatrone eingeführt. Sie besteht aus einem Isolierkörper, gefüllt mit Quarzsand, in welchem der Schmelzkörper eingebettet ist. Diese Ausführung hat sich im allgemeinen durchgesetzt. Die Schmelzsicherung ist auch heute noch der zuverlässigste Kurzschlußschutz. Der Grenzstrom ist im Laufe der Jahrzehnte praktisch gleichgeblieben, dagegen wurden im Ueberstrom und Kurzschlussgebiet zwei Schmelzcharakteristiken, die flinke und die träge, entwickelt. Die flinke Schmelzsicherung wird vorwiegend für Beleuchtungs- und Wärmeanlagen verwendet, während die träge in Motoranlagen, der grossen Anlaufströme wegen, eingesetzt wird und eine bessere Ausnützung der Leiter gestattet.

Schalterarten

Schalter sind Apparate, mit welchen elektrische Stromkreise ein- und ausgeschaltet werden. Wir unterscheiden:

a) *Lastschalter* mit einem Nenn-Ein- und Ausschaltvermögen von ein- bis zweifachem Nennstrom, zum Beispiel Messerschalter, Kastenschalter;

b) *Motorschalter* mit einem Nenn-Ein- und Ausschaltvermögen entsprechend dem Anlaufstrom von Motoren;

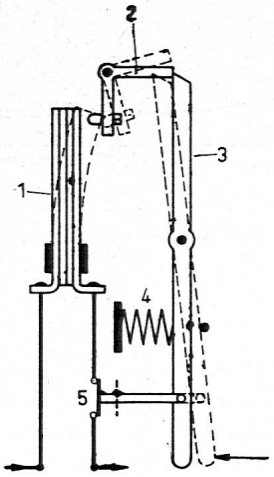
c) *Motorschutzschalter* zum Schutz von Motoren gegen schädliche Erwärmung bei Ueberstrom und Kurzschluss. Diese sind mit einem Bimetall- und magnetischen Auslöser versehen;

d) *Leitungsschutzschalter* zum Schutz von Leitungen und Apparaten gegen schädliche Erwärmung bei Ueberstrom und Kurzschluss;

e) *Leitungsschalter*, deren Nenn-Ein- und Ausschaltvermögen mit Rücksicht auf Kurzschlussbeanspruchung vom Hersteller vorgeschriebene Bedingungen erfüllen.

Bimetallauslöser

Ein Bimetallauslöser besteht aus einer einzelnen Bimetall-Lamelle oder einem Paket von Bimetall-Lamellen. Bei Erwärmung biegt sich die Lamelle oder das Paket durch und öffnet über einen Klinkermechanismus den Schalter. An die Fabrikation des Bimetalls werden sehr hohe Anforderungen gestellt, insbesondere bei Verwendung direktbeheizter Bimetalle. Die Heizung des Bimetalls kann direkt mit dem durch das Bimetall selbst fliessenden Strom, indirekt durch eine am Bimetall befindliche Heizwicklung oder transformatorisch über einen Stromwandler erfolgen.

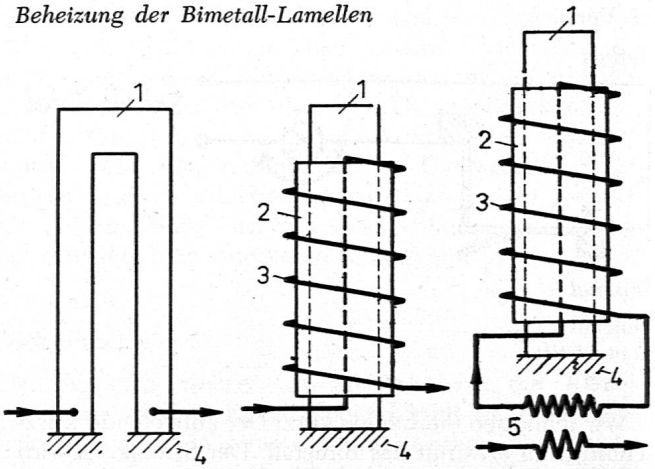


Bimetallauslöser

1 Bimetallpaket, vom Strom durchflossen
2 Auslösehebel mit Klinke
3 Schalthebel
4 Ausschaltfeder
5 Schaltkontakt

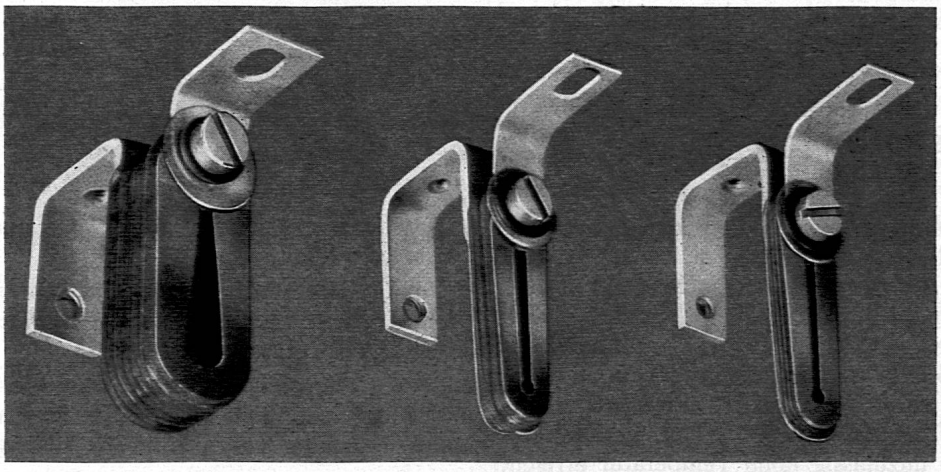
Jeder Bimetallauslöser hat seine Auslösekennlinie. Sie gibt an, wie lange es dauert, bis bei einem bestimmten Strom der Auslöser anspricht und den Schutzschalter ausschaltet. Der Verlauf der Auslösekennlinie, auch Stromzeitlinie genannt, hängt einerseits von der Zeitkonstante, anderseits von der Heiz- und Speiseart des Bimetallkörpers ab. Die Zeitkonstante, definiert durch das Verhältnis aus Wärmekapazität und Wärmeableitvermögen des Bimetallkörpers, ist um so grösser, je grösser das Gewicht und je kleiner die Oberfläche des Bimetallkörpers ist.

Beheizung der Bimetall-Lamellen



1 Bimetall-Lamelle
2 Isolation
3 Heizwicklung
4 Befestigung der Bimetall-Lamelle
5 Transformator

Direkt beheizter Bimetallauslöser verschiedener Zeitkonstanten

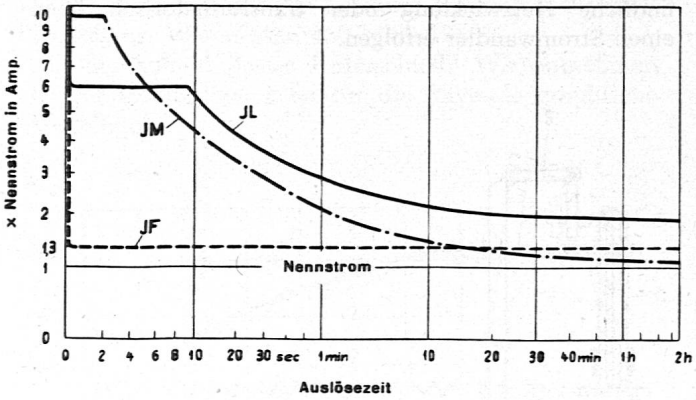


Ausführung «flink» Ausführung «normal» Ausführung «Schweranlauf»

Leitungsschutzschalter als Demonstrationsmodell

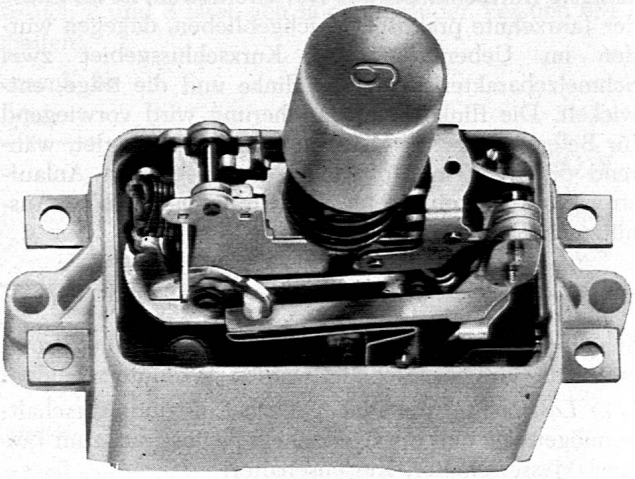
Die Firma Carl Maier & Co., Fabrik elektrischer Apparate in Schaffhausen, hat einen automatischen Leitungsschutzschalter konstruiert, der als Schnittmodell speziell geeignet ist, den Schülern die Funktion des Sicherungsautomaten zu demonstrieren.

Der CMC-Sicherungsautomat SL wird einpolig mit



Strom-Zeit-Kurve der Kleinautomaten

abtrennbarem Nulleiter hergestellt. Er wird mit dem grauen Knopf eingeschaltet. Durch einen Druck auf den gleichen Knopf erfolgt die Ausschaltung. Die *automatische* Auslösung erfolgt thermisch verzögert oder, wenn der Betriebsstrom den 6fachen Wert des Nennstroms erreicht, magnetisch unverzögert. Bei einer automatischen Auslösung springt der graue Knopf heraus und zeigt so die Auslösung eindeutig an. Bei Gleichstrom spricht die unverzögerte magnetische Auslösung erst beim 8- bis 11fachen Nennstrom an.



Einpoliger Leitungsschutzschalter Typ SL vo ohne Abdeckung

Für die Abtrennung des Nulleiters muss die gelbbezeichnete Schraube um 180° im Gegenuhrzeiger gedreht werden. Ist der Nulleiter abgetrennt, so kann der Sicherungsautomat nicht eingeschaltet werden.

Daten für den *Sicherungsautomaten* CMC:

Typ SL vo 0,5 Ampere indirekt geheizt mit Nulleiter
Bestellnummer 212 119
Demonstrationsmodell aufgeschnitten

Zu beziehen bei Firma C. Maier & Co., Schaffhausen. Kosten für Schulen Fr. 10.—.

Der Sicherungsautomat löst aus: unverzögert mit 3 Ampere Wechselstrom, innert 2 Stunden mit 1 Ampere Wechselstrom. *Hs. Neukomm,* Schaffhausen

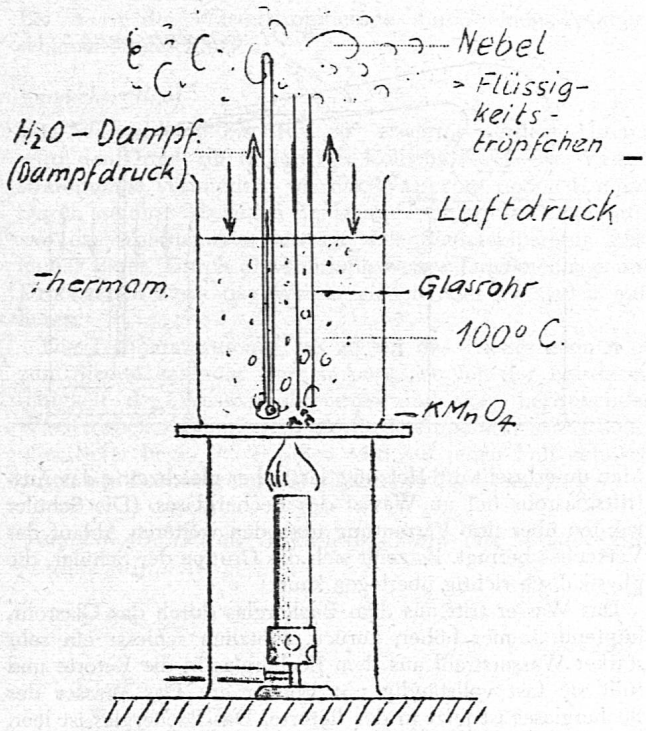
Vom siedenden Wasser zum Dampfkochtopf

Eine Versuchsreihe

Versuch 1. Das Sieden des Wassers im offenen Gefäss
Stellt die Hausfrau den Topf mit Wasser auf den Herd, dann lässt sich eine Reihe akustischer Wahrnehmungen feststellen. Nach einiger Zeit hört man ein brodelndes, klopfendes Geräusch, das vermuten lässt, dass das Wasser siede. Es siedet aber tatsächlich nicht, und erst nachdem das Geräusch bedeutend schwächer geworden ist, stellt man bei leiserem wallendem Geräusch das Sieden fest. Stellen wir uns also die Aufgabe, den Siedevorgang mit all seinen Begleiterscheinungen bis zum Sieden zu erkennen und zu erklären.

Material

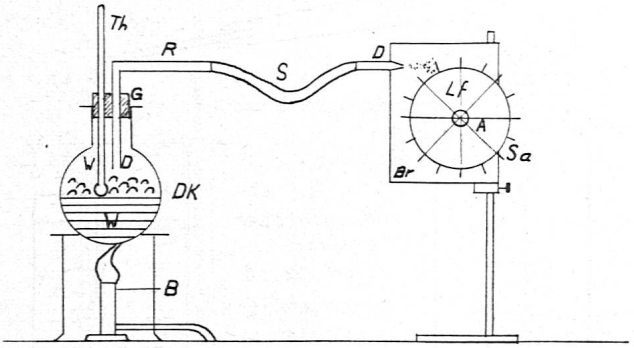
Grosses, etwa 1½—2 l fassendes Becherglas
Glasröhrchen, etwa 7 mm lichte Weite, etwas länger, als das Becherglas hoch ist
Thermometer
Kaliumpermanganatkristalle



Versuchsverlauf beim fortlaufenden Erhitzen

1. Das Gefäss, auf die Gasflamme gestellt, beschlägt sich ausserhalb mit Wassertropfen (Verbrennungsprodukt des Kochgases).
2. Im Innern des Glases, an Glaswand und Boden, bilden sich, bei guter Beleuchtung feststellbar, glänzende Perlen. Je höher die Temperatur steigt, desto grösser werden sie. (Luft wird aus dem Wasser ausgetrieben. Löslichkeit der Luft im Wasser bei verschiedenen Temperaturen. Sauerstoffversorgung der Fische.)
3. Bildung von Dampfblasen auf dem Grunde des Gefässes. In den oberen Partien des Glases verschwinden sie wieder. Wasserdampfblasen kondensieren in den oberen, etwas kälteren Partien des Wassers.
4. Die Temperatur steigt weiter, die Dampfblasen werden grösser, zugleich hört man nun das klopfende Geräusch (es rührt von der Kondensation des Wasserdampfes in den oberen kälteren Partien her). Das ist das Singen des Wassers.
5. Die Dampfblasen erreichen die Wasseroberfläche, das Thermometer steigt nun gegen 100°. Die Dampfblasen durchstossen die Wasseroberfläche. Das Singen wird nun bedeutend schwächer.
6. Bei zweckdienlicher Beleuchtung stellen wir eine Wasserzirkulation fest. (Wasser wird am Grunde, direkt über der Flamme, stark erwärmt, wird dadurch spezifisch leichter und steigt. Kälteres Wasser sinkt. So entsteht die Wärmewanderung.)
   Um diese Wärmewanderung noch deutlicher zu zeigen, führen wir das oben erwähnte Glasröhrchen senkrecht in das Wasser und geben dadurch einige Kaliumpermanganatkristalle. Diese fallen also auf den Grund des Gefässes in das Wasser. Glasröhrchen wieder herausziehen. Die Lösung macht nun in Form von Schlieren die erwähnte Wärmewanderung mit.

Versuch 2. Der Dampf verrichtet mechanische Arbeit



W = Wasser
WD = Wasserdampf
Dk = Dampfkessel
G = Gummizapfen
B = kräftiger Brenner
R = rechtwinklig gebogenes Glasrohr
S = Verbindungsschlauch
D = Glasdüse, vorne 2—2½ mm
Lf = Laufrad aus Balsaholz
A = Achse, 4-mm-Stift, mit Feststellklammern
Sa = Schaufeln aus Al-Blech
Br = Brett mit 4-mm-Bohrungen; evtl. Bakelitquader der Schülerapparatur MSW
Th = Thermometer
MSW = Metallarbeiterschule Winterthur

Material

Rundkolben aus druckfestem Glas, etwa 1½ l
Gummizapfen, gut dampfdicht schliessend, mit 2 Durchbohrungen
rechtwinklig gebogenes Glasrohr
Schlauchstück mit Glasdüse

Laufrad, z. B. aus leichtem Balsaholz, mit 4-mm-Bohrung; dünne Al-Bleche sind auf dem Umfang eingesetzt als Schaufeln des Laufrades
evtl. Zahnrad aus dem Mech.-Wandtafelgerät. Z = 20 oder 40 (MSW)
Bolzen 4 mm als Achse
Brett mit 4-mm-Bohrung, evtl. Bakelitquader der Schülerübungsapparatur der MSW

Versuchsablauf

Dieser Versuch soll zeigen, dass der strömende Dampf Arbeit verrichten kann. Wir erhitzen das Wasser im Rundkolben bis zum Sieden. Der Gummizapfen muss gut passend sein und kräftig im Hals des Rundkolbens sitzen, da er sonst während des Versuches weggeschleudert werden kann. Der Dampf strömt nun aus der Glasdüse aus und wird tangential auf das Laufrad gerichtet. Dieses soll sich sehr rasch drehen. Düse und Laufrad gut ausrichten.

Gute Resultate erhalte ich sowohl mit dem leichten Balsaholzrad mit Schaufeln als auch mit einem Zahnrad der Wandtafel-Mechanikapparatur der MSW. Die Temperatur des Wassers im Kolben wird etwa 103° sein.

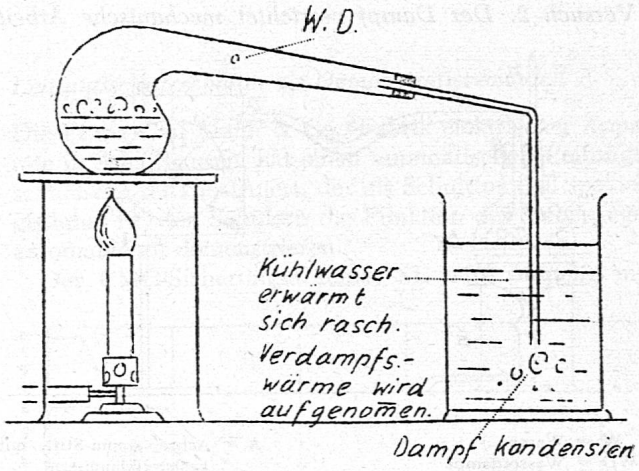
Versuch 3. Kondensation des Wasserdampfes. Erzeugung eines luftleeren Raumes

Dieser Versuch soll besonders die Erzeugung des Unterdruckes durch Kondensation des Wasserdampfes zeigen. Dieses physikalische Problem findet Anwendung beim Sterilisieren, beim Arbeiten mit dem Dampfkochtopf usw.

Material

Retorte aus druckfestem Glas oder Rundkolben, etwa 1½ l
Becherglas mit Kühlwasser, etwa 1 l
stumpfwinklig gebogenes Glasrohr, dampfdicht in den Hals der Retorte eingesetzt
Heizung

Versuchsanordnung 3a

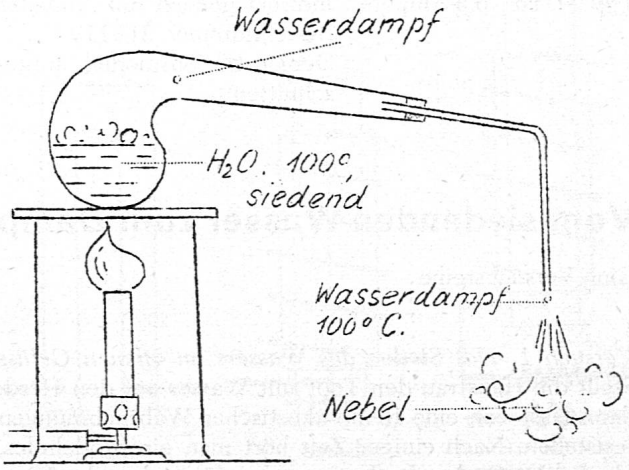


Die Retorte soll so hoch am Stativ befestigt werden, dass man bei Versuchsanordnung b mit dem Becherglas bequem einfahren kann, so dass das Dampfaustrittsrohr bis zum Grund des Becherglases reicht.

Das Wasser in der Retorte wird zum Sieden erhitzt. Die dabei auftretenden Erscheinungen, wie Kondensation von Wasserdampf unterhalb der Siedetemperatur im Hals der Retorte, sollen laufend festgestellt und registriert werden.

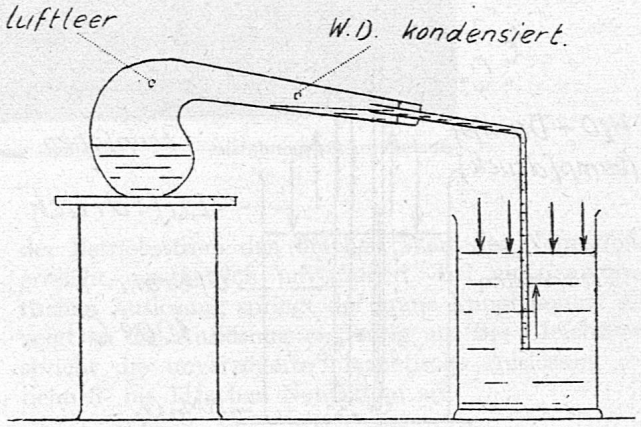
Nach dem Einsetzen des Siedens bildet sich beim Austritt aus dem Glasrohr ein Wasserdampfstrahl, und zwar auf einer Strecke von etwa 3 cm. Er ist unsichtbar, kann aber mit einem Holzspan festgestellt werden (Finger?). Anschliessend bilden sich infolge Kondensation in der kühleren Luft feine Wassertropfen, also Nebel, die nicht mehr als Dampf anzusprechen sind.

Versuchsanordnung 3b



Nun führt man das mit Kühlwasser gefüllte Becherglas langsam gegen den Dampfstrahl. Schon bei Annäherung lässt sich feststellen, dass der Dampfstrahl Energie besitzt. Er drückt die Wasseroberfläche ein. Beim Eintauchen des Austrittsrohres in das Wasser des Becherglases hört man ein klopfendes Geräusch, das um so kräftiger wird, je tiefer wir eintauchen. Der Dampf bildet zuerst Blasen im Wasser, die aber sofort platzen. Er kondensiert. Je nach Tiefe des Eintauchens ändert sich das Geräusch. Beim tieferen Eintauchen muss der Dampf einen höheren Gegendruck überwinden. Die Temperatur des siedenden Wassers steigt etwas über 100°.

Versuchsanordnung 3c



Man unterbricht die Heizung, lässt aber gleichzeitig das Austrittsglasrohr tief im Wasser des Becherglases. (Die Schüler werden über ihre Vermutung über den weiteren Ablauf des Versuches befragt. Es zeigt sich die Gruppe der Schüler, die physikalisch richtig überlegen kann.)

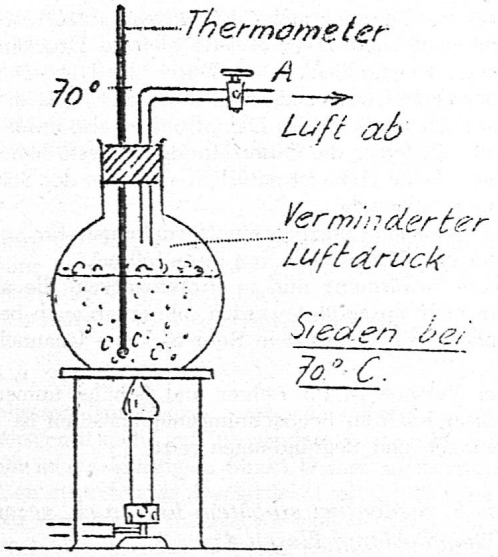
Das Wasser tritt aus dem Becherglas durch das Glasrohr, hüpfend, immer höher, zurück. Plötzlich schiesst ein sehr starker Wasserstrahl aus dem Becherglas in die Retorte und füllt sie fast vollständig mit Wasser an. Das Wasser des Becherglases ist jetzt in der Retorte. Das Becherglas ist leer. Auch bei diesem Teil des Versuches kann man mit ziemlich harten Stössen rechnen.

Voraussetzung für das gute Gelingen des Versuches ist die luftdichte Verbindung zwischen Glasrohr und Hals der Retorte. Ich habe immer beobachtet, dass dieser Versuchsteil mit grosser Spannung von den Schülern verfolgt wird. Die Bestätigung ihrer richtigen Vermutung haben sie wohl nicht im plötzlichen Zurückschiessen des Wassers erwartet.

Der Wasserdampf kondensiert in der Retorte, und zwar um so rascher, je mehr Kühlwasser durch den Hals der Retorte eindringt. Die Kondensation geschieht also nicht gleichmässig, sondern beschleunigt. Durch Kondensation

kann ein luftleerer Raum erzeugt werden. Der äussere Luftdruck treibt das Wasser in die Retorte.

Versuch 4a. Das Sieden bei vermindertem Druck



Material

Rundkolben aus druckfestem Glas
Gummizapfen, gut luftdicht schliessend, mit zwei Durchbohrungen
1 rechtwinklig gebogenes Glasrohr
1 Thermometer
1 Brenner

Versuchsaufbau nach Figur

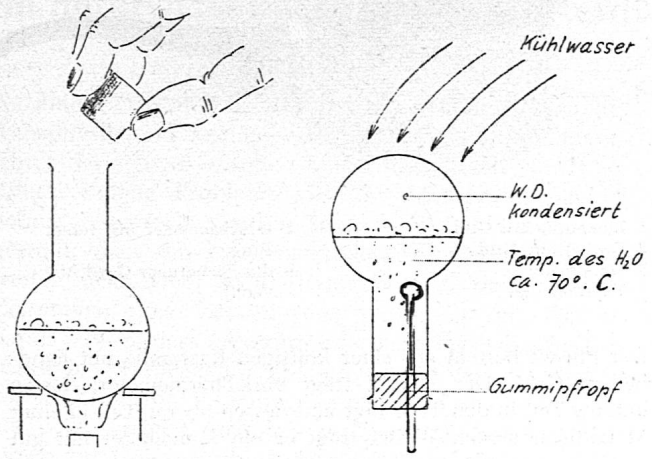
Bei A ist die Wasserstrahlpumpe durch einen Vakuumschlauch angeschlossen.

Versuchsverlauf

Das Wasser kann bis etwa 80° erwärmt werden. Alsdann wird der Druck im Innern des Kolbens durch die Wasserstrahlpumpe vermindert, bis das Wasser zu sieden beginnt. Durch weiteres Absaugen des Dampfes sinkt die Temperatur, wie das Thermometer anzeigt. Die Siedetemperatur sinkt immer tiefer. Durch abwechslungsweises Drucknehmen und Druckgeben kann das Wasser sieden oder zu sieden aufhören.

Die Temperaturgrenze, bis zu der das Wasser eben noch zum Sieden gebracht werden kann, ist von der Leistungsfähigkeit der Wasserstrahlpumpe und vom herrschenden Wasserdruck abhängig. Ob die Siedetemperatur etwas höher oder tiefer liege, der Schüler wird auf jeden Fall gefesselt durch die Beobachtung des plötzlichen Siedeeinsatzes.

Versuch 4b. Durch Abkühlung kann das Wasser zum Sieden gebracht werden



Material

Rundkolben aus druckfestem Glas
Gummizapfen, evtl. mit eingesetztem Thermometer

Versuchsverlauf

Dieser Versuch erfordert vom Experimentator Gewandtheit und Vorsicht. Will der Siedevorgang einsetzen, drückt man den Gummizapfen gut in den Hals des Rundkolbens, kehrt ihn um, stellt ihn evtl. in ein Stativ und lässt ohne Zaudern kaltes Wasser über den Rundkolben. Die heute käuflichen Hartglasrundkolben ertragen diesen raschen Temperaturwechsel ohne weiteres. Bei der eintretenden Kondensation des Wasserdampfes entsteht ein Unterdruck, so dass das Wasser trotz Abkühlung zum lebhaften Sieden kommt.

Man tut gut, die Hand mit einem Lappen oder Asbesthandschuh zu schützen.

Der Gummizapfen kann evtl. durch den grösseren äusseren Luftdruck in den Hals des Kolbens gedrückt werden, vielleicht so tief, dass man ihn von Hand nicht mehr herausziehen kann. Man tut darum gut, einen möglichst hohen Zapfen zu verwenden.

Um den Korkzapfen doch wieder herauszubekommen, wird der Rundkolben wieder auf die Flamme gesetzt und erhitzt. Mit kräftigem Knall und unter Mitreissen von Wassertropfen wird er nach einiger Zeit weggejagt.

Man wird gut tun, diese Versuche mit genügend geprüften Rundkolben auszuführen.

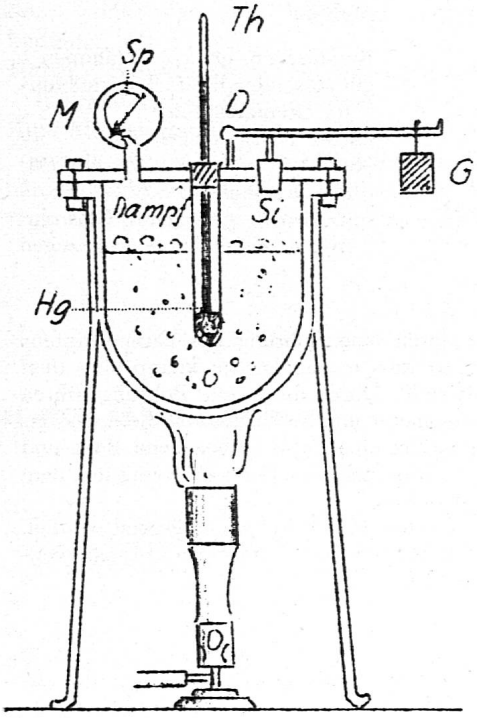
Versuch 5a. Das Sieden des Wassers bei erhöhtem Druck

Dieses physikalische Gesetz kann auf verschiedene Art gezeigt werden. Nehmen wir vorerst an, dass ein Papinscher Topf zur Verfügung stehe.

Material

Papinscher Topf
destilliertes Wasser

Versuchsaufbau



Dampfkessel, luftdicht verschraubt, mit Stativ

M = Manometer mit spiralig gebogenem Kupferrohr (Sp)

Si = Sicherheitsventil mit Drehpunkt D und angehängtem Gewicht G

Th = Thermometer, steckt in einem Eisenrohr, das unten etwas Quecksilber hat

Ein solcher Topf nach Papin kann z. B. von der Phywe, Göttingen, bezogen werden.

Damit sich im Laufe der Zeit im Kessel keine Kalkschicht bildet, verwende man destilliertes Wasser; Füllung bis zur

Hälfte. Die Kontrolle des Wasserstandes geschieht mit einem Stechheber.

In das Eisenrohr gibt man etwas Quecksilber. Dadurch erreicht man eine gute Wärmeleitung zwischen Wasser und Thermometer.

Versuchsablauf

Man beginne mit der Erhitzung des Wassers bei offener Füllöffnung (Füllöffnung in der Figur nicht gezeichnet) und schliesse erst beim Entweichen von Dampf. Dadurch erreicht man, dass nur Dampf im Kessel ist.

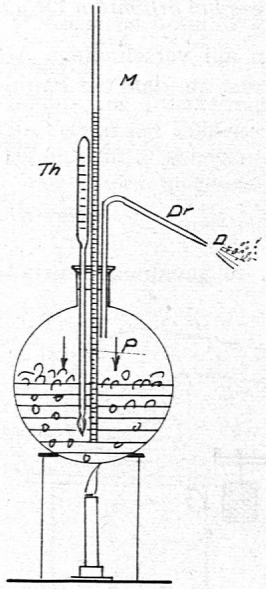
Das Thermometer steigt nun über 100°. Gleichzeitig zeigt das Manometer Ueberdruck an. Die gleichzeitigen Werte können in einer Tabelle zusammengetragen werden. Es empfiehlt sich, die Erwärmung nicht zu stark zu forcieren.

Die Funktion des Sicherheitsventils soll ebenfalls vorgeführt werden durch Verschiebung des Gewichts G.

Es ist Pflicht, den Papinschen Topf vor der Vorführung, ohne Schüler, zu prüfen und ihn stärker zu belasten, als das nachher im Demonstrationsunterricht geschieht.

Versuch 5b. Das Sieden bei erhöhtem Luftdruck, gezeigt mit siedendem Wasser im Rundkolben

Dieser Versuch bildet eine gute Ergänzung zum Versuch mit dem Topf nach Papin, da er den Druck durch eine Wassersäule zeigt und die Temperatur im Zusammenhang damit jederzeit abgelesen werden kann.



Material

Rundkolben, etwa 2 l Volumen
gut passender, dreifach durchbohrter Gummizapfen
langes Thermometer (Th)
etwa 1,5 m langes Glasrohr (M) als Druckmesser
spitzwinklig gebogenes Glasrohr, in eine feine Düse ausgezogen

Versuchsaufbau

Zuerst führen wir durch eine Bohrung des Gummizapfens das lange Glasrohr so, dass es nachher bis knapp über dem Grund des Kolbens steht. Durch die zweite Bohrung führen wir das lange Thermometer und endlich durch die dritte das spitzwinklig gebogene, in eine Düse ausgezogene Rohr und sorgen dafür, dass es innerhalb des Gefässes wenig aus dem Gummizapfen herausschaut.

Nun kann der Verschluss in den Kolben eingesetzt werden, und zwar kräftig, damit er nicht vom Dampfdruck weggeschleudert werden kann.

Versuchsablauf

Beginnt man bei fertig am Stativ gefestigter Apparatur mit der Erwärmung, dann zeigen sich zuerst die üblichen Erscheinungen, wie sie bis dahin durch die Versuche gezeigt wurden.

Die Temperatur steigt bei fortschreitender Erwärmung bis auf 99°, wobei nun aber der Siedevorgang noch nicht einsetzt. Das Wasser steigt im Rohr M und zeigt den Druck an.

In der Folge beginnt nun das Wasser zu sieden. Das Thermometer zeigt eine 100° übersteigende Temperatur an.

Wird weiter erhitzt, dann erhöht sich der Druck auf 10, 20, 30 ... cm WS, und entsprechend steigt auch die Siedetemperatur.

Da der Siedevorgang nicht gleichmässig abläuft, schwankt die Drucksäule und zeigt so jede kleinste Druckänderung mit grosser Empfindlichkeit an. Durch die Düse D schiesst ein feiner Dampfstrahl und sorgt, dass der Druck im Kolben nicht zu hoch steigt. Dieses Dampfrohr ist also unser Sicherheitsventil. Je feiner die Düsenöffnung ist, desto höher steigt der Druck. Seine Höhe ist natürlich auch von der Stärke der Erwärmung abhängig.

Unsere Versuche ergaben eine Siedetemperatur von etwa 104° und eine Wassersäule von etwa 150 cm.

Stärkere Erwärmung nur zu Probezwecken, die also bei Schülern nicht ausgeführt werden soll, ergab auch bei überströmendem Wasser aus dem Rohr M keine Unannehmlichkeiten.

Dieser Versuch ist für Lehrer und Schüler immer spannend, da er reich an Beobachtungsmöglichkeiten ist und zu vielen Fragen und Begründungen reizt.

Versuch 6. Sieden bei erhöhtem Luftdruck, gezeigt mit dem Dampfkochtopf Plusvit 4

Das Sieden und Kochen im Dampfkochtopf hat heute grosse Verbreitung gefunden. Einerseits wird aus diesem System grosser Nutzen gezogen, anderseits schrecken auch Hausfrauen vor dem Gebrauch zurück.

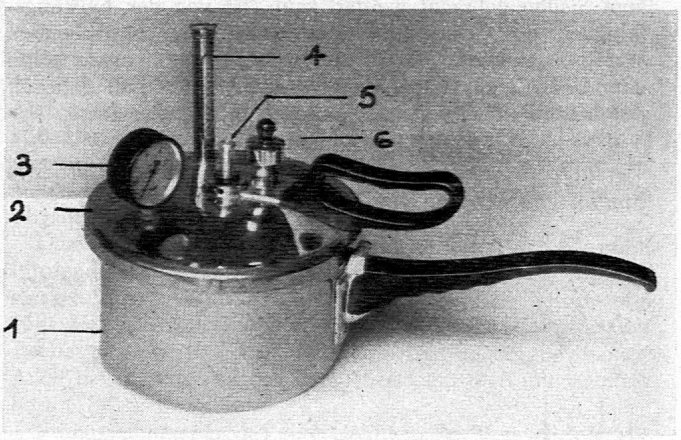
Es sollen durch diese Versuche die Schüler und besonders die Töchter mit den physikalischen Problemen dieser Kochart bekannt gemacht werden, so dass sie nur Gefahren dort sehen, wo wirklich solche sind.

Die Firma Gröninger AG, Aluminium- und Metallwarenfabrik in Binningen BL, hat zu Demonstrationszwecken einen ihrer Dampfkochtöpfe mit Manometer und Thermometer ausgerüstet und gibt diesen 4-Liter-Topf an Schulen für total etwa 80 Franken ab.

Material

Plusvit, Dampfkochtopf, 4 l Volumen
passende Heizplatte, etwa 1200 Watt

Beschreibung



1 Kasserolle mit Griff
2 Deckel mit Griff
3 Manometer
4 Thermometer
5 Druckanzeiger mit rotem Ring
6 das Sicherungs-Gewichtsventil

Der Plusvit besteht aus einer kräftigen Kasserolle mit handlichem Griff. Der Deckel trägt ein Thermometer, dessen unterer Teil in den Topf ragt und dessen oberer Teil in einer Metallhülse steckt. Weiter trägt er ein Manometer mit gut

sichtbarer Einteilung bis 3 at; gemessen werden jedoch nur Drucke bis etwa 0,8 atü. Im Mittelpunkt des Deckels ist ein Druckanzeiger in Form eines roten Ringes, der auf einem Sicherheitsventil sitzt.

Auf dem Deckel sitzt zudem noch ein Gewichts-Sicherheitsventil. Kasserolle und Deckel werden durch einen Zwölfkantverschluss zuverlässig verbunden.

Bei Bezug des Plusvit werden genaue Gebrauchsanweisungen mitgegeben.

Heizung mit Gas oder Elektrizität.

Versuch a

Wir zeigen, bei Beobachtung aller Begleiterscheinungen, die Erwärmung bis zum Sieden. Menge des Wassers z. B. 2 Liter. Deckel vorläufig nicht geschlossen.

Kalorien berechnen; aufgewendete elektrische Energie.

Versuch b

Wir schliessen den Deckel, setzen aber das Gewicht beim Sicherheitsventil nicht auf (6), sondern warten, bis aus dem Ventilrohr in regelmässigem Strahl Dampf ausströmt. Damit man diesen austretenden Dampfstrahl gut beobachten kann, halten wir den innern Teil eines Esslöffels gegen den Strahl. Nun erst setzen wir das Gewicht auf das Sicherheitsrohr, wie 6 zeigt. Wir sind damit sicher, dass die Luft aus der Kasserolle ausgetrieben ist und sich darin also nur Wasser und Dampf befindet.

Es können nun folgende Beobachtungen gemacht werden:

1. Minute: Dampf und Wasser entweichen aus dem Sicherheitsrohr.
2. Minute: Nur Dampf strömt aus. Gewicht über das Sicherheitsrohr gegeben.
3. Minute: Thermometer zeigt 100° an.
4. Minute: Roter Ring (Druckanzeiger) beginnt zu steigen. Manometer zeigt 0,4 atü an. Thermometer zeigt 104°.
5. Minute: Manometer 0,7 atü. Thermometer 117°. Roter Ring steigt bis zur Kerbe. Gewichtsventilrohr bläst Dampf ab. Druck steigt nicht mehr weiter. Temperatur steigt nicht mehr weiter als etwa 118°.

Ergebnis

Bei zunehmendem Druck steigt auch die Siedetemperatur.

Abkühlen

Unbedingt den Deckel nicht öffnen, solange der Topf unter Druck steht. Der Deckel könnte infolge des Dampfdruckes weggeschleudert werden.

a) Wir überlassen den geschlossenen Topf der eigenen Abkühlung, indem wir ihn auf der ausgeschalteten Kochplatte stehenlassen. Dann zeigt sich folgendes:

1. Minute:	Druck 0,6 atü,	Temp. 118°,	roter Ring	oben
2. Minute:	Druck 0,53 atü,	Temp. 117°,	roter Ring	oben
3. Minute:	Druck 0,50 atü,	Temp. 117°,	roter Ring	oben
4. Minute:	Druck 0,4 atü,	Temp. 115°,	roter Ring	2 mm zurück
9. Minute:	Druck 0,2 atü,	Temp. 112°,	roter Ring	3 mm zurück
12. Minute:	Druck 0,1 atü,	Temp. 110°,	roter Ring	4 mm zurück
14. Minute:	Druck 0,1 atü,	Temp. 106°,	roter Ring	6 mm zurück
15. Minute:	Druck 0 atü,	Temp. 102°,	roter Ring	10 mm zurück

Wenn das Gewicht (6) jetzt leicht und vorsichtig nach oben gedreht wird, dann entweicht der letzte Wasserdampf. Luft tritt nachher in den Topf.

17. Minute: Druck 0 atü, Temp. 100°, Gewicht ist abgehoben. Roter Ring sitzt in der untersten Stellung.
18. Minute: Deckel durch Drehen abheben.

b) Wir führen den Versuch nochmals durch, bis wir wieder die folgenden Daten haben:
Druck 0,6 atü Temp. 117° roter Ring oben

Nun überlassen wir den Topf nicht sich selbst zur Abkühlung. Diesen Vorgang wollen wir rasch eintreten lassen. Wir lassen kaltes Wasser über den Deckel fliessen, so lange, bis der rote Ring unten steht, das Manometer 0 atü anzeigt und das Thermometer auf etwa 100° gesunken ist. (Sehr schön lässt sich dabei die Deidenfrostsche Erscheinung feststellen.) Der Wasserdampf in der Kasserolle kondensiert. Das Gewicht auf dem Ventil 6 soll durch drehende Bewegung abgenommen werden.

Jetzt ist der Moment da, den Deckel wegzunehmen, weil der Druck aussen und innen ausgeglichen ist.

Schlussbemerkungen

Die erwähnte Versuchsreihe vom Sieden im offenen Gefäss bis zum Dampfkochtopf kann weiter ergänzt werden, wenn man sich folgender Experimentierbücher bedient:

Hertli, Methodik und Technik der Veranschaulichung. Band Mechanik/Wärmelehre

Kurt May, Experimentierbuch Kalorik

Leicht verständlich sind die theoretischen Zusammenhänge erklärt in dem Buch: Wilhelm H. Westphal, Deine tägliche Physik.

A. Schmuki, Rorschach

Vorschriften zum Strahlenschutz im naturwissenschaftlichen Unterricht der Gymnasien

An einem Fortbildungskurs in Zürich über Fragen der Kernphysik und Kernenergie für Physik- und Chemielehrer der schweizerischen Maturitätsschulen wurde erörtert, welche Probleme aus der Atomphysik in der Schule behandelt werden können. Dabei wurde festgestellt, dass die experimentellen Schwierigkeiten zuweilen nicht leicht zu überwinden seien, dass aber der *Zeitmangel* noch viel schwerer wiege. Er vor allem sei daran schuld, dass an atom- oder kernphysikalische Probleme in den meisten Schulen gar nicht gedacht werden könne. Am Ende des Kurses kamen die Teilnehmer überein, einen kleinen Ausschuss zu beauftragen, Mittel und Wege zur Ueberwindung dieser Schwierigkeiten zu finden. Dabei war sich aber jeder bewusst, dass in einer Zeit, in welcher der Ruf nach Stoffabbau so laut ertönt, eine Einführung der Atomphysik keinesfalls leicht ist. Aus diesem Grunde wäre es sicher verfrüht, in der Schweiz jetzt schon Vorschriften über den Strahlenschutz bei atomphysikalischen Versuchen zu erlassen.

Wieso jedoch bestehen in *Deutschland* bereits derartige Erlasse? Liegen dort die Verhältnisse anders? Tatsächlich ist dem so: Der Physik- und Chemieunterricht beginnt wesentlich früher als an unseren Mittelschulen. In Deutschland stehen fast doppelt so viele Stunden dafür zur Verfügung. Wählen wir zum Vergleich die beiden am stärksten verbreiteten Gymnasial-

typen Hamburgs, das neusprachliche und das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium. Der Unterricht an diesen Schulen setzt nach *vierjähriger Primarschule* ein und gibt einen gemeinsamen Unterbau von sechs Jahren. Erst für die drei letzten Jahre vor dem Abitur werden die beiden Zweige getrennt, wobei natürlich im neusprachlichen Typ wesentlich weniger naturwissenschaftliche Stunden erteilt werden als im mathematischen; doch dauert für beide Zweige die physikalische Ausbildungszeit sechs Jahre, wenigstens wenn wir die in der Abschlussklasse freiwillig zu besuchende atomphysikalische Arbeitsgemeinschaft mitrechnen.

Das frühe Einsetzen des naturwissenschaftlichen Unterrichts wird in Hamburg übrigens dadurch ermöglicht, dass die Schüler die zweite Fremdsprache erst in der dritten und die dritte Fremdsprache erst in der siebten Gymnasialklasse des neusprachlichen Zweigs zu lernen beginnen.

Dass die Einführung des atomphysikalischen Unterrichts so rasche Fortschritte gemacht hat, hängt aber auch damit zusammen, dass das Bundesministerium einen grossen Geldbetrag beigesteuert hat, so dass für jedes Gymnasium mehrere tausend Mark für diesen speziellen Zweck verwendet werden können.

Wer die oben geschilderten Tatsachen berücksichtigt, begreift ohne weiteres, dass der von der Beratungsstelle für Naturwissenschaft in Hamburg veranstaltete Kurs zur Erläuterung der Vorschriften über den Strahlenschutz auf grosses Interesse der Physiklehrer stiess. So waren etwa achtzig Lehrer an einem eigens für diesen Kurs freigegebenen Vormittag an der Beratungsstelle versammelt, als der Unterzeichnete zufällig dort vorsprach.

Der Leiter der Beratungsstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht an Gymnasien hielt ein ausführliches Referat und führte entsprechende Demonstrationsversuche zum Thema des Strahlungsschutzes vor. Der Unterzeichnete konnte sich dabei überzeugen, wie sorgfältig alles vorbereitet war. Es wurde grundsätzlich festgestellt, kein Versuch sei so wichtig, dass er Strahlungsschäden — und seien sie noch so geringfügig — rechtfertigen könne. Die aus dieser Einstellung erwachsenen Vorschriften wurden wie folgt zusammengefasst:

Damit die Bestrahlung der Lehrer und Schüler mit Röntgenstrahlen und mit radioaktiven Strahlen im naturwissenschaftlichen Unterricht so gering bleibt, dass sie völlig unschädlich ist, erlässt die Schulbehörde die folgende Anordnung:

1. Die für Schulversuche gebräuchlichen Röntgenröhren mit kalter Kathode dürfen nur in Betrieb gesetzt werden, wenn sie in eine ausreichende Strahlenschutzvorrichtung (z. B. Kasten, der mit 1 mm Blei *fugenlos* ausgeschlagen ist) eingebaut sind. Der Leuchtschirm muss mit einer Bleiglasplatte bedeckt sein, die die gleiche abschirmende Wirkung hat wie 1 mm Blei.

2. Röntgenröhren mit geheizter Kathode, medizinische und technische Röntgengeräte dürfen für Schulversuche nicht verwendet werden.

3. Das Durchleuchten der Hand oder anderer Körperteile ist untersagt. Mit einem Zirkelkasten, einer Geldbörse oder dergleichen kann die Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen deutlich gezeigt werden.

4. Beim Nachweis der ionisierenden Strahlen ist das Röntgenstrahlbündel mit Blenden aus Blei so abzugrenzen, dass niemand von der direkten und der Streustrahlung getroffen wird.

5. Alle radioaktiven Substanzen sind wie Gifte unter Verschluss aufzubewahren, auch die radioaktiven Mineralien, wie Pechblende, Monazitsand und dergleichen. Präparate, deren Aktivität stärker als 10 Mikrocurie (entspricht einer Strahlung eines Hundertstelmilligramms Radium) ist, sind in einem Schutzbehälter aus Blei zu verwahren.

6. Den Schülern dürfen radioaktive Präparate — mit Ausnahme des Spinthariskops — nicht in die Hand gegeben werden.

Des weiteren wird verlangt, dass jeder Lehrer, der mit Präparaten umgehen will, die mehr als ein Zehnmillionstel der Strahlung eines Gramms Radium aussenden, eine Bewilligung vom Bundesatomministerium einholen muss.

Die Zusammenstellung dieser Vorschriften erfolgte unter Mitarbeit der Landesanstalt für den Physikunterricht in Baden-Württemberg und der Landesstelle für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Nordrhein-Westfalen. Dr. *Kurt Tschudin*, Basel

Der Stausee Zervreila

Zum Titelbild des Physikheftes

Zugleich Hinweis auf die Naturkunde- und Naturschutzhefte 18, 20 und 22 vom April und Mai 1960, insbesondere auf Seite 659 des letztgenannten Heftes

Der elektrische Strom, über dessen Verwendung in diesem Hefte die Rede war, ist längst zu einem wichtigen wirtschaftlichen Faktor geworden. Er spielt, als wichtigste Wasserwirtschaft, durch die Auswirkung wissenschaftlicher Erkenntnisse und deren Anwendung als Technik eine mächtige Rolle in unserem Land. Das industrialisierte, engbesiedelte Mittelland und der Jura bedürfen in stets zunehmendem Masse der Kräfte, die Maschinen treiben und Licht und Wärme in bequemer Weise zuführen. Zu ihrer Erzeugung werden Flüsse gestaut und Niederdruckwerke geschaffen; in den Gebirgskantonen ist die Entwicklung der Energiewirtschaft, zugleich wirtschaftliche Hilfe für die Bewohner, an den Bau der Stauseen gebunden. In eindrücklichster und fast beängstigender Weise wird das heute auf einer Wanderung oder einer Fahrt auf den Landstrassen am Vorder- und Hinterrhein oder im Wallis und im Berner Oberland deutlich. Zugleich vermehrt sich die Sorge um die Erhaltung der *Naturlandschaften*. Darüber war in den oben erwähnten Heften eingehend die Rede.

Gleichzeitig gilt es aber, neben dem Naturschutzgedanken im Unterricht — der immer wirklichkeitsgetreu sein soll — auch Verständnis für Umgestaltungen des produktiven und des wirtschaftlich sterilen Heimatbodens zu vermitteln. Dazu eignet sich das Fach, in dem die menschliche Herrschaft über die Naturkräfte im Zentrum steht, die Physik, ganz besonders. Auch ihr gebricht es ja nicht an Wundern, Grösse und Schönheit.

Der Stausee kann zudem, bei glücklichem Zusammenwirken von Technikern und Freunden der Urnatur, der ästhetisch erträglichste Einbruch in die Landschaft sein. Die «Natur» selbst hat ja, seitdem Bäche und Flüsse, Täler und ihre Abhänge bestehen, immer wieder Stauseen selbst geschaffen und wird weiterhin solche bilden. Der künstliche See ist nur eine systematisierte, von Nützlichkeitserwägungen geleitete Nachahmung eines Naturvorganges. Oft schliesst man dabei nur erodierte Riegel wieder, Seen zurückbildend, die im Laufe der Zeiten langsam ausgelaufen sind.

Der künstliche Stausee unseres Titelbildes[1] befindet sich zuhinterst im Tale des Valserrheins. Der Stausee, auf 1862 m Höhe ü. M. liegend, bildet den Beginn eines Stufenwerks, das im Mitteljahr 533 Mio kWh erzeugt und damit 3 % der Gesamtproduktion der schweizerischen Kraftwerke. Der Stausee Zervreila staut 100 Mio m³ Wasser. Die zugehörige Betonkubatur, 1956 beendigt, beträgt 627 000 m³. Am Fusse des Sees befindet sich das Maschinenhaus des Seekraftwerkes mit einer installierten Leistung von 20 000 kW. In einem 14,2 km langen Stollen wird das Wasser — nach Einbezug weiterer Bäche — ins Safiental hinübergeleitet, wo auf der Staukote 1720 m der künstliche *Wannasee* als Ausgleichsbecken dient. Es folgt auf 1295 m Höhe ü. M. das zweite Maschinenhaus in Safien-Platz mit 75 000 kW Leistung. Die letzte Zusammenfassung aller gesammelten Wasserkräfte erfolgt im Maschinenhaus Rothenbrunnen am Hinterrhein auf einer Höhe von 620 m ü. M. Es ist für eine Leistung von 110 000 kW eingerichtet. Dazu kommt in einem früher schon erstellten Maschinenhaus, für 25 500 kW eingerichtet, die Leitung vom Ausgleichsbecken *Eggschi*, in dem das Wasser der Safier Rabiusa auf Staukote 1151 m ü. M. gesammelt und in besonderer Stollenleitung auf den Domleschger Talboden heruntergeleitet wird. Es steht seit 1949 im Betrieb und erzeugt etwa 115 Mio kW.

Später soll auch in Eggschi ein Maschinenhaus erstellt werden, um die Höhendifferenz der Rabiusa von Safien-Platz her, rund 150 m, vermehrt um zusätzliches «veredeltes» Speicherwasser, auszunützen.

Die beschriebene Kraftwerkgruppe entstand durch die Initiative einer ursprünglich kleinen Gesellschaft, der Sernf-Niederental AG (SN). Zur Verbesserung ihrer in Schwanden vor mehr als 30 Jahren erstellten Anlage wurde zuerst die Safier Rabiusa ab Eggschi ausgenützt, dazu aber auch eine Konzession für einen Stausee in Zervreila und weitere Leitungszuflüsse im Valser- und Safiental erworben.

Diese Gesellschaft, die SN, ist mit 40 % am grossen Werk beteiligt. Neben Schwanden sind die Gemeinden St. Gallen und Rorschach Träger des Unternehmens und Bezüger des Stroms. Je 30 % gehören den *Nordostschweizerischen Kraftwerken* (NOK) und der *Motor-Columbus AG* in Baden, deren Anteil die *Aare-Tessin-Werke für Elektrizität* (ATEL) verwerten.

Das ganze Werk, in dem 231 500 kW installiert sind, erzeugt 326 Mio kWh Winter- und 207 Mio kWh Sommerenergie. Es kostete 285 Mio Franken. Die Leistungen an den Kanton Graubünden und an die beteiligten Gemeinden machen ohne die Steuern der Werkangestellten jährlich 2 Mio Franken aus. Safien und Vals erhalten zudem Strom zu sehr günstigen Bedingungen. 30 Gemeinden sind an der Konzession beteiligt.

Der Gemeindepräsident von Vals hat zum Werkbau geschrieben, dass die Mittel, die den Berggemeinden daraus zukommen, diesen die chronischen Finanzsorgen abnehmen. Der Segen und der grosse Nutzen, den die Kraftwerke den armen Berggemeinden bringen, «stehen ausser Zweifel, und es ist nur zu hoffen, dass noch möglichst viele Bündner Gemeinden in den Genuss dieser glücklicherweise heute in Graubünden hochaktuellen Industrie gelangen». *Sn*

[1] Mit Erlaubnis der schönen und reichhaltigen Monatsschrift «Terra Grischuna – Bündnerland», dem offiziellen Organ der *Pro Rätia* entnommen. Verlagsadresse: Postfach Basel 9. Heft 3, 1958, Sonderausgabe über die Kraftwerke Zervreila.

Kantonale Schulnachrichten

Baselland

Aus den Verhandlungen des Vorstandes des Lehrervereins Baselland vom 20. August 1960

1. Der Präsident und der Beauftragte für Versicherungsfragen orientieren den Vorstand des Lehrervereins über ihre Eingabe an den Regierungsrat bezüglich einer kürzlich ausgesprochenen Invaliditätspensionierung eines Kollegen. Bei diesem Anlasse bittet der Vorstand alle Kolleginnen und Kollegen, sich im Falle einer durch den Arzt angeratenen vorzeitigen Pensionierung mit dem Beauftragten für Versicherungsfragen, Dr. Otto Rebmann, Liestal, oder dem Präsidenten des Lehrervereins zu besprechen.

2. Auf Ersuchen der Ortssektion Basel des SHAG (Schweizerisches Hilfswerk für aussereuropäische Gebiete) hat sich der Lehrerverein Baselland ebenfalls in das Patronatskomitee für die im September zur Durchführung gelangende «Reisaktion» einreihen lassen.

3. Der Vorstand ist erfreut, in seiner nächsten Sitzung vom 2. September die Mitglieder des Vorstandes des Aargauischen Lehrervereins begrüssen zu können.

4. Durch eine Konferenz interessierter Verbände mit der Aufsichtskommission der Gewerbeschule Liestal und eine nachfolgende unerfreuliche Debatte im Landrat wurde eine weitere Oeffentlichkeit auf die unhaltbaren Raumverhältnisse an der Gewerbeschule Liestal aufmerksam gemacht. Der Vorstand des Lehrervereins stellt sich voll und ganz hinter die seit Jahren protestierenden verantwortlichen Organe der Gewerbeschule und ihre Lehrerschaft. Im besondern dankt er unserm Herrn Erziehungsdirektor und dem Gesamtregierungsrat für die konsequente Haltung und die Missbilligung der im Landrat gegen die bereits in Notwehr handelnde Aufsichtkommission ausgesprochenen Tadel. Der Lehrerverein erwartet auch, dass der Landrat die prekären Verhältnisse an unsern Gewerbeschulen raschestens einer befriedigenden Lösung zuführt.

5. Die im Jubiläumsjahresbericht des Erziehungsheims Schillingsrain und in der Folge auch in der Presse einmal mit aller Deutlichkeit ausgesprochenen Gründe, die zur Zerrüttung der familiären Verhältnisse und der für unsere Kinder so notwendigen Geborgenheit führen und die grosse Zahl der Ehescheidungswaisen in die Erziehungsheime liefern, finden die volle Unterstützung des Vorstandes.

6. Dr. Otto Rebmann orientiert den Vorstand über die abgeschlossene Arbeit der Subkommission für die Statutenrevision der Beamtenversicherungskasse. Die Verwaltungskommission beginnt nun die erste Lesung des Statutenentwurfes.

7. Der Index der Lebenshaltungskosten erkletterte Ende Juli den noch nie erreichten Höchststand von 183,7 Punkten.

8. Langenbruck geht als weitere Gemeinde daran, für seine Lehrer eigene Wohnungen zu erstellen.

9. Inspektor Grauwiller und der Vorstand besprechen noch einige Einzelfragen der bevorstehenden Kantonalkonferenz, die dieses Jahr als pädagogische Fahrt ins Zürcher Oberland geplant ist. Wie alle früheren, ebenfalls von Inspektor Grauwiller organisierten pädagogischen Fahrten wird auch diese — letztmalig unter seiner Leitung stehende Fahrt — uns Baselbieter Lehrern wertvolle Eindrücke und Erinnerungen hinterlassen.

10. Allen Rektoren und Schulvorstehern unseres Kantons wurde durch den Lehrerverein, der Kollektivmitglied des Basler Theatervereins ist, eine Einladungskarte für die Freilichtaufführung vom 23. August der «Lustigen Weiber von Windsor» zugestellt. Mit der Karte konnte jede Lehrerschaft kollektiv verbilligte Billette für diese Theatervereins-Sondervorstellung beziehen. Der Vorstand hofft, dass von dieser alljährlich gebotenen Möglichkeit ausgiebig Gebrauch gemacht worden ist. Anfang September erscheinen die Bonhefte der neuen Spielsaison 1960/61. Unsere Mitglieder werden mit besonderem Zirkular über alles Notwendige aufgeklärt werden. *Bis auf weiteres gelten für alle Aufführungen der «Komödie» und des Stadttheaters Basel die Gutscheine des Bonheftes 1959/60.* *E. M.*

Mitteilung der Redaktion

Zum 100. Todestag des Komponisten und Schulgesangsförderers *Friedrich Silcher*, der auf den Tag der Ausgabe dieses Heftes fällt, haben wir von einem fachkundigen Kollegen einen Nachruf bereitstellen lassen. Wegen Raummangels in diesem Sonderheft mussten der Beitrag und einige weitere Berichte um eine Woche zurückgestellt werden.

Schriftleitung: Dr. Martin Simmen, Luzern, Dr. Willi Vogt, Zürich. Büro: Beckenhofstr. 31, Zürich 6. Postfach Zürich 35 Tel. 28 08 95 - Administration: Morgartenstr. 29, Zürich 4, Postfach Zürich 1, Telephon 25 17 90, Postcheckkonto VIII 1351

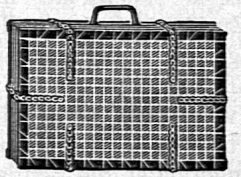
INSTITUT Tschulok

Direktion: Dr. A. Strutz und H. Herzog - Zürich
Plattenstrasse 52 Telephon 32 33 82

Maturitätsschule — Vorbereitung auf Matura und ETH
Semesterbeginn: Mitte Oktober

Sekundarschule — 3 Klassen, staatlich konzessioniert

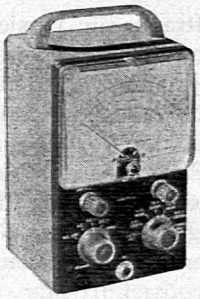
GITTER-PFLANZENPRESSEN



46/31 cm, verstellbar, mit solidem Griff, schwarz lackiert Fr. 29.90. Leichte Ausführung 42/26 cm, 2 Paar Ketten Fr. 25.—. **Presspapier** (grau, Pflanzenpapier), gefalzt, 30/45 cm, 500 Bogen Fr. 47.—, 100 Bogen Fr. 10.40. **Herbarpapier** (Umschlagbogen), gefalzt, 45/26 cm, 1000 Bogen Fr. 85.—, 100 Bogen Fr. 11.50. **Einlageblätter**, 26/45 cm, 1000 Blatt Fr. 42.—, 100 Blatt Fr. 5.40.

LANDOLT-ARBENZ & CO. AG ZÜRICH Bahnhofstrasse 65

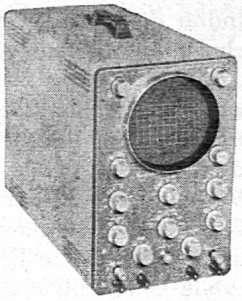
Messgeräte-Bausätze für den Physik-Unterricht



V-7A-Röhrenvoltmeter

Für Gleich- und Wechselspannung sowie Widerstandsmessungen.
Je 7 Messbereiche von 1,5 V bis 1500 V Endausschlag. Skala für Spitzenspannungsmessung

Bausatz Fr. 165.—
montiert Fr. 217.—



0—12
Kathodenstrahl-Oszillograph

3 Hz bis 5 MHz
Vertikal- und Horizontalverstärker mit Gegentaktendstufe

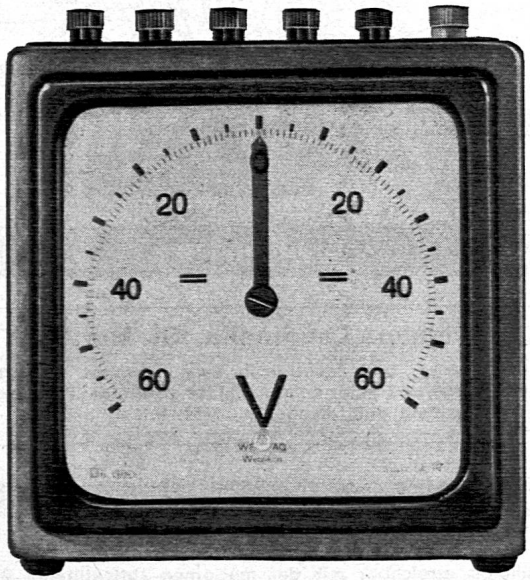
Bausatz Fr. 465.—
montiert Fr. 630.—

Verlangen Sie unsere Druckschrift LE 1. Sie gibt Ihnen eine ausführliche Darstellung über alle HEATH-Bausätze unseres umfangreichen Lieferprogramms.

Heathkit

TELION

Albisriederstrasse 232
ZÜRICH 47
Telephon (051) 54 99 11



Schulinstrumente

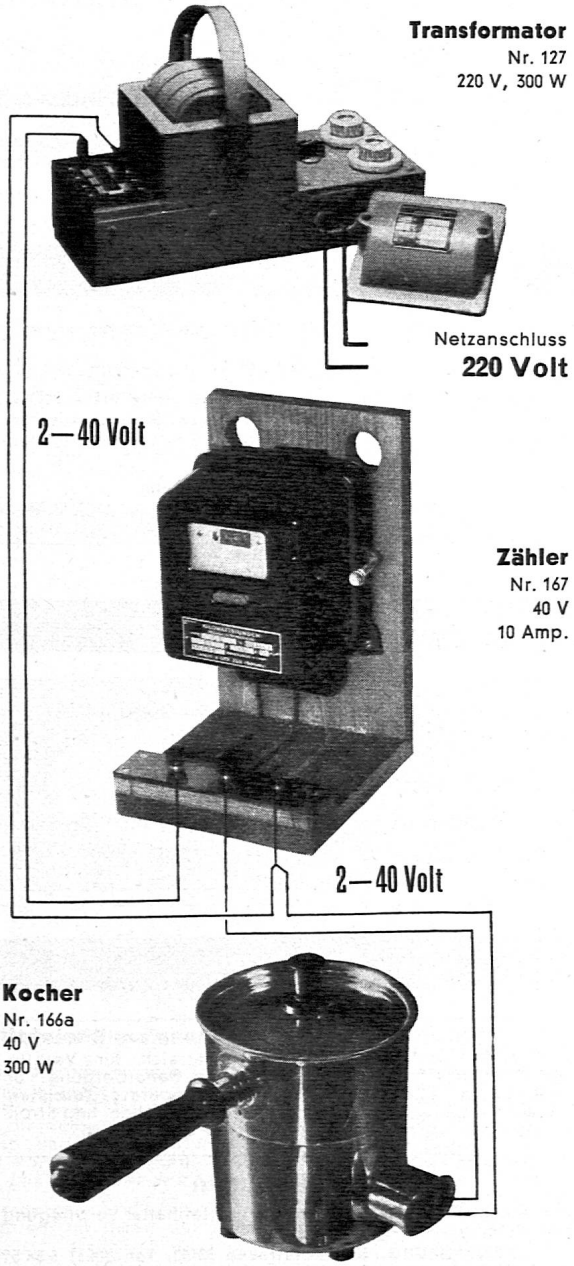
als Drehspul-Volt- oder -Amperemeter, mit auswechselbaren Ziffernscheiben, Long-scale-Typ, Zeigerausschlag 250 °, Skalalänge 260 mm. Ein Qualitätserzeugnis der

FAMESA, Fabrik elektrischer Instrumente AG
Wetzikon ZH Telephon (051) 97 89 54

Zürich *Institut* **Minerva**

Handelsschule Vorbereitung:
Arztgehilfinnenschule **Maturität ETH**

Zu verkaufen
MITTLERES HOTEL
Nähe Davos; 70 Betten, 70 Matratzenlager
Günstig für Kolonie
Offerten unter Chiffre OFA 593 Ze an Orell Füssli-Annoncen, Zürich 22.



Vorführungsgeräte für Schulen

durch Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
Dreikönigstrasse 18, Zürich 2

Lehrmittel • Apparate • Demonstrationsmodelle — PHYSIK

AWYCO AG
OLTEN
Ringstr. 31 Tel. (062) 5 84 60

NEVA LEHRGERÄTE
zur Demonstration der physikalischen Grundlagen in
MECHANIK • OPTIK • WÄRMELEHRE • AKUSTIK • ELEKTRIZITÄT
ermöglichen den Aufbau von 50–100 Versuchen nach Baukastenprinzip an Hand der Gebrauchsanweisungen in wenigen Minuten auch während des Unterrichts
Die einzelnen Geräte eignen sich ausgezeichnet zum Demonstrieren durch den Lehrer und zu Schülerübungen

Prospekte und Vorführung der Geräte auf Anfrage

Ferien und Ausflüge

Tessin

LUGANO

Sonne, Ruhe und Erholung im Ferienparadies VILLA MOLLI. Grosser Garten, Schwimmbassin, wunderbare Aussicht, 15 Minuten von Bahnhof und Zentrum. Zimmer mit Frühstück ab Fr. 7.50.

GARNI VILLA MOLLI, via Tesserete 55, **Lugano**
Tel. (091) 2 89 13 E. Merk

Zürich

BUFFET
H B
ZURICH
R. Candrian-Bon

für Schulen
10% Spezial-Rabatt

Ostschweiz

Alkoholfreies
Hotel-Restaurant
OBERBERG
NEUHAUSEN AM RHEINFALL

Neuhausen am Rheinfall
empfiehlt sich für Verpflegung und Beherbergung von Schulen. Separates **Touristenhaus** mit Pritschen und Strohlager für 50 Personen.

Schaffhausen

Die **alkoholfreien Gaststätten** für vorteilhafte Verpflegung von Schulen:
RANDENBURG, Bahnhofstrasse 58/60, Tel. (053) 5 34 51
GLOCKE, Herrenacker, Tel. (053) 5 48 18

Alkoholfreies Restaurant Volksheim, Stein am Rhein

empfiehlt sich den werten Schulen, Vereinen und Jugendgruppen. Preiswerte Mittagessen und gutes Hausgebäck.
Telephon (054) 8 62 28

Skiferienlager

für Schulen und Vereine. Bis Anfang Februar und ab Ende Februar 1961 bietet das

Kurhotel Waldheim Mels

bei Sargans im Pizolgebiet (Nähe Seilbahn Wangs—Pizol)

etwa 50 Personen beste Unterkunft. Schönes Skigelände für Anfänger und Fortgeschrittene. Günstige Preise. Anfragen an Familie **Kalberer-Schlegel,** Telephon (085) 8 02 56.

BRAUNWALD

1300—1900 m

Lohnendes Ziel Ihrer Schulreise
Drahtseilbahn
Sesselbahn Gumen

Graubünden

Kantoreihaus Laudinella, St. Moritz

für Schullager und Schulreisen sehr geeignet. Sonnige, schöne Lage und guter Komfort. Mässige Preise. Prospekte bei der Leitung des Hauses. Tel. (082) 3 33 40.

Ein Ziel für Ihre diesjährige Schulreise? Kennen Sie

Gotschnagrat ob Klosters?

Mühelos erreichbar mit der modernen Luftseilbahn. Der Ausgangspunkt herrlicher Bergwanderungen ins Parsenngebiet. Stark ermässigte Fahrpreise für Schulen. Bergrestaurant. Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Verlangen Sie bitte Vorschläge und Prospekte bei der **Betriebsleitung der Luftseilbahn Klosters-Gotschnagrat-Parsenn, Klosters,** Telephon (083) 3 83 90.

Weissfluhgipfel

(2844 m ü. M.)

Grossartige Rundsicht in die Alpen, Ausgangspunkt reizvoller Wanderungen; **deshalb das ideale Ausflugsziel!**

DAVOS-PARSENN-BAHN
Luftseilbahn Parsenn—Weissfluhgipfel
(Sommerbetrieb: 19. Juni bis 2. Oktober 1960)

Berner Oberland

Grindelwald **Hotel-Restaurant Bodenwald**
bei der Station Grund. Grössere Räume für Schulen und Gesellschaften. Neue Matratzenlager. Reichliche, gute Verpflegung. Schöne Ausflugsmöglichkeiten.
Familie R. Jossi, Telephon 3 22 42

Zentralschweiz

ETZEL-KULM 1100 m über Meer
Sehr lohnendes Ausflugsziel. Praktisch in Verbindung mit Einsiedeln und Rapperswil. Kürzester Aufstieg von Schindellegi. **K. Schönbächler,** Tel. (051) 96 04 76

PIZOL

Ein herrliches Touren- und Wandergebiet mit einzigartiger Rundsicht, 6 Bergseen, reicher Alpenflora und guten Unterkunftsmöglichkeiten.

Bequem erreichbar mit Kabinenbahnen und Sesselliften ab Bad Ragaz und Wangs.

Mit Prospekten und Vorschlägen für schöne Schulausflüge dienen gerne die **Verkehrsbüros Bad Ragaz** (Telephon 085/9 12 04) und **Wangs** (Telephon 085/8 04 97).

Für unsere Oberschule **Zillis GR** suchen wir auf kommenden Herbst einen reformierten

Lehrer

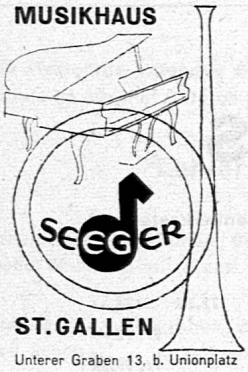
Schuldauer: 32 Wochen.
Gehalt: das gesetzliche plus Zulagen nach Vereinbarung.
Auskunft erteilt und Anmeldungen nimmt bis 5. September 1960 entgegen der

Primarschulrat Zillis Tel. (081) 8 62 18

Gesucht Lehrer

an die Mittelschule (3., 4. und 5. Primarschulklasse) Obermumpf AG zur Aushilfe. Die Stelle kann übernommen werden als Provisorium, jedoch auch mit Bewerbung um spätere Wahl. Anfragen sind zu richten an den Präsidenten der Schulpflege, Herrn Julius Stocker, Vizeammann, Obermumpf, Telephon (064) 7 21 79.

MUSIKHAUS



ST. GALLEN
Unterer Graben 13, b. Unionplatz
Telefon 071 / 22 16 92

Verlorene Jahre, verpasstes Glück!

Warten Sie nicht,

bis Sie sich diesen Selbstvorwurf machen müssen, und legen Sie rechtzeitig — ein altes, überlebtes Vorurteil, das heute längst keine Berechtigung mehr hat und Sie zu qualvoller Einsamkeit verurteilt, beiseite schiebend — Ihre Wünsche und Sorgen um den zukünftigen Lebensgefährten, die passende Partnerin, in die bewährten Hände einer diskreten, zuverlässigen, seriösen und verantwortungsbewussten Eheberaterin, die über weitreichende Beziehungen verfügt, sich über ihre erfolgreiche Tätigkeit ausweisen kann und die auch Ihnen ans Ziel Ihrer Wünsche verhelfen möchte.

Lassen Sie nicht kostbare Zeit verstreichen und verkleinern Sie nicht selbst Ihre besten Chancen, indem Sie untätig zuwarten, ob Ihnen der Zufall ans ersehnte Ziel verhilft oder auch nicht.

Schreiben Sie heute noch um diskrete Zusendung meines **Gratisprospektes.** Besuche bedingen **frühzeitige** Verständigung.

Frau M. Winkler

Mühlebachstrasse 35 Zürich 8 Telephon (051) 32 21 55 oder 88 92 64

Lernt Sprachen im Sprachgebiet

Europäische Sprach- und Bildungszentren

Beginn neuer Dreimonatskurse

zu gründlicher Sprachausbildung im **September/Oktober**

Bournemouth, London, Lausanne, Florenz und Barcelona

Auskunft und Prospekte: **Europäische Sprach- und Bildungszentren,** Zürich 1/39, Talacker 30, Tel. (051) 25 46 25

Bezugspreise:

		Schweiz	Ausland
Für **Mitglieder** des SLV	jährlich	Fr. 15.—	Fr. 19.—
	halbjährlich	Fr. 8.—	Fr. 10.—
Für **Nichtmitglieder**	jährlich	Fr. 19.—	Fr. 24.—
	halbjährlich	Fr. 10.—	Fr. 13.—

Bestellung und Adressänderungen der **Redaktion der SLZ,** Postfach Zürich 35, mitteilen. **Postcheck der Administration VIII 1351**

Insertionspreise:

Nach Seitenteilen, zum Beispiel:
1/4 Seite Fr. 114.—, 1/8 Seite Fr. 58.—, 1/16 Seite Fr. 30.—
Bei Wiederholungen Rabatt
Insertionsschluss: Freitag morgen 9 Uhr
Inseratenannahme:
Conzett & Huber, Postfach Zürich 1, Tel. (051) 25 17 90

Die Gemeinde Klosters-Serneus sucht zufolge Demission des bisherigen Stelleninhabers einen tüchtigen

Lehrer

an die Oberschule in Serneus.

Schuldauer: 34 Wochen inkl. 4 Wochen Ferein.

Gehalt: Gemeinde und Kanton Fr. 8450.— Minimum und Familienzulage Fr. 300.—, Kinderzulage Fr. 120.— plus Teuerungszulagen.

Anmeldungen mit Schul- und Arztzeugnis sind erbeten bis 26. August an den Schulratspräsidenten, **A. Rüedi-Schmid, Serneus.**

Der Schulrat

Technikum Winterthur

Auf 16. April 1961 ist eine neugeschaffene

Lehrstelle für Englische und Deutsche Sprache

zu besetzen. Gesucht wird ein jüngerer Philologe mit abgeschlossenem Hochschulstudium und Lehrbegabung.

Auskunft über die Anstellungs- und Besoldungsverhältnisse sowie über die einzureichenden Unterlagen erteilt die Direktion des Technikums Winterthur, der die Bewerbungen bis Montag, den 12. September 1960, einzureichen sind.

Gesucht

für die Gesamtschule in Grüsch-Ueberlandquart tüchtiger(e)

Lehrer(in)

18 Schüler, Schuldauer 32 Wochen inkl. 2 Wochen bez. Ferien. Entlöhnung nach dem kantonalen Gesetz über die Besoldung der Volksschullehrer. Lehrerwohnung im Schulhaus, schöne, ruhige Lage.

Anmeldung unter Beilage der üblichen Ausweise bis **25. August.** Tel. Auskunft (081) 5 22 32 / 5 23 14.

Der Schulrat

Kantonsschule Trogen

Auf Beginn des Wintersemesters (18. Oktober) ist die Stelle

eines Hilfslehrers

für den Unterricht in Deutsch, Französisch, Geschichte, evtl. auch Englisch auf der Unterstufe zu besetzen. Als Anwärter kommen **Sekundarlehrer** der sprachlich-historischen Richtung oder Kandidaten der philosophischen Fakultät I in Frage. Für Sekundarlehrer besteht die Möglichkeit einer baldigen definitiven Anstellung.

Nähere Auskünfte können beim Rektorat eingeholt werden.

KOSMOS

die interessanten und lehrreichen Experimentierkasten auf den Gebieten der

Chemie	**Fr. 31.50**	**72.50**	**135.—**
Elektrotechnik			**Fr. 92.—**
Radio und Elektronik			**Fr. 98.50**
Technik			**Fr. 37.50**
usw.			

Verlangen Sie unverbindlich Spezialprospekte aus dem

SPEZIALHAUS FÜR SPIELWAREN

FRANZ CARL WEBER

Zürich Zch.-Altstetten Zch.-Oerlikon Zch.-Schwamendingen Baden Bern Biel Basel Winterthur St. Gallen Luzern St. Moritz Lugano Locarno Lausanne Neuenburg Genf

Stellenausschreibung

An der **Mädchensekundarschule Basel** (Primaroberstufe, 5. bis 8. Schuljahr) sind einige Lehrstellen neu zu besetzen, und zwar:

ein bis zwei Lehrstellen auf Beginn des Wintersemesters 1960/61

weitere Stellen auf das Frühjahr 1961

Voraussetzung:

a) ein schweizerisches Primarlehrerdiplom und Praxis auf der Primarstufe oder
b) ein Diplom für die Mittelstufe (5. bis 8. Schuljahr), das dem Basler Mittellehrerdiplom entspricht, und Fähigkeit, in allen Hauptfächern der Primaroberstufe zu unterrichten, womöglich auch in einem Kunstfach (Turnen, Singen).

Dem Anmeldungsschreiben sollen beigelegt werden:

a) ein handgeschriebener Lebenslauf sowie ein kurzer Hinweis auf die Berufsauffassung des Bewerbers,
b) Diplome oder deren beglaubigte Abschriften,
c) Ausweise über die bisherige Tätigkeit,
d) ein ausgefüllter Personalbogen, der auf unserem Sekretariat (Tel. 22 04 53) bezogen werden kann.

Die Besoldungs- und Pensionsverhältnisse sowie die Witwen- und Waisenversicherung sind gesetzlich geregelt.

Die Anmeldungen sind bis zum 7. September 1960 dem Rektor der Mädchensekundarschule, Herrn Dr. Hans Strikker, Münsterplatz 17, einzureichen.

Erziehungsdepartement Basel-Stadt

Töchterschule der Stadt Zürich

Am Gymnasium der Töchterschule der Stadt Zürich (Abteilung I) ist auf Beginn des Schuljahres 1961/62

1 Lehrstelle für Geographie mit einem Nebenfach

zu besetzen. Bewerber und Bewerberinnen haben sich über ein abgeschlossenes Hochschulstudium (Diplom für das höhere Lehramt oder Doktordiplom) und ausreichende Lehrpraxis auszuweisen.

Die Besoldung beträgt für Lehrer bei 25 Pflichtstunden Fr. 16 980.— bis Fr. 22 500.— jährlich, für Lehrerinnen bei 22 Pflichtstunden Fr. 14 820.— bis Fr. 19 860.—. Mit der Wahl ist die Verpflichtung verbunden, in der Stadt Zürich Wohnsitz zu nehmen.

Die Bewerber und Bewerberinnen werden ersucht, ihre Anmeldung samt kurzem, handschriftlichem Lebenslauf auf dem offiziellen Formular, das auf dem Rektorat (Schulhaus Hohe Promenade, Promenadengasse 11, Zimmer 55, 2. Stock) zu beziehen ist, **bis 3. September 1960** mit der Aufschrift «Lehrstelle für Geographie an der Töchterschule, Abteilung I» an den Vorstand des Schulamtes, Amtshaus III, Postfach 3189, Zürich 23, zu richten. Zeugnisse sollen in Photokopie oder beglaubigter Abschrift eingereicht werden.

Der Vorstand des Schulamtes

Die Gemeinde **Valendas GR** sucht für ihre kleine Gesamtschule im Berghof Dutgien-Durisch einen

Lehrer (Lehrerin)

Schuldauer: 26 Wochen. Besoldung: die gesetzliche. Einfache Wohnung mit elektr. Kochgelegenheit vorhanden.

Nähere Auskunft geben das Erziehungsdepartement und der Schulrat. — Anmeldungen sind bis 1. September erbeten an den **Schulrat Valendas**

Gesucht

an die Gesamtschule Says einen tüchtigen

Lehrer

Schuldauer 26 Wochen (Oktober bis April). Gehalt: der gesetzliche.

Sonnige 3-Zimmer-Wohnung im Schulhaus. — Nähere Auskunft ab 19.30 Uhr durch **Telephon (081) 2 37 48.** Anmeldungen mit den üblichen Ausweisen sind zu richten bis 6. September an den **Schulratspräsidenten in Says GR.**

Lehrmittel • Apparate • Demonstrationsmodelle

NEUHEIT!

BILDBÄNDER • farbig gezeichnet • pro Band 20 Bilder • mit Textheft

eine seit langem erwartete Hilfe zur Erweiterung oder Ergänzung des Unterrichts und zu Repetitionszwecken in

PHYSIK 8 Bänder
ZOOLOGIE 6 Bänder
WELTGESCHICHTE 7 Bänder
ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER ERDE 3 Bänder

AWYCO·AG OLTEN
Ringstr. 31 Tel. (062) 5 84 60

Prospekte und Ansichtssendungen auf Anfrage

Primarschule Füllinsdorf BL (reformiert)

Infolge Aufnahme des Musikstudiums ist die Stelle eines

Primarlehrers

für die Mittelstufe auf 15. Oktober neu zu besetzen.
Besoldung: die gesetzliche plus Teuerungszulage und freiwillige Ortszulage. Der Beitritt zur Pensionskasse ist obligatorisch. Auswärtige Dienstjahre werden angerechnet.

Bewerber sind gebeten, ihre Anmeldungen mit den üblichen Ausweisen und einem Arztzeugnis bis 15. September an den Präsidenten der Schulpflege, Herrn P. Schäfer-Schlegel, Füllinsdorf, einzureichen.

Schulpflege Füllinsdorf BL

Gemeindeschule Erstfeld **Offene Lehrstelle**

Auf den 1. Oktober 1960 ist an unserer 6. Klasse der Knabenprimarschule die Stelle

eines weltlichen Lehrers

neu zu besetzen.

Besoldung nach kantonaler Verordnung. Pensionskasse. Bewerber sind gebeten, ihre Anmeldung mit den Ausweisen über den Studiengang und die bisherige Tätigkeit bis zum 31. August 1960 dem Schulrat Erstfeld einzureichen.

Erstfeld, den 9. August 1960 **Schulrat Erstfeld**

Sekundarschule Davos

Wir suchen

Stellvertreter

wenn möglich naturwissenschaftlich-math. Richtung

(evtl. Kandidat) für einige Monate.

Auskunft erteilt: Zentralschulrat Davos
Pfr. Dr. P. Dalbert, Präsident, Telephon (083) 3 62 18

Oberseminar des Kantons Zürich

Offene Lehrstelle

Am Oberseminar des Kantons Zürich ist auf Beginn des Sommersemesters 1961 die Stelle eines

Hauptlehrers

für Didaktik des Knaben- und Mädchenturnens auf der Volksschulstufe und für das Turnen der Kandidaten und Kandidatinnen zu besetzen.

Die Bewerber müssen Inhaber des eidgenössischen Turnlehrerdiploms sein, über Lehrerfahrung verfügen und die didaktische Gestaltung der Leibesübungen theoretisch und praktisch beherrschen.

Auskunft über die Dienst- und Besoldungsverhältnisse erteilt die Direktion des Oberseminars, Gloriastrasse 7, Zürich 6.

Handschriftliche Anmeldungen sind bis zum 15. September 1960 an das Oberseminar des Kantons Zürich einzureichen. Die Bewerber werden ersucht, Studienausweise und Zeugnisse beizulegen.

Primarschule Meilen

Auf Frühling 1961 sind an den Schulen von Feld-, Dorf- und Obermeilen infolge Rücktritts von Lehrkräften und Neuschaffung von Abteilungen folgende Lehrstellen zu besetzen (z. T. unter dem Vorbehalt der Zustimmung durch die Oberbehörde):

4 Lehrstellen an der Unterstufe der Primarschule

2 Lehrstellen an der Mittelstufe der Primarschule

1 Lehrstelle an der Realschule

1 Lehrstelle an der Oberschule

Die bei der BVK versicherte Gemeindezulage beträgt nach 10 Dienstjahren (unter Anrechnung auswärtigen Dienstes) Fr. 4000.— (Lehrerinnen Fr. 200.— weniger) plus 9 % TZ, für Real- und Oberlehrer zusätzl. Versuchsklassenzulage. Angenehme Arbeitsbedingungen: neue Schulhäuser, verkehrsgünstig und doch ruhig gelegen, Einklassensystem, aufgeschlossene Bevölkerung.

Bewerber(innen) mit Zürcher Lehrerpatent sind gebeten, ihre Akten (handschriftl. Lebenslauf, Zeugnisse, Stundenplan) dem Schulpräsidenten, Herrn J. Schneider, Feldmeilen, bis spätestens 20. September 1960 einzureichen.

Meilen, den 19. Juli 1960 **Die Schulpflege**

Lehrmittel • Apparate • Demonstrationsmodelle — BIOLOGIE GESCHICHTE

BILDWANDKARTEN • Vielfarbendruck • auf Leinwand mit Stäben

ENTWICKLUNG DES LEBENS 220 × 160 cm
GESCHICHTE DER MENSCHHEIT 160 × 220 cm
DAS WUNDER DES VOGELZUGES 210 × 185 cm

Zu diesen Karten sind illustrierte Begleithefte für die Hand des Schülers und als Klassenlektüre erhältlich

Prospekte und Vorführung der Karten auf Anfrage

AWYCO·AG OLTEN
Ringstr. 31 Tel. (062) 5 84 60

Der Kleinbildprojektor im naturwissenschaftlichen Unterricht

Eine Beschreibung des Zubehörs und weiterer Hilfsmittel für Versuche und Demonstrationen in Physik, Chemie und Biologie

Die Diaprojektion kann sich der moderne Lehrer kaum mehr aus seinem Unterricht wegdenken. Weniger bekannt ist, auf wie vielen weiteren Gebieten die bereits vorhandene Ausrüstung dienen könnte, ergänzte man sie um einige Zusatzgeräte und selber anzufertigende Hilfsmittel. Der vorliegende Artikel will dazu anregen und ist die gekürzte Fassung einer gleichnamigen Schrift von Dr. L. Bergmann, Honorarprofessor an der Justus-Liebig-Universität, Giessen. Sie kann durch den Photohandel bezogen werden. Einige der Hilfsgeräte sind erst in Vorbereitung.

Einleitung

Im physikalischen und chemischen Unterricht gibt es eine grosse Zahl von Versuchen, die sich nur sehr schwer ohne besondere Hilfsmittel einem grösseren Schülerkreis vorführen lassen, sei es, dass die dazu benutzten Apparate zu klein sind, so dass sie aus grösserer Entfernung nicht erkannt werden können, sei es, dass sich die vorzuführenden Erscheinungen in einer horizontalen Ebene abspielen und daher schlecht übersehen werden können. In die erste Gruppe gehört unter anderem z. B. die Vorführung elektrischer Messinstrumente im Betrieb, während die zweite Gruppe z. B. die Vorführung elektrischer

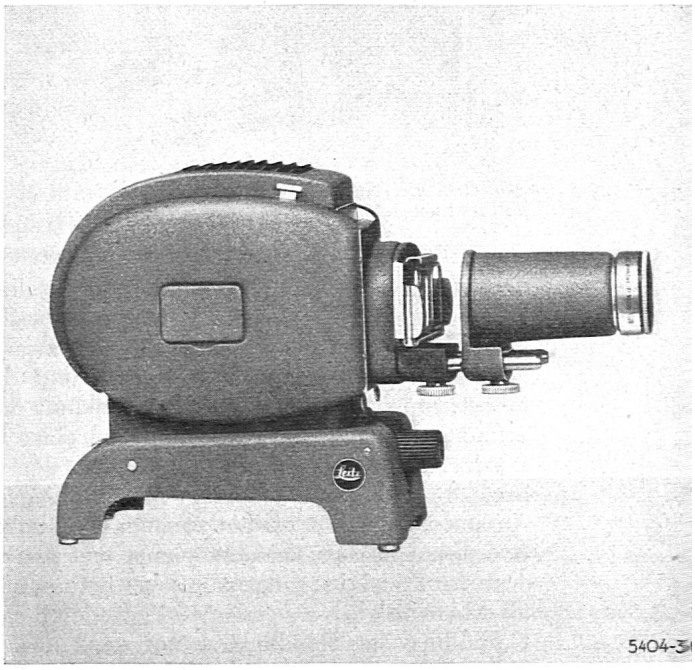


Abb. 1 Ansicht des Kleinbildprojektors Prado 250/500

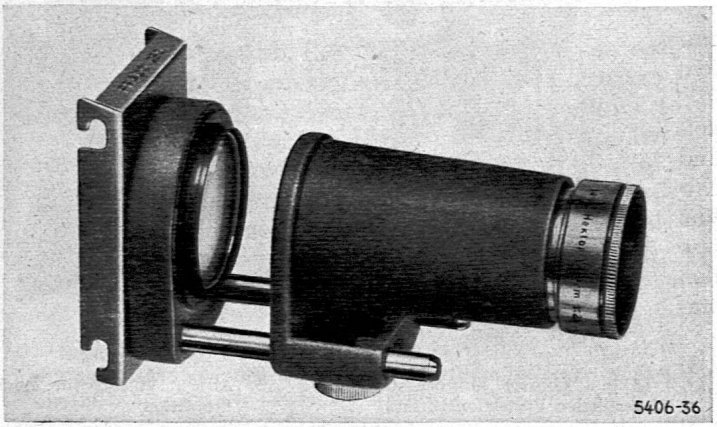


Abb. 3 Kleinbildansatz mit Stangenteil

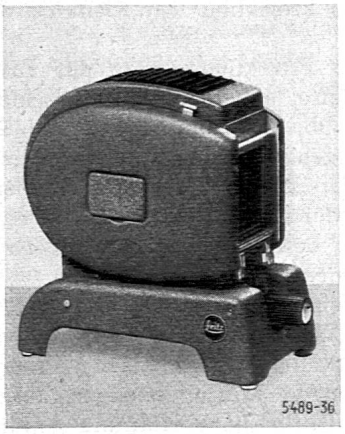


Abb. 2 Lampengehäuse

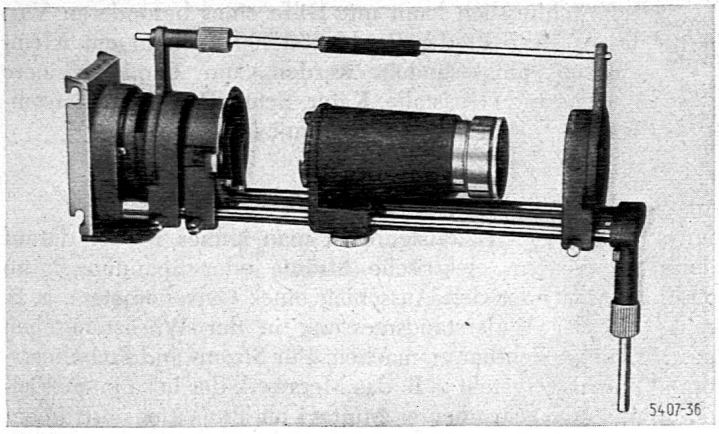
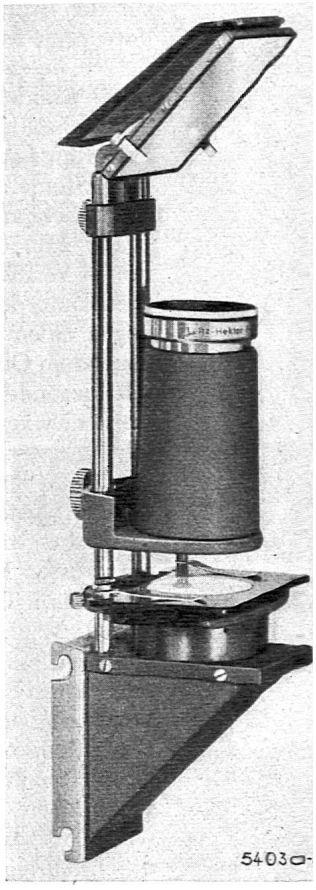


Abb. 4 Vertikaler Projektionsansatz ▶



◀ Abb. 5 Grosser horizontaler Ansatz für Versuche im polarisierten Licht

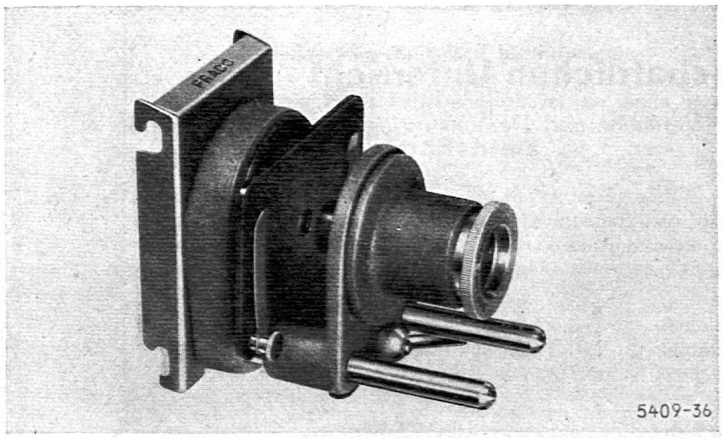


Abb. 6 Kleiner Mikroansatz

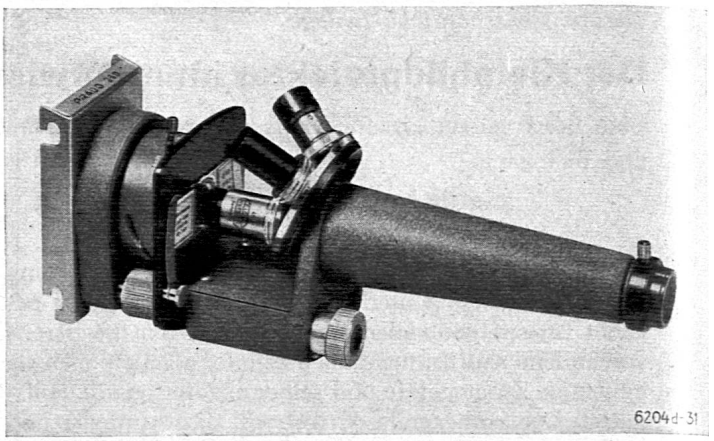


Abb. 7 Grosser Mikroansatz

und magnetischer Kraftlinienbilder sowie alle die Vorgänge umfasst, die sich auf Flüssigkeitsoberflächen abspielen. In vielen Fällen kann man sich zwar mit einer Schattenprojektion helfen, doch befriedigt diese nicht immer, zumal sie eine stärkere Verdunklung des Raumes erfordert. Im folgenden soll an Hand einer Reihe von Beispielen gezeigt werden, dass sich der Kleinbildprojektor *Prado 250/500* unter Verwendung geeigneter Ansatzstücke besonders gut zu einer lichtstarken Projektion physikalischer Versuche eignet und sich ausserdem auch zur Projektion mikroskopischer Präparate und sogar als Kleinepiskop verwenden lässt, wodurch sich für die Gestaltung des Schulunterrichtes ganz neue Möglichkeiten bieten.

Beschreibung des Projektors und der dazu verwendbaren Vorsätze

Abb. 1 gibt eine Gesamtansicht des Leitz-Kleinbildprojektors Prado 250/500 wieder, der ursprünglich nur für die lichtstarke Projektion von Kleindias 5 × 5 cm entwickelt wurde.

Der eigentliche Projektionsvorsatz mit auswechselbarer Kondensorlinse, abnehmbarem Bildschieber und auswechselbarem Objektiv kann, wie aus Abb. 2 ersichtlich, vom Lampengehäuse abgenommen und gegen eine Reihe anderer Vorsätze ausgewechselt werden. Diese Austauschbarkeit der Projektionsvorsätze ist es, die den Prado 250/500 so besonders geeignet für Demonstrationen verschiedener Art macht.

So kann der Kleinbildansatz mit Stangenteil (Abb. 3) gegen einen vertikalen Ansatz (Abb. 4) mit waagrecht liegendem Objekttisch oder gegen einen Vorsatz (Abb. 5) mit besonders langen Führungsstangen ausgetauscht werden, wie er z. B. für die Vorführung sämtlicher Erscheinungen im polarisierten Licht gebraucht wird. Weiterhin lassen sich ein kleiner Mikroansatz (Abb. 6) zur Uebersichtsprojektion mikroskopischer Präparate (Abbildungsmaßstab bis 240:1 auf dem Schirm) sowie ein grosser Mikroansatz (Abb. 7) für Abbildungsmassstäbe bis 2400:1 auf dem Schirm an den Projektor ansetzen. Wie Abb. 8 für den grossen Mikroansatz zeigt, können diese Mikroansätze auch an dem vertikalen Ansatz für die Projektion von fliessenden oder zerlaufenden Objekten benutzt werden. Ein besonderer Vorteil der Projektionsvorsätze der Abb. 4, 5 und 6 ist, dass sich das Objektiv mit seiner Halterung auf den Führungsstangen verschieben lässt, so dass zwischen Kondensor und Objektiv genügend Raum zur Verfügung steht, um durchsichtige Gegenstände grösserer Dicke zu projizieren. Schliesslich kann mit Hilfe eines besonderen Vorsatzes (Abb. 9) der Prado 250/500 auch in ein Kleinepiskop umgewandelt werden, um damit kleinere Gegenstände (Kristalle, Käfer, Schmetterlinge, Pflanzenteile usw.) im Auflicht zu projizieren.

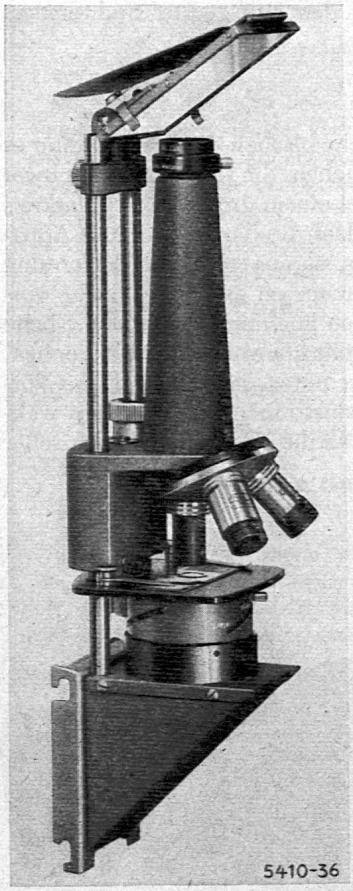


Abb. 8 Grosser Mikroansatz am vertikalen Projektionsvorsatz

Abb. 9 Vorsatz für episkopische Projektion

Projektion von elektrischen Messinstrumenten

In der Elektrizitätslehre ist man immer wieder darauf angewiesen, elektrische Ströme oder Spannungen zu messen oder den Ausschlag eines Galvanometers, z. B. bei der Widerstandsmessung in der Wheastoneschen Brücke, sichtbar zu machen. Für *Strom- und Spannungsmessungen* steht z. B. das Messwerk des bekannten Vielfachmessinstrumentes Multavi als Projektionsinstrument

zur Verfügung[1], das sich mit den Prado-Modellen 150, 250/500 projizieren lässt. Wie Abb. 10 zeigt, wird das Instrument an Stelle des Diawechslers in den Projektor eingesetzt und parallel zu dem eigentlichen Multavi-Instrument geschaltet. An letzterem lassen sich die verschiedenen Strom- und Spannungsbereiche einstellen. Abb. 11 zeigt das auf dem Bildschirm erhaltene Projektionsbild[2] des Messinstrumentes. Ein besonderer Vorteil dieser Messinstrumentenprojektion ist das Fehlen jeglicher Parallaxe bei der Ablesung der Zeigerstellung. Eine auch nur teilweise Verdunklung des Raumes, wie sie bei einer Schattenprojektion nötig ist, ist bei der grossen Helligkeit des Schirmbildes nicht erforderlich.

Es ist auch möglich, zwei Messinstrumente, z. B. ein Volt- und ein Amperemeter, gleichzeitig mit dem Projektor zu projizieren, um etwa eine Strom-/Spannungscharakteristik aufzunehmen. Mit einigem Geschick lässt sich ein solches Gerät aus zwei handelsüblichen Drehspul-Milliamperemetern, wie sie z. B. bei photographischen Belichtungsmessern benutzt werden, zusammenbauen.

Eine häufig bei elektrostatischen Versuchen vorkommende Aufgabe ist der *Nachweis elektrischer Ladungen mittels eines Elektroskopes,* das sich auf die gleiche Art aufstecken lässt. Zum Vergleich zweier elektrischer Ladungen dient ein Doppelelektroskop.

Weitere Versuche mit dem Kleinbildansatz mit Stangenteil

Die bereits oben erwähnte Möglichkeit, bei dem normalen Projektionsansatz das Objektiv genügend weit von der Kondensorlinse zu entfernen, gestattet die Projektion mancher physikalischer Erscheinungen, die sich sonst nur schwer einem grösseren Auditorium vorführen lassen.

Vorgang der Tropfenbildung

Die Schirmbilder Abb. 13a und b zeigen zwei Phasen der Tropfenbildung am unteren Ende eines Glasrohres für Wasser (links) und Alkohol (rechts). Bekanntlich ist die Grösse und Form der sich ausbildenden Tropfen durch die Grösse der Oberflächenspannung der betreffenden Flüssigkeit bestimmt. Letztere beträgt bei Wasser 72,5 dyn/cm gegenüber 22 dyn/cm bei Alkohol. Den Aufbau der Versuchsanordnung am Projektor zeigt Abb. 12.

[1] Hersteller: Fa. Hartmann & Braun, Frankfurt/Main.

[2] Dieses sowie alle folgenden Bilder projizierter Vorgänge wurden vom Bildschirm mit der Leica photographiert.

Minimalflächen-Ausbildung

Nach den Plateauschen Gesetzen über Ausbildung von Minimalflächen bei Flüssigkeitsoberflächen treffen an einer flüssigen Kante nie mehr als drei Flüssigkeitslamellen zusammen; sie bilden dabei untereinander gleiche Winkel. Dies kann man mittels der Prado-Projektion in folgender Weise zeigen: Man setzt vor den Kondensor einen etwa 1 cm starken Glastrog, auf dessen Boden man etwas Seifenlösung füllt. Bläst man nun mittels eines dünnen Schlauches in diese Lösung Luft, so bilden sich Seifenblasen, die allmählich den ganzen Trog füllen, wobei die Seifenlamellen von Wand zu Wand reichen. Das projizierte Bild des Troges zeigt Abb. 14. Man erkennt deutlich, dass sich nie mehr als drei Lamellen an einer Kante schneiden und dass die Schnittwinkel einander gleich (120°) sind.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie sich mit dem Prado unter Verwendung des normalen Projektionsansatzes physikalische Erscheinungen lichtstark projizieren lassen. Der Leser wird leicht noch weitere Versuche, z. B. aus dem Gebiet der Kapillarität, der Molekularphysik, der Wärmelehre, der Elektrolyse usw., finden.

Dass sich auch *biologische und chemische Erscheinungen* in dieser Weise in der Projektion zeigen lassen, sei durch folgende Versuche belegt:

Bringt man in eine $5 \times 5 \times 1{,}5$ cm grosse Küvette einen Spross von Elodea (Wasserpest) in Wasser, so beobachtet man in der Projektion das Aufsteigen von Gasblasen vom Sprossende. Es handelt sich dabei um Sauerstoff, der unter Einwirkung des Lichtes von den Blättern ausgeschieden wird. Dass es vornehmlich die Wirkung des blauen Lichtes ist, kann man durch Einschieben eines Rotfilters zeigen. Dass es sich bei den Gasblasen um Sauerstoff handelt, lässt sich in folgender Weise nachweisen: Der Spross von Elodea wird in der gleichen Küvette in eine reduzierte Indigokarminlösung eingelegt, die mit etwas Paraffinöl überschichtet ist. Der unter der Einwirkung des Lichtes aus den Blättern ausgeschiedene Sauerstoff oxydiert den Farbstoff, so dass sich um die Blätter blaue Wolken von oxydiertem Farbstoff bilden.

Genau so lassen sich die verschiedenen in der *chemischen Analyse* gebräuchlichen *Farbreaktionen,* die Erscheinungen der *Ausfällung* und *Auskristallisation* einem grösseren Auditorium demonstrieren. Der Vorgang der *Osmose* lässt sich folgendermassen vorführen: Man füllt in die oben angegebene Küvette eine verdünnte Kupfer-

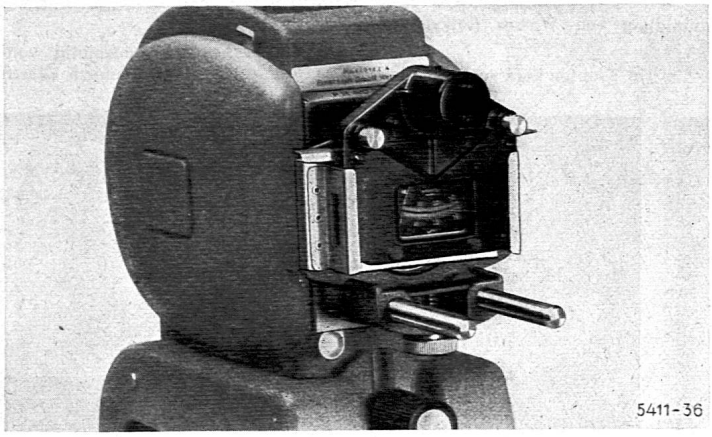
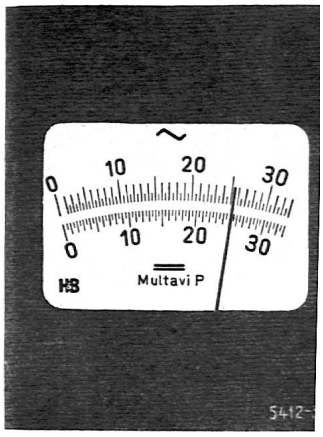


Abb. 10 Anbringung des Projektionsinstrumentes Multavi P am Prado-Projektor



Rechts aussen:
Abb. 11 Schirmbild des Projektionsinstrumentes Multavi P

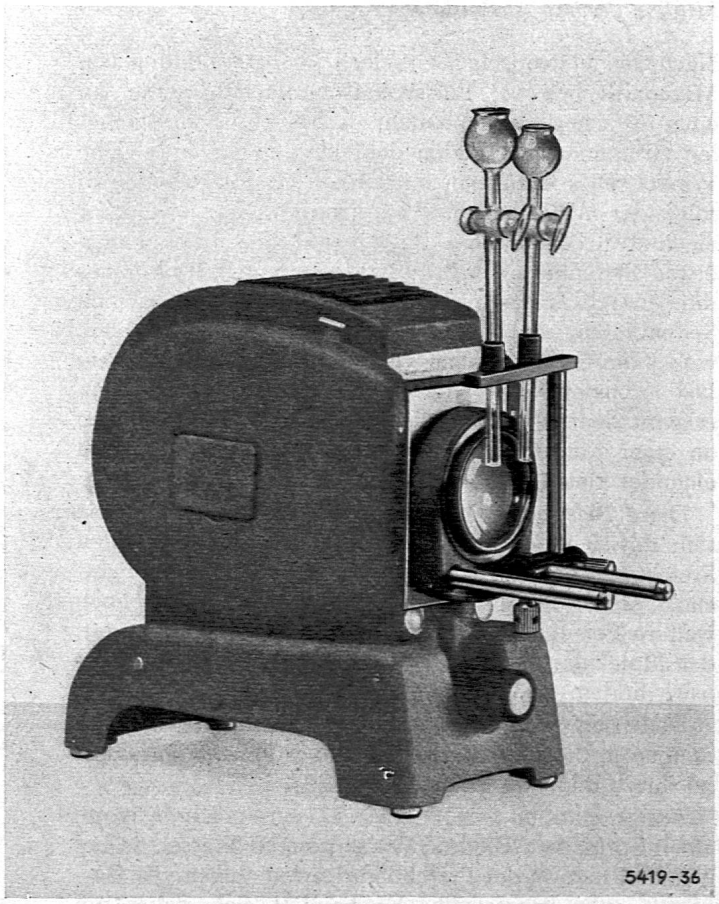


Abb. 12 Anordnung zur Projektion der Tropfenbildung von Wasser und Alkohol

sulfatlösung und wirft ein paar Kristalle von rotem Blutlaugensalz hinein. Dann bildet sich an deren Oberfläche sofort eine semipermeable Membran aus Ferricyankupfer, die im Innern eine stark konzentrierte Lösung von Blutlaugensalz umschliesst. Daher dringt Lösungsmittel von aussen herein, die Membran erweitert sich, platzt an einigen Stellen, schliesst sich aber sofort wieder usw. Man sieht aus den Kristallen schlauchartige Gebilde herauswachsen, die mit Algen eine gewisse Aehnlichkeit besitzen. Das Schirmbild Abb. 15 zeigt diese Erscheinung.

Bei diesen Projektionen steht natürlich das auf dem Schirm erzeugte Bild auf dem Kopf. In den meisten Fällen wird dadurch der zu zeigende Vorgang nicht gestört. Wenn es allerdings darauf ankommt, ein aufrechtes Bild zu haben, muss man vor das Projektionsobjektiv ein Umkehrprisma setzen.

Versuche mit dem vertikalen Projektionsansatz

Der in Abb. 16 dargestellte vertikale Projektionsansatz besteht aus einem Spiegelgehäuse (1), mit dem das aus dem Lampengehäuse kommende Licht um 90° nach oben umgelenkt wird. An dem Spiegelgehäuse ist das Stangenteil (2) befestigt, auf das sich der Objekttisch (3) mit darunter befindlicher auswechselbarer Kondensorlinse (4), der Objektivhalter (5) und ein aussen belegter, kippbarer Umlenkspiegel (6) aufschieben lassen. In den Objektivhalter (5) können die üblichen Projektionsobjektive (Brennweite 50—120 mm) mit ihren Führungsstutzen (7) eingeschraubt werden. Die mit zwei aufsteckbaren Präparatklemmen versehene Platte des Objekttisches besitzt in ihrer Mitte eine eingelassene Glasscheibe von 48 mm Durchmesser; die ganze Platte lässt sich von ihrem Träger nach vorne herunterschieben. Damit bietet sich die Möglichkeit, unter Verwendung mehrerer solcher Tischplatten auf diesen die zu projizierenden Vorrichtungen fest aufzumontieren und bei Bedarf auf den Tischträger nur aufzuschieben. Diese Projektionseinrichtung mit dem horizontal angeordneten Objekttisch ist vor allem für die Uebersichtsprojektion von flüssigen oder zerlaufenden Objekten sowie von solchen Erscheinungen geeignet, die sich nur in einer horizontalen Ebene vorführen lassen. Im folgenden seien einige typische Beispiele hierfür herausgegriffen und näher beschrieben.

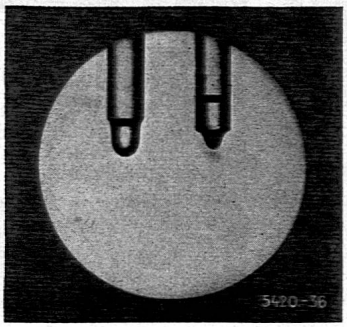
Zum Projizieren von Vorgängen, die sich in einer Flüssigkeit oder auf einer Flüssigkeitsoberfläche abspielen, benutzt man eine Glasschale mit planem Boden (Abb. 17). Man kann sich eine solche Schale selbst herstellen, indem man einen von einem Messingrohr auf der Drehbank abgestochenen Metallring von etwa 8 bis 10 mm Breite und etwa 60 mm Durchmesser mit einem wasserunlöslichen Kitt auf eine Glasplatte aufkittet.

Nachweis der Oberflächenspannung des Wassers

Dass eine Flüssigkeitsoberfläche infolge der Oberflächenspannung wie eine gespannte Haut wirkt und kleine Körper tragen kann, lässt sich zeigen, indem man auf die Wasseroberfläche in der Glasschale mit einer Pinzette eine Nähnadel oder eine Büroklammer vorsichtig auflegt. Im Projektionsbild kann man dann deutlich beobachten, dass der betreffende Körper auf der Wasseroberfläche schwimmt, wobei er dieselbe durch sein Gewicht

Abb. 13 Schirmbilder der Tropfenbildung von Wasser (links) und Alkohol (rechts):

a) Beginn der Tropfenbildung



b) Tropfen kurz vor dem Abreissen

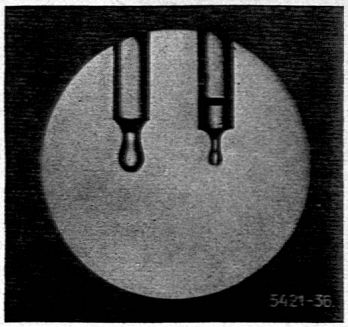


Abb. 14 Schirmbild von Seifenlamellen in einem Glastrog

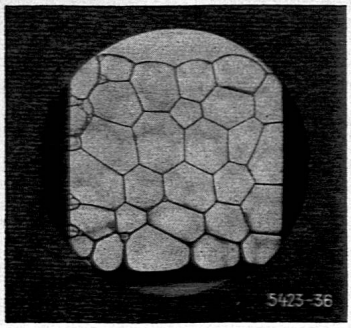
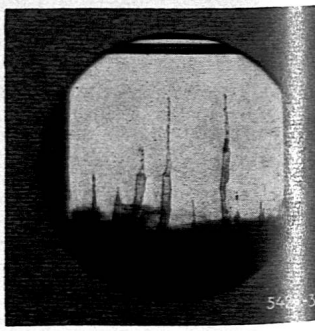


Abb. 15 Schirmbild der Osmose



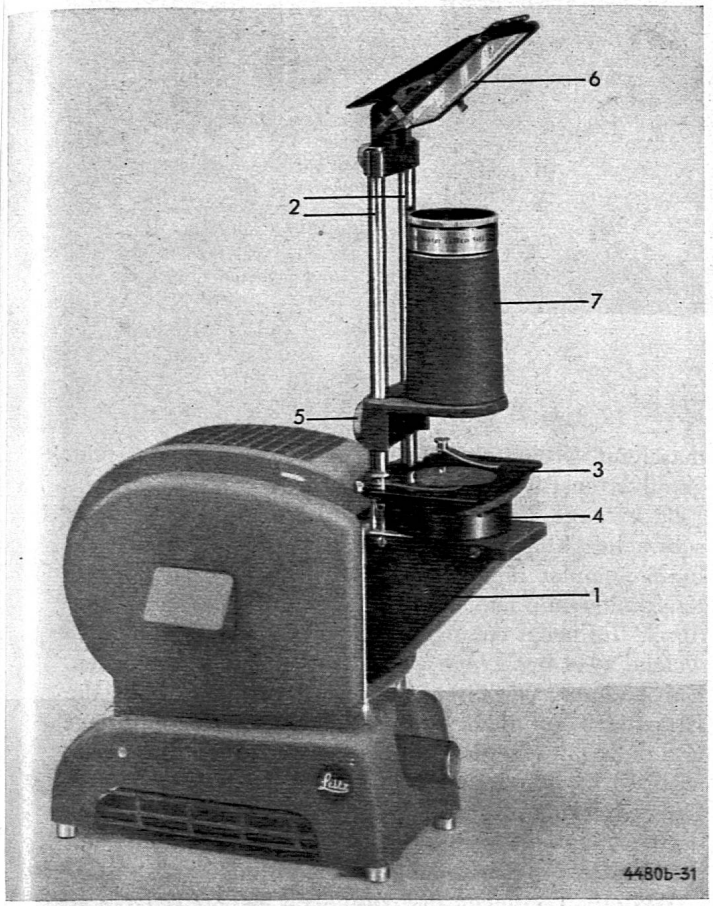


Abb. 16 Vertikal-Projektionsansatz am Prado

leicht eindrückt. Verkleinert man die Oberflächenspannung durch Zugiessen von etwas Rei- oder Prilflüssigkeit (Entspannen des Wassers), so sinkt der schwimmende Körper sofort unter.

Versuch zum Nachweis der verschieden grossen Oberflächenspannungen von Wasser und Alkohol

Man giesst in die Glasschale etwas dunkelgefärbtes Wasser, so dass der Boden der Schale nur zum Teil mit Wasser bedeckt ist (Abb. 18a). Tropft man sodann aus einer Pipette in den nicht benetzten Teil etwas Alkohol, so beobachtet man, dass das Wasser sich vor dem Alkohol zurückzieht, da Wasser die grössere Oberflächenspannung hat (Abb. 18b). Sobald der Alkohol verdunstet, nimmt das Wasser wieder die vorher innegehabte Bodenfläche ein. Dieser Versuch lässt sich mehrmals wiederholen.

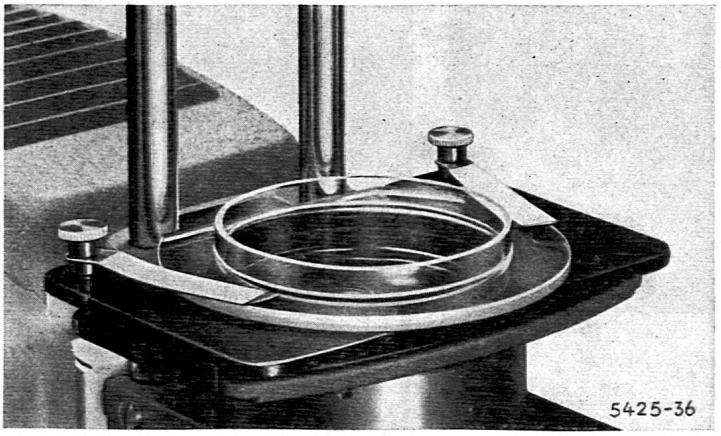


Abb. 17 Glasschale auf Vertikal-Projektionsansatz zur Projektion von Erscheinungen auf Flüssigkeitsoberflächen

Aenderung der Oberflächenspannung des Wassers durch gelöste Stoffe

Man giesst in die sorgfältig gereinigte Glasschale etwas reines Wasser und bringt auf die Wasseroberfläche einige kleine Stückchen Kampfer. Diese vollführen sodann ganz unregelmässige, rasche Bewegungen (Kampfertanz). Die Bewegungen kommen dadurch zustande, dass sich die Oberflächenspannung des Wassers dort, wo sich etwas Kampfer im Wasser löst, erniedrigt und infolgedessen eine Strömung in der entgegengesetzten Richtung eintritt, die das Kampferteilchen mitnimmt. Die Bewegung der Kampferteilchen hört sofort auf, wenn die Wasseroberfläche mit einer Spur Oel (Eintauchen einer mit Oel benetzten Nadel) benetzt wird. Das Oel breitet sich auf der Wasseroberfläche in einer dünnen Schicht aus, schiebt sich dabei unter die Kampferteilchen und hebt diese vom Wasser ab.

Ausbreitung von Oel in dünner Schicht auf Wasser

Man füllt in die sorgfältig von Fettspuren gereinigte Glasschale reines Wasser und bestäubt die Oberfläche mit einem feinen Pulver, z. B. Bärlappsamen oder Talkum. Auf dem Projektionsschirm erhält man das in Abb. 19a gezeigte Bild.

Taucht man nun in die Mitte der Flüssigkeitsoberfläche eine mit Oel benetzte Nadel, so breitet sich das Oel sofort auf der Wasseroberfläche in einer sehr dünnen Schicht aus, wobei es die Pulverteilchen so weit wegschiebt, wie die Grösse der Oelschicht auf dem Wasser reicht (Abb. 19b). Letzteres kann man dadurch beweisen, dass man nochmals eine Spur Oel auf das Wasser bringt, worauf sich die Oelschicht entsprechend weiter ausbreitet (Abb. 19c).

a b

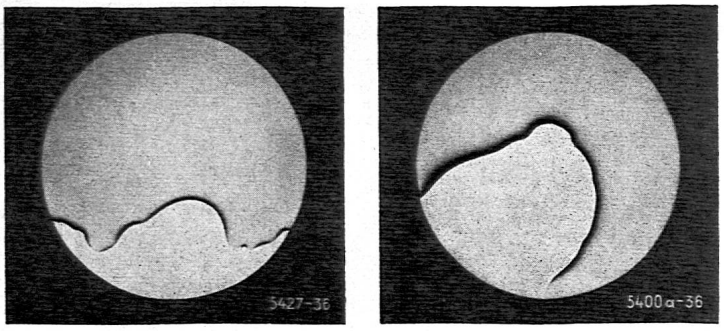
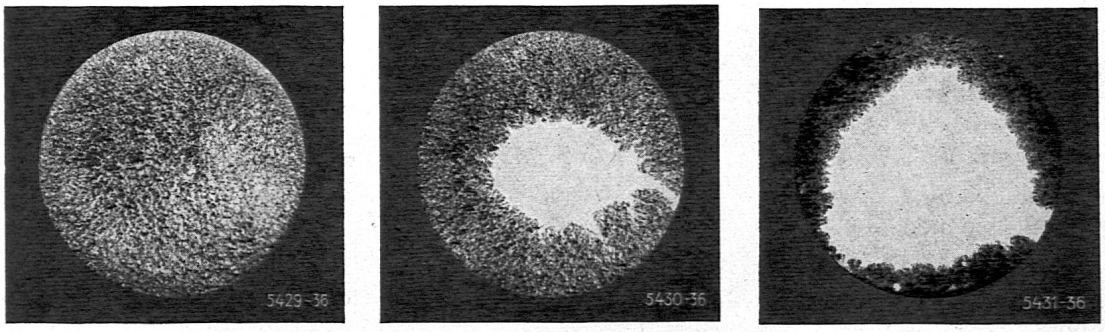


Abb. 18 Nachweis der verschieden grossen Oberflächenspannung von Wasser und Alkohol:

a) Der Boden der Glasschale ist nur teilweise mit Wasser benetzt.

b) Nach Eintropfen von etwas Alkohol in die vom Wasser freie Stelle zieht sich das Wasser infolge seiner grösseren Oberflächenspannung vor dem Alkohol zurück.



a b c

Abb. 19 Ausbreitung von Oel auf Wasser:
a) Mit Bärlappsamen bestäubte Wasseroberfläche
b) Dieselbe Wasseroberfläche nach Aufbringung einer Spur Oel
c) Dieselbe Wasseroberfläche nach Aufbringung einer weiteren Spur Oel

Verkleinerung einer Flüssigkeitsoberfläche zu einer Minimalfläche

Man setzt auf den horizontalen Projektionstisch ein flaches mit angesäuertem Wasser gefülltes Uhrglas und spritzt mit einer Pipette etwas Quecksilber in feinem Strahl in das Wasser. Das Quecksilber bildet auf dem Boden des Glases zunächst zahlreiche kleine Tropfen; die Gesamtoberfläche des Quecksilbers ist also sehr gross (Abb. 20a). Sofort tritt aber eine ruckweise Vereinigung der einzelnen Tropfen ein; es bilden sich hier und da grössere Tropfen (Abb. 20b), und schliesslich sind alle Tropfen zu einem einzigen grösseren Tropfen vereinigt (Abb. 20c), der die kleinstmögliche Oberfläche (Minimalfläche) für die vorhandene Quecksilbermenge bildet.

Demonstration magnetischer Kraftlinienbilder

Besonders schön lassen sich mit dem Vertikalansatz magnetische und elektrische Kraftlinienbilder vorführen. Am besten kittet man die Magnetstücke, wie es Abb. 21 zeigt, auf eine Glasplatte; über die Magnete legt man eine zweite Glasplatte, die man vorher mit Eisenfeilspänen bestäubt hat. Damit diese Platte waagrecht liegenbleibt, sind an ihren beiden Schmalseiten Distanzstücke untergekittet. Durch ein leichtes Klopfen bewirkt man die Ausbildung der Kraftlinienbilder. In den Abb. 22a bis d sind die Schirmbilder einiger magnetischer Kraftlinienbilder wiedergegeben.

Demonstration elektrischer Kraftlinienbilder

Elektrische Kraftlinien lassen sich auf verschiedene Weise durch Projektion sichtbar machen. Auf eine mit Schellack überzogene Glasscheibe werden aus Stanniol die Leiterformen, für die man die Felder zu erhalten wünscht, aufgeklebt und mit den Polen einer Influenzmaschine verbunden. Die Platte wird sodann mit feingepulvertem Rutil oder Gips bestreut und das elektrische Feld erzeugt. Erschüttert man dabei die Platte durch schwaches Klopfen, so ordnen sich die Pulverteilchen hintereinander in feinen Linien längs der elektrischen Kraftlinien an, und zwar infolge der Anziehung der durch Influenz entgegengesetzt elektrisierten Enden, welche zwei benachbarte Teilchen einander zuwenden. Ein anderes Verfahren besteht darin, dass man die Elektroden auf dem Boden einer Glasschale anbringt und diese mit einer isolierenden, etwas zähen Flüssigkeit (z. B. Rizinusöl oder Terpentinöl), in der feingepulverter Griess verteilt ist, einige Millimeter hoch anfüllt. Dann ordnen sich bei Erregung des Feldes diese Teilchen auf dem Boden der Schale längs der Kraftlinien an.

Weitere Versuche, die zum Teil in Spezialgebiete gehen, seien nur kurz erwähnt: Vorführung einer Ionenwanderung — Vorführung optischer Täuschungen und rotierender Scheiben in der physiologischen Optik — Darstellung von Welleninterferenzen. Viele dieser Vorführungen brauchen wenig oder keine Zusatzeinrichtungen. (Für weitere Angaben dient die zu Beginn des Artikels erwähnte Schrift des Verfassers.)

Versuche im polarisierten Licht

Zu den schönsten und farbenprächtigsten Versuchen in der Optik gehören die Erscheinungen im polarisierten Licht. Zu ihrer Vorführung benötigt man im allgemeinen eine optische Bank mit Bogenlampe, Kondensor, Nicolschen Prismen usw., also eine verhältnismässig umständliche und zum Teil auch kostspielige Apparatur. Mit Hilfe des zum Prado geschaffenen Polarisationsansatzes lassen sich heute alle Versuche im polarisierten Licht ohne zeitraubende Justier- und Zentrierarbeiten einem grösseren Hörerkreis schnell und einprägsam demonstrieren.

a b c

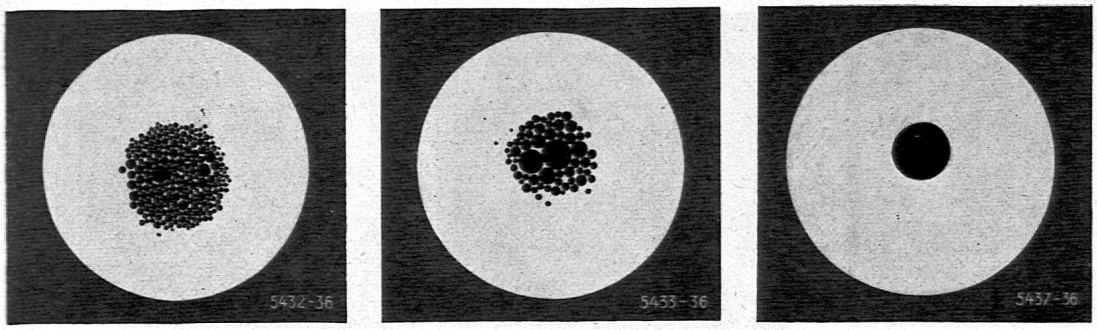


Abb. 20 Viele kleine Quecksilbertröpfchen, die sich auf dem Boden eines Uhrglases in Wasser befinden (a), vereinigen sich im Verlauf einer Minute zu einem einzigen grösseren Tropfen (c).

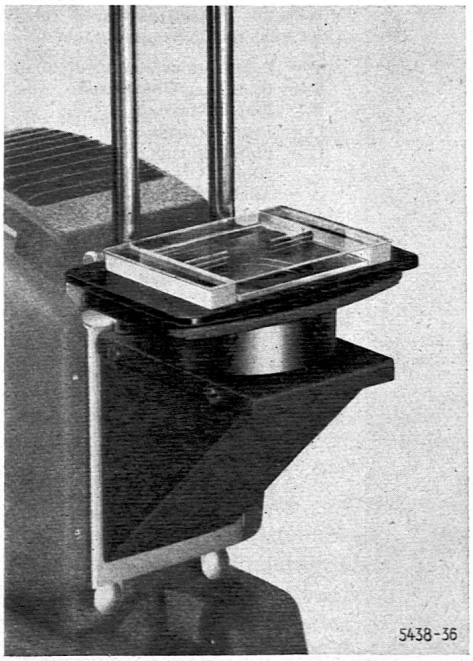


Abb. 21 Anordnung zur Projektion magnetischer Kraftlinienbilder

1. *Versuche im parallelen Licht*

Für Versuche im parallelen (orthoskopischen) Strahlengang zeigt Abb. 23 den erforderlichen Projektionsansatz. Derselbe besitzt zwei etwa 30 cm lange Führungsstäbe, auf die der Polarisator P, ein drehbarer Objekttisch T, der Führungstubus F mit auswechselbarem Projektionsobjektiv O und der Analysator A aufgesetzt werden können.

Polarisator P und Analysator A bestehen aus hochwertigen Polarisationsfolien. Diese sind in drehbaren Fassungen eingebaut und können mittels der Griffe G um die optische Achse gedreht werden. Die Schwingungsrichtung des Polarisators und damit des hindurchtretenden Lichtes stimmt mit der Griffrichtung überein; die des Analysators liegt senkrecht zu seiner Griffrichtung. Polarisator und Analysator können zum Zwecke einer synchronen Drehung durch eine Führungsstange S miteinander verbunden werden. Bei eingesetzter Führungsstange sind die Schwingungsrichtungen von Polarisator und Analysator gekreuzt (Dunkelfeld). Durch Lösen der Klemmvorrichtung K kann die Führungsstange entfernt werden, so dass sich Polarisator und Analysator auch unabhängig voneinander drehen lassen.

Für Arbeiten im zirkularen polarisierten Licht können zwei Fassungen Z_1, Z_2 mit $\lambda/4$-Folien auf Polarisator und Analysator in der richtigen Orientierung aufgesteckt werden. Um rasch von einer Beobachtung im linear polarisierten Licht zu einer solchen im zirkular polarisierten Licht übergehen zu können, ist es zweckmässig, die beiden $\lambda/4$-Platten mittels der in Abb. 24 dargestellten Haltevorrichtung gemeinsam in den Strahlengang zwischen Polarisator und Analysator einzusetzen. Ferner kann in eine Führung C am Objektivtubus eine λ-Platte (Rot 1. Ordnung) R eingeschoben werden, deren Gangunterschied sich je nach Stellung des zu projizierenden Objektes zu dessen Gangunterschied addiert bzw. subtrahiert.

Mit dieser Anordnung lassen sich sämtliche Versuche im parallelen, linear bzw. zirkular polarisierten Licht vorführen. Das betreffende Präparat[3] wird auf dem Objekttisch mittels zweier Präparatklemmen festgeklemmt, so dass es im Strahlengang um die optische Achse gedreht werden kann. Bei einer Projektionsentfernung von etwa 5 m erhält man bei Benutzung der Objektive mit den Brennweiten von 8,5 bis 12 cm auf dem Schirm Bilder von 1 bis 1,50 m Durchmesser und einer solchen Helligkeit, dass dieselben auch in einem mässig verdunkelten Raum noch gut erkennbar sind.

Folgende Versuche seien als Beispiele etwas näher beschrieben: Bringt man auf dem Drehtisch ein dünnes Plättchen aus einem doppelbrechenden Kristall, das man z. B. von einem Gipskristall (Marienglas) oder einem Glimmerstück abspaltet, so erscheint das Plättchen im Dunkelfeld zwischen gekreuzten Polarisatoren in mehr oder weniger lebhaften Farben. Diese verschiedenen Farben sind bedingt durch die verschiedene Dicke, die das Spaltstück aufweist. Dreht man das Plättchen mittels des Drehtisches, so verändern die einzelnen Farben nur ihre Intensität; man findet vier um 90° gegeneinander verschobene Stellungen, bei denen die Farben völlig verschwinden und das Plättchen völlig dunkel erscheint. Dazwischen liegen vier Stellungen, bei denen die Farben ihre maximale Intensität zeigen. Dreht man den Analysator um 90°, so erscheint in dem jetzt vorhandenen Hellfeld das Gips- oder Glimmerplättchen in den komplementären Farben zu den im Dunkelfeld auftretenden Farben. Auch jetzt ändert sich bei einer Drehung des Plättchens wieder nur die Intensität der Farbe, und bei den erwähnten vier um 90° gegeneinander verschobenen Stellungen erscheint das Plättchen vollkommen weiss.

Da die Färbung des Kristallplättchens im polarisierten Licht von seiner Dicke abhängt, lassen sich durch geschicktes Spalten oder Aufeinanderlegen von Plättchen

[3] Ein Satz von 8 bzw. 16 besonders auserwählten Demonstrationsobjekten kann durch den Photohandel bezogen werden.

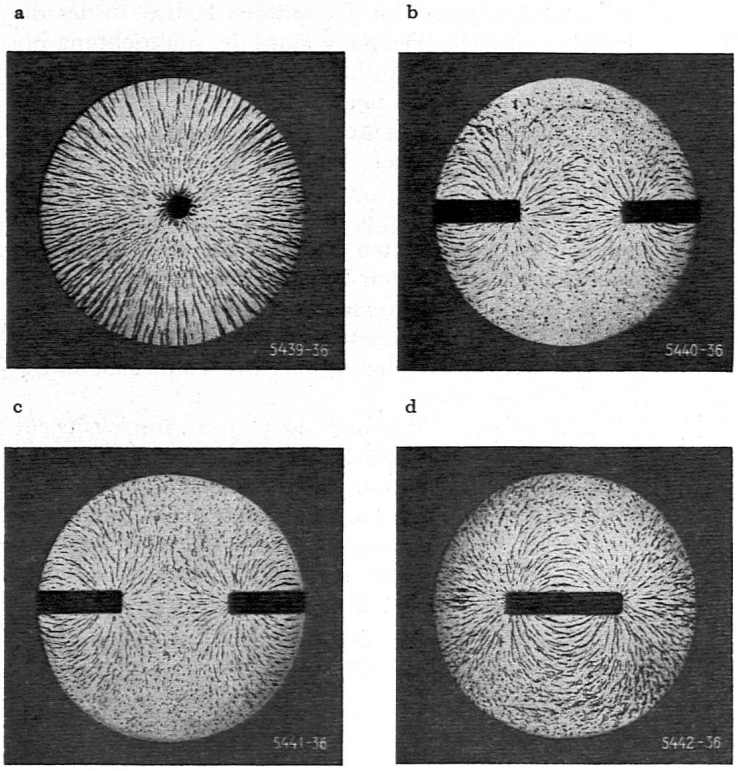


Abb. 22 Magnetische Kraftlinienbilder im Projektionsbild:
a) Kraftlinien eines einzelnen Magnetpoles
b) Kraftlinien zwischen zwei ungleichnamigen Polen
c) Kraftlinien zwischen zwei gleichnamigen Polen
d) Kraftlinien eines kleinen Stabmagneten

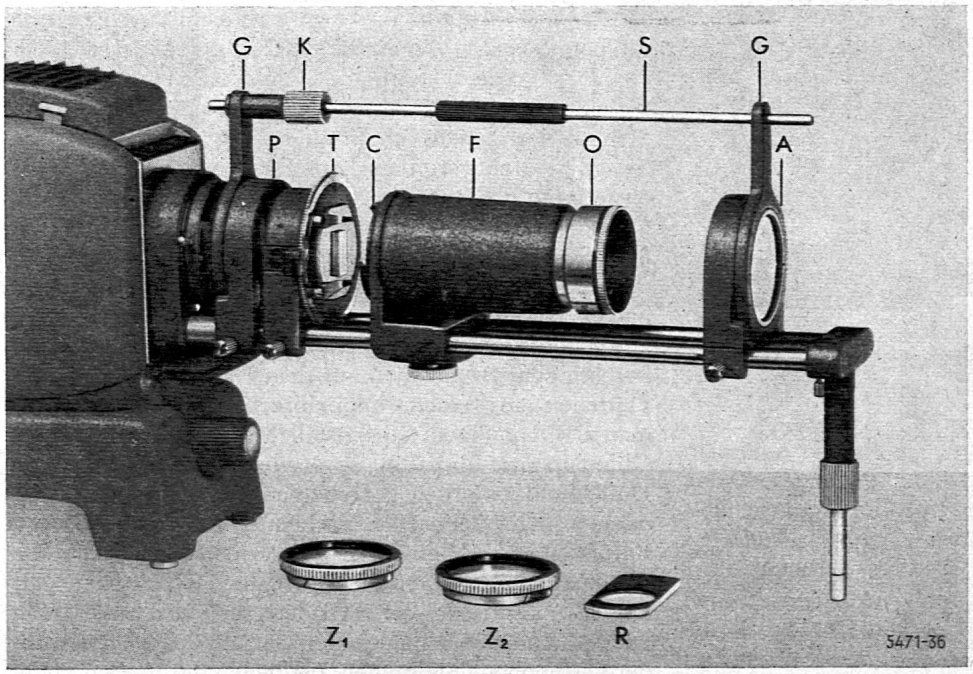


Abb. 23 Projektionsvorsatz für Versuch parallelen polarisierten Licht:

P = Polarisationsfilter in drehbarer Fassu
T = drehbarer Objekttisch
F = Objektivfassung
O = Projektionsobjektiv
C = Führung zum Einschieben der λ-Pl (Rot 1. Ordnung) R
A = Analysatorfilter in drehbarer Fassun
S = Stange zur synchronen Drehung der b Polarisationsfilter
K = Klemmvorrichtung
Z_1, Z_2 = λ/4-Platten

prächtig gefärbte Figuren erhalten, wovon Dr. Bergmann in seiner Schrift mehrere Farbphotos zeigt.

Bei allen diesen Versuchen bestand das Präparat aus einem doppelbrechenden Kristall. Dass aber auch *isotrope Stoffe*, wie Glas, Kunststoffe usw., eine Doppelbrechung annehmen, wenn man sie elastischen Deformationen, wie z. B. Druck, Zug, Biegung, aussetzt, zeigen die folgenden Versuche: Bringt man ein Stück Glas in einer kleinen Presse zwischen gekreuzte Polarisatoren, so beobachtet man beim Anziehen der Presse eine deutliche Aufhellung des Glasstückes an den durch Druck verspannten Stellen.

Beansprucht man einen Glasstab mit quadratischem Querschnitt mittels der in Abb. 25 gezeigten Vorrichtung auf Biegung, so erhält man im Dunkelfeld zwischen gekreuzten Polarisatoren das Bild 26. Sowohl in der oberen Hälfte, in der der Glasstab bei Biegung eine Kompression erfährt, als auch in der unteren Hälfte, in der die Durchbiegung eine Dehnung längs der Stabrichtung bewirkt, tritt eine starke Aufhellung auf. In der dazwischenliegenden sogenannten neutralen Zone, in der der Glasstab keinerlei mechanische Beanspruchung erfährt, bleibt der Stab dunkel. Wichtig ist, dass bei diesen beiden Versuchen, dem gedrückten Glasstück und dem durchgebogenen Glasstab, die Schwingungsrichtung des einfallenden polarisierten Lichtes um 45° gegen die Richtung des ausgeübten Druckes geneigt ist.

Dass bei dem Biegeversuch der Stab in seinen beiden Hälften eine verschiedenartige elastische Beanspruchung (Kompression bzw. Dehnung) erfährt, kann man in folgender Weise zeigen:

Man setzt in die Führung F des Objektivstutzens (siehe Abb. 23) die λ-Platte (Rot 1. Ordnung) ein, durch die das ganze Gesichtsfeld in einer roten Farbe erscheint, hervorgerufen durch die Doppelbrechung in dem eingeschobenen Gipsplättchen. Wird der Glasstab jetzt auf Biegung beansprucht, so schlägt in dem auf Dehnung beanspruchten Teil des Stabes die rote Farbe in Gelb, in dem auf Druck beanspruchten Teil in Blau um, während die neutrale, unbeanspruchte mittlere Zone die rote Farbe beibehält.

In der Technik wird die Spannungsdoppelbrechung dazu benutzt, um die Spannungsverteilung in beanspruchten Werkstücken zu untersuchen. Man fertigt zu diesem Zweck verkleinerte Modellstücke aus Plexiglas oder einem anderen durchsichtigen Kunststoff an und setzt diese zwischen gekreuzten Polarisatoren den betreffenden Kraftwirkungen aus. Abb. 27 zeigt hierfür ein Beispiel. Ein aus einer 3 mm starken Plexiglasscheibe ausgeschnittener Haken kann in einem Metallrahmen durch Anziehen der Schraube S belastet werden. Das dann im Dunkelfeld zwischen gekreuzten Nikols auftretende Bild zeigt Abb. 28. Die durch Druck- bzw. Zugspannungen beanspruchten Stellen sind aufgehellt.

Eine dauernde Spannungsdoppelbrechung erhält man durch rasches Abkühlen eines stark erhitzten Glases. Infolge der dabei stattfindenden Zusammenziehung der Oberfläche bilden sich im Innern des Glases starke Spannungen aus, die im polarisierten Licht sichtbar werden.

Dass auch ein elektrisches Feld in einem isotopen Stoff eine Doppelbrechung und damit zwischen gekreuzten Polarisatoren im Dunkelfeld eine Aufhellung erzeugen kann, lässt sich mittels des *elektrooptischen Kerreffektes* in folgender Weise zeigen: Man setzt vor die Oeffnung des Objekttisches einen kleinen, etwa 15 mm dicken Trog, in den ein aus zwei Metallplatten (Platten-

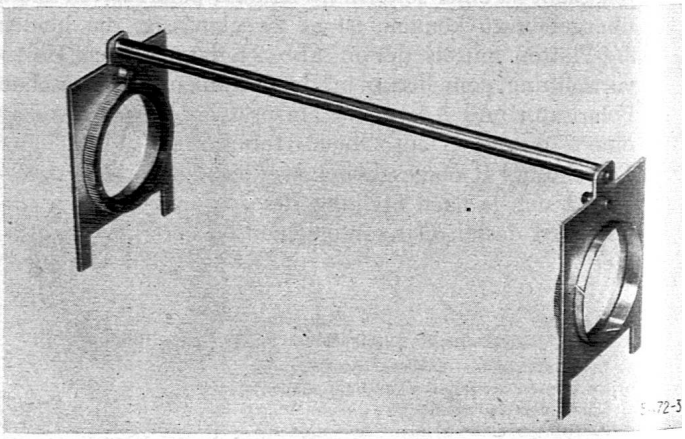
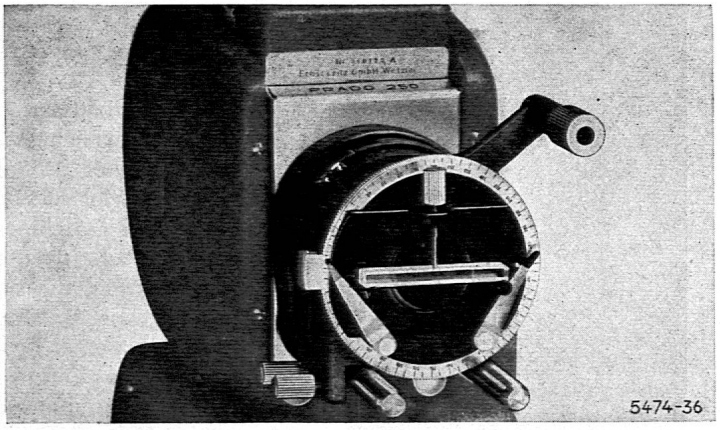
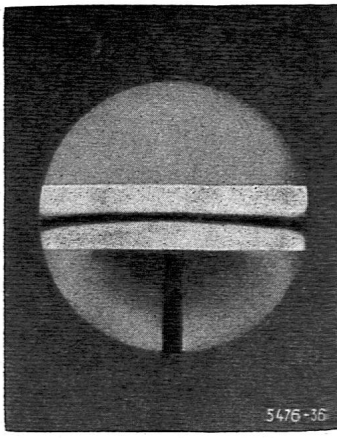


Abb. 24 Vorrichtung zum gemeinsamen Einsetzen der beiden λ/4-Platten

Abb. 25 Auf Drehtisch aufgesetzte Vorrichtung zur Durchbiegung eines Glasstabes

Rechts aussen:
Abb. 26 Auf Biegung beanspruchter Glasstab im linear polarisierten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren



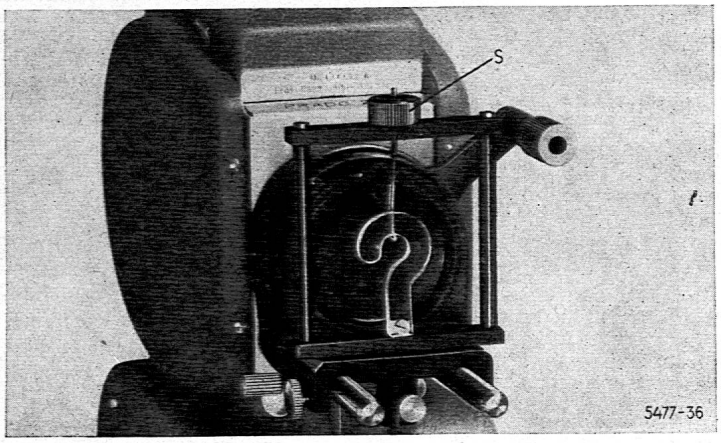


grösse etwa 1 cm², Plattenabstand 1 oder 2 mm) bestehender Kondensator hineinragt (Abb. 29). Legt man an diesen Kondensator über einen kleinen Transformator eine Wechselspannung von etwa 1000 Volt, so wird das Gesichtsfeld zwischen den Platten aufgehellt (Abb. 30), da die Flüssigkeit durch das elektrische Feld die Eigenschaft eines einachsigen Kristalles erhält, dessen optische Achse mit der Feldrichtung zusammenfällt. Um die dabei auftretende Doppelbrechung nachzuweisen, müssen die Schwingungsrichtungen von Polarisator und Analysator gegen die elektrische Feldrichtung eine Neigung von 45° haben.

Die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes und die dabei auftretende Rotationsdispersion kann man an einer senkrecht zur optischen Achse geschliffenen Quarzplatte von einigen Millimetern Dicke sehr schön zeigen. Bei diesem Versuch muss die Verbindung zwischen Polarisator und Analysator gelöst werden, so dass sich der Analysator allein verdrehen lässt. Um die Drehung der Polarisationsebene durch eine optisch aktive Flüssigkeit (Terpentinöl, Limonen, wässrige Lösungen von Weinsäure, Rohrzucker usw.) zu zeigen, setzt man vor den Objekttisch auf die Führungsstangen einen mehrere Zentimeter dicken Glastrog. Nachdem man den Analysator zum Polarisator gekreuzt hat (Dunkelfeld), füllt man die betreffende Flüssigkeit ein. Bei einfarbigem Licht (Einsetzen eines Filters in den Strahlengang) muss man sodann den Analysator um einen bestimmten Winkel verdrehen, um wieder Dunkelheit zu erhalten. Für den Nachweis sehr kleiner Drehungen empfiehlt es sich, auf den Objekttisch eine Soleilsche Platte einzusetzen, die aus zwei entgegengesetzt drehenden gleich dicken Quarzplatten besteht, und auf gleiche Farbe beider Platten den Analysator einzustellen. Zur Vorführung der *magnetischen Drehung der Schwingungsebene des Lichtes* benutzt man eine etwa 8—10 cm lange Spule mit einigen tausend Windungen, die man, wie Abb. 31 zeigt, zwischen Polarisator und Objektiv auf die Führungsstangen auflegt. In der Achse der Spule befindet sich ein mit Monobromnaphthalin gefülltes, etwa 15 mm starkes Glasrohr, das auf beiden Seiten durch Planfenster verschlossen ist. Mit dem Projektionsobjektiv stellt man auf das Ausgangsfenster dieser Röhre ein. Bei gekreuztem Polarisator und Analysator (Dunkelfeld) erhält man bei Erregung der Spule durch einen Strom eine Aufhellung des Gesichtsfeldes. Der Sinn der Drehung hängt dabei von der Richtung des Magnetfeldes, d. h. also von der Stromrichtung in der Spule ab. Erregt man die Spule mit Wechselstrom von 50 Hz, so erhält man in der Sekunde 100 Aufhellungen. Das Licht ist mit 100 Hz moduliert. Man kann dies zeigen, indem man das Licht auf eine Photozelle fallen lässt, die über einen Verstärker mit einem Lautsprecher verbunden ist.

2. *Versuche im konvergenten Licht*

Zur Vorführung der Erscheinungen im konvergenten (konoskopischen) Strahlengang wird (Abb. 32) von rückwärts in den drehbaren Objekttisch T ein Kondensor K eingesetzt, der das parallel einfallende Licht stark konvergent macht. Ein zweiter Kondensor K_2 wird in einer besonderen Fassung vor den Objekttisch gesetzt, um das konvergente Licht wieder parallel zu machen.



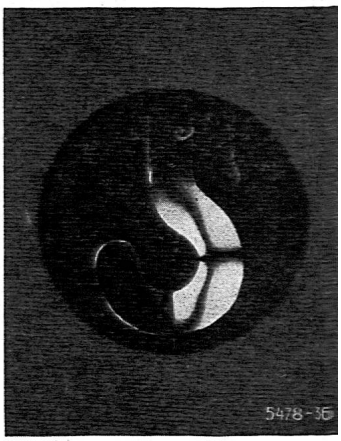


Abb. 27 Anordnung zum Nachweis der Spannungsdoppelbrechung in einem auf Zug beanspruchten Haken aus Plexiglas

Rechts aussen:
Abb. 28 Schirmbild der Spannungsdoppelbrechung in einem auf Zug beanspruchten Haken aus Plexiglas

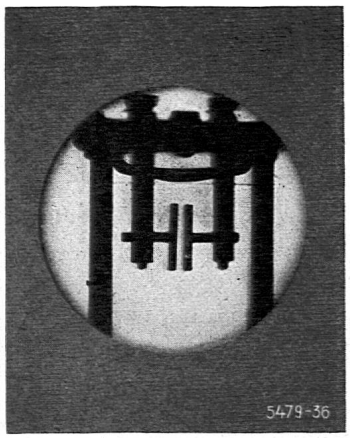


Abb. 29 Projektionsbild einer Kerrzelle im unpolarisierten Licht

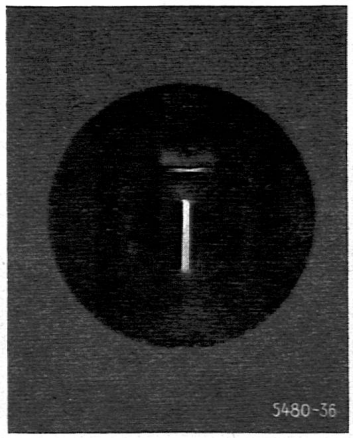


Abb. 30 Kerrzelle bei angelegter Wechselspannung im polarisierten Licht zwischen gekreuzten Polarisatoren

Die im Schnittpunkt der konvergenten Strahlen liegende Objektebene wird mittels des Projektionsobjektives auf auf dem Schirm abgebildet.

Bringt man auf den Objekttisch eine dünne, senkrecht zur optischen Achse geschnittene Kalkspatplatte, so erhält man das Achsenbild eines einachsigen Kristalls. Das in diesem Bild auftretende schwarze Kreuz wird durch die Stellung von Polarisator und Analysator bedingt. Dreht man nämlich Polarisator und Analysator synchron, so dreht sich das Kreuz im Bilde mit, es bleibt aber stehen, wenn man die Kristallplatte auf dem Drehtisch um die optische Achse dreht. Das Kreuz verschwindet bei Benutzung von zirkular polarisiertem Licht.

Versuche mit den Mikroansätzen

Die in den Abb. 6—8 dargestellten Mikroansätze zum Kleinbildprojektor Prado geben dem Lehrer im biologischen Unterricht die Möglichkeit zu einer lichtstarken Mikroprojektion, die jederzeit bequem und ohne zeitraubende Justierung es gestattet, sowohl Dauerpräparate als auch Frischpräparate im Projektionsbild zu zeigen.

Der kleine Mikroansatz (Abb. 6) besteht aus einem Spezialkondensor, der an Stelle der auswechselbaren Kondensorlinse tritt, einem Objekttisch mit zwei Präparatklemmen und einer zehnfach vergrössernden Lupe, die als Projektionsobjektiv dient und sich zu diesem Zweck in einer Fassung mit Schneckengang verschieben lässt.

Dieser Mikroansatz dient in erster Linie zur Projektion von Uebersichtspräparaten, wie z. B. kleiner Insekten, tierischer Schädlinge usw., die man nach Aufhellung in Xylol als Dauerpräparat in Kanadabalsam einbettet. Der Durchmesser des Objektes darf 6—8 mm betragen. Mit der oben angegebenen zehnfachen Objektivvergrösserung, die sich üblicherweise auf eine Bildentfernung von 25 cm (deutliche Sehweite) bezieht, erhält man bei einer Projektionsentfernung von 6 m eine etwa 240fache Vergrösserung des Objektes, also bei einem Objektdurchmesser von 7 mm ein Projektionsbild von etwa 150 cm Durchmesser. Bei dieser schwachen Objektivvergrösserung hat man eine genügend grosse Tiefenschärfe, die einen guten und lebendigen Ueberblick über das ganze Präparat gibt und es auch ermöglicht, lebende Vorgänge in einem kleinen Aquarium (Mikroküvette) zu demonstrieren. Abb. 33 zeigt eine solche Mikroküvette, die eine Tiefe von 1,5 mm bei einem Durchmesser von 20 mm besitzt. Mit ihr lassen sich nicht nur biologische Vorgänge, sondern auch manche mikrochemische Versuche einem grösseren Hörerkreis vorführen. Als Beispiel sei der Farbumschlag von Anthocyan bei Zugabe einer Säure oder Base angeführt. Man füllt in die Mikroküvette den aus Rotkohl hergestellten Extrakt. Das Projektionsbild erscheint in violetter Farbe. Bei Zugabe von etwas Säure aus einer Pipette schlägt die violette Farbe in Rot, bei Zugabe einer Base in Blau um.

Der grosse Mikroansatz (Abb. 34) besteht aus einem kleinen Mikroskop mit Objektivrevolver, Okulartubus, Objekttisch und darunter befindlichem verstellbarem Kondensor. Diese ganze Anordnung kann auf die beiden Führungsstangen des normalen Projektionsvorsatzes (Abb. 3) nach Herausnahme der darin befindlichen wechselbaren sphärischen Kondensorlinse aufgeschoben und mittels der Klemmschraube Kl festgeklemmt werden. Die Scharfeinstellung erfolgt mit der Mikrometerschraube S. Mit den normalen Objektiven 3,5/0,10, 10/0,25 und 25/0,50, die sämtlich mit einem aufsteckbaren Blendschutz B versehen sind, lassen sich bei einer Projektionsentfernung bis zu 6 m sehr helle und kontrastreiche Schirmbilder mit Abbildungmaßstäben bis 2400:1 erreichen. Das Objektiv 25/0,50 besitzt eine Federfassung als selbsttätig wirkenden Präparat- und Front-

Abb. 31 Anordnung zum Nachweis der magnetischen Drehung der Schwingungsebene des Lichtes

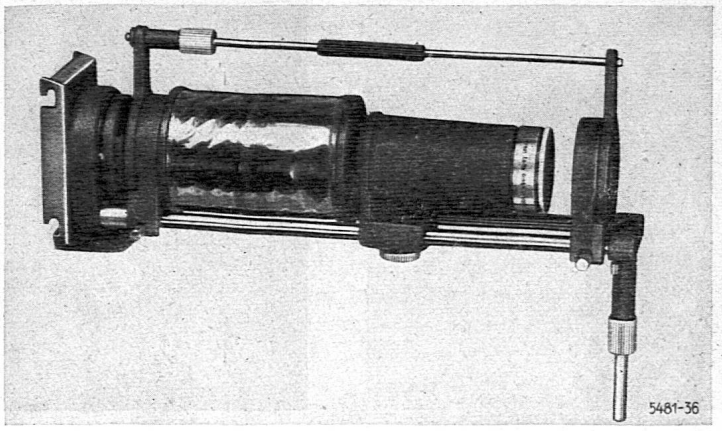
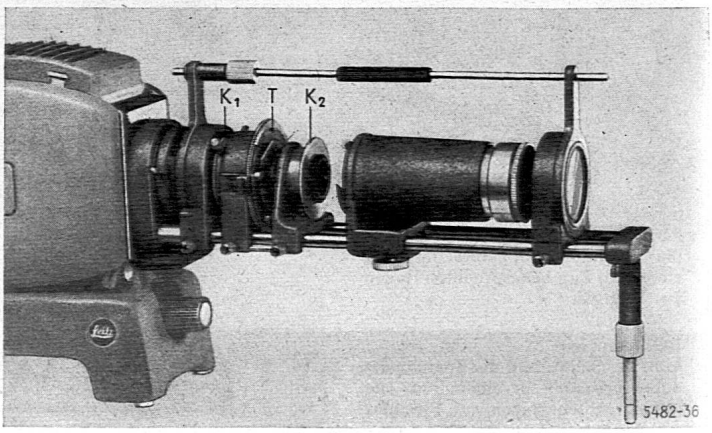


Abb. 32 Projektionsansatz für Versuche im konvergenten polarisierten Licht:
K_1 = in die Rückseite des Drehtisches eingesetzter Kondensor
K_2 = zweiter Kondensor



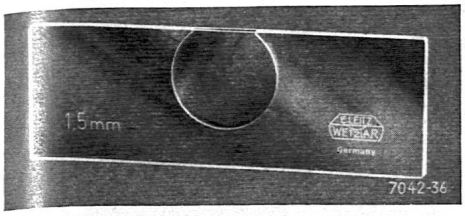


Abb. 33
Mikroküvette

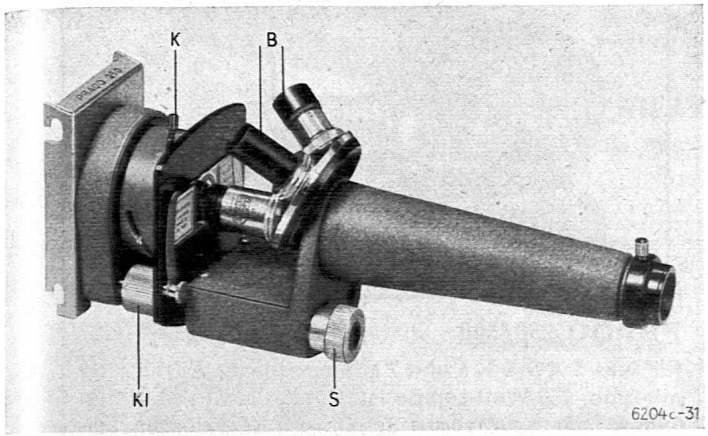


Abb. 34 Grosser Mikroansatz für Kleinbildprojektor Prado:
K = Kondensor, Kl = Festklemmvorrichtung, S = Mikrometerschraube zur Scharfeinstellung, B = Blendschutz für Objektive

linsenschutz. Je nachdem, ob man ein schwach, mittleres oder stark vergrösserndes Objektiv benutzt, muss der Kondensor K zur richtigen Ausleuchtung des Objektfeldes eingestellt werden. Um auch lebende Objekte in Flüssigkeit in einem hohlgeschliffenen Objektträger zu projizieren, kann das ganze Mikroskop auf die Führungsstäbe des Vertikalansatzes aufgeschoben werden, wie es Abb. 8 zeigt.

Dass man die beiden Projektionsansätze auch als Präparierlupe bzw. als einfaches Mikroskop — insbesondere für die Vorbereitung der Mikroprojektion — benutzen kann, geht aus der Abb. 35 hervor. Der betreffende Mikroansatz wird zu diesem Zweck auf ein einfaches Stativunterteil mit zwei Führungsstangen aufgeschoben, das zur Beleuchtung den üblichen Mikroskopspiegel trägt.

Die Verwendung des Prado als Kleinepiskop

Mit Hilfe des in Abb. 9 gezeigten Vorsatzes lässt sich der Kleinbildprojektor auch für die episkopische Projektion kleinerer Gegenstände verwenden. Bei diesem Vorsatz fällt, wie aus der schematischen Zeichnung Abb. 36 ersichtlich ist, das aus dem Lampengehäuse schwach divergent herauskommende Licht auf einen schräggestellten Planspiegel P, der das Licht auf den Boden des Vorsatzgehäuses reflektiert. Die zu projizierenden Objekte liegen auf einem runden Teller T, der sich von aussen mittels des Drehknopfes D bequem drehen lässt. Als Projektionsobjektiv O dient das 15-cm-Objektiv, das mittels eines verkürzten Stutzens in den Deckel des Gehäuses eingeschraubt wird. Ein an zwei Führungsstangen verschiebbarer und kippbarer Oberflächenspiegel Sp lenkt das Licht in die horizontale Richtung um. Mit diesem Episkopvorsatz lassen sich noch Gegenstände im Format 9 × 9 cm projizieren, wobei die Tiefenschärfe mehrere Millimeter beträgt. Als Beispiel zeigen die Abb. 37a und b die Projektion einer Stoppuhr und einer Schublehre, an der man die Noniuseinstellung gut erkennen kann. Auch kleine Zeichnungen, Bilder, Briefmarken usw. lassen sich sehr gut projizieren, und in der Biologie eignet sich dieser Vorsatz besonders gut zur Projektion von Pflanzenteilen und kleineren Tieren, Käfern, Schmetterlingen usw. In der Chemie lassen sich Farbreaktionen, das Ausfällen von Lösungen, Kristallisationserscheinungen usw. projizieren, wenn man die betreffenden Stoffe zu diesem Zweck in eine flache Schale bringt.

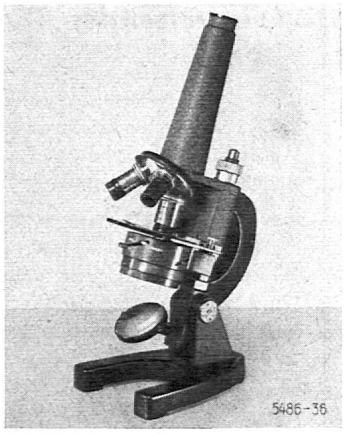


Abb. 35 Grosser Mikroprojektionsansatz auf besonderem Stativ zum Zwecke einer Verwendung als einfaches Mikroskop

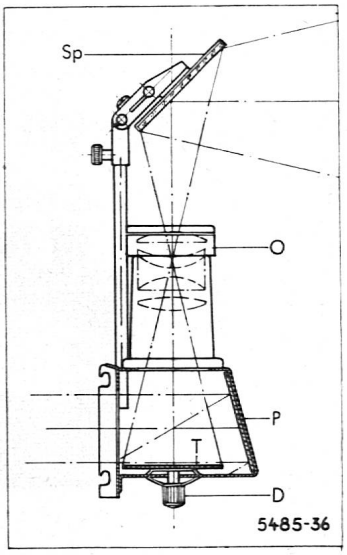
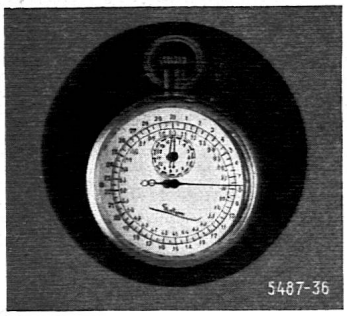


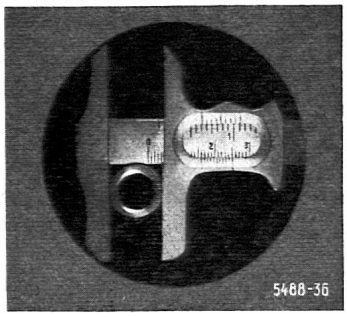
Abb. 36 Strahlengang im Episkopvorsatz

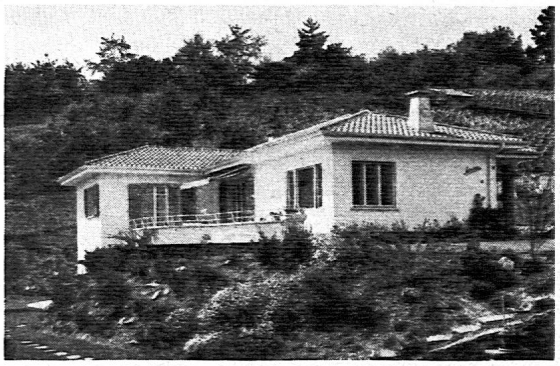
Abb. 37 Schirmbilder bei episkopischer Projektion:
a) Stoppuhr, b) Noniusablesung an Schublehre

a



b





Ein reizendes Noveltyhaus

individuell erbaut, weil jedes unserer Häuser ganz den Wünschen und Bedürfnissen entsprechend geplant und harmonisch in die Landschaft eingefügt wird. Berichten Sie uns über Ihr Bauvorhaben, und wir geben Ihnen unverbindlich interessante Anregungen.

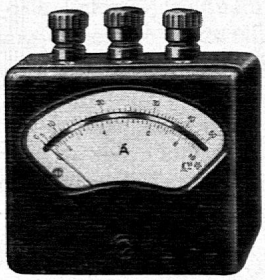
Verlangen Sie den reich illustrierten Gratiskatalog über unsere Spezialitäten («Novelty»-Massivbauten, neuzeitliche Holzhäuser, Landhäuser, «Multiplan»-Häuser, Ferienhäuser usw.) und über die «7 Winckler-Vorteile».

Referenzen in der ganzen Schweiz.

WINCKLER A.G. FRIBOURG

R 607

ELEKTRISCHE MESSGERÄTE



Weitsicht-Messgeräte, umschaltbar 0-3-6-30-300 V ≅, 0-0, 03-0, 6-1, 5-6 A ≅, 0-100 mV =, 0-1 mA =

Messgeräte mit 2 bis 3 Strom- bzw. Spannungsbereichen (laut Bild)

Kombinierte Messgeräte Strom-Spannung-Widerstand oder Strom-Spannung-Leistung

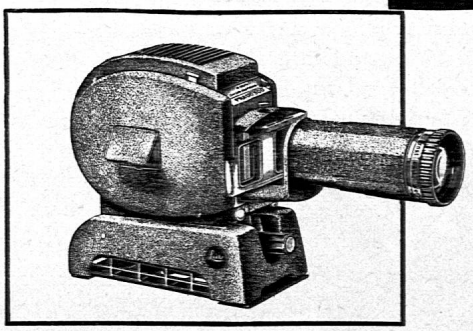
Präz.-Dekaden-Widerstände, Galvanometer, Messbrücken usw.

Schalttafel-Messgeräte, Selen- und Silizium-Lichtelemente

AG für Messapparate, Bern

Weissensteinstrasse 33 Telephon (031) 5 38 66

Projektoren von Leitz



PRADO 250/500

für Dias 5 × 5, 6 × 6 und 7 × 7 cm. In der Ausführung mit einer 250-Watt-Lampe ist dieses Gerät seit vielen Jahren der bevorzugte Schulprojektor, dessen Leistung, Zuverlässigkeit und vielseitige Ausbaumöglichkeiten bekannt sind. Mit einer 500-Watt-Lampe und Gebläse wird er zum lichtstärksten Projektor der PRADO-Klasse. Sonderausführungen werden als Hellraumprojektor für Lehr- und Vortragszwecke und als Grossraumprojektoren geliefert.

pradovit

der moderne, vollautomatische Kleinbildprojektor für Lampen bis 500 Watt; mit Fernbedienung für Diawechsel und Scharfeinstellung, sogar kabellos mit Ultraschall; mit der Möglichkeit, Tonbandgeräte zu synchronisieren usw.

Epi-, Dia- und Epidiaskope

in verschiedenen Modellen, für grosse Formate. Für jede Aufgabe ist das passende Gerät erhältlich.

Verlangen Sie die verschiedenen Spezialkataloge im Photofachgeschäft

Bestellen Sie frühzeitig. Die grosse Nachfrage erlaubt der Fabrik nicht, die Prados immer ab Lager zu liefern.

Real- und Primarschule Münchenstein bei Basel

Auf Beginn des Schuljahres 1961 sind an der Realschule und am Progymnasium

1 Lehrstelle phil. I mit Englisch

1 Lehrstelle phil. II mit Biologie

zu besetzen. Bedingungen: Mittellehrerdiplom mit mindestens 6 Semestern Universitätsstudium.

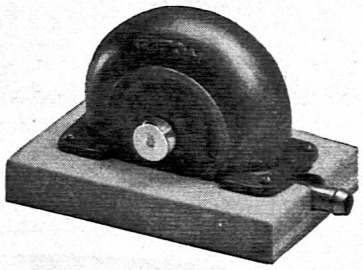
Ferner suchen wir auf Frühjahr 1961

4 Lehrkräfte an die Primarschule (Mittelstufe)

Besoldung gesetzlich geregelt. Auswärtige Dienstjahre in definitiver Anstellung werden voll angerechnet.

Anmeldungen mit Lebenslauf, Arztzeugnis und Ausweisen über Bildungsgang und bisherige Tätigkeit sind zu richten bis 15. September 1960 an den Präsidenten der Realschulpflege, Herrn E. Müller, Schützenmattstrasse 2, Münchenstein 2 (Telephon 46 06 52).

Realschulpflege Münchenstein



Klein-Pelton-Turbine «RITOM»

mit Schlauchstutzen. Kann zum Antrieb eines Dynamos verwendet werden.

Reichhaltige Auswahl an Demonstrationsapparaten für den

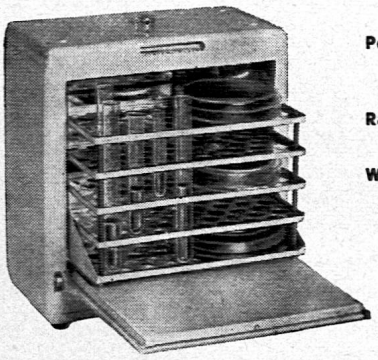
Physik-Unterricht

Verlangen Sie unseren Spezialkatalog oder besuchen Sie unseren Demonstrationsraum.

ERNST INGOLD & CO., HERZOGENBUCHSEE

Das Spezialhaus für Schulbedarf — Telephon (063) 5 11 03

Neuheit!



Kleinstwärmeschrank

Gruppenausrüstungen Chemie, Physik und Biologie. Individuelle Materialzusammenstellung. Die grösste Auswahl.

Permanente Ausstellung in unseren Lokalitäten in Bern. Zum Besuch heissen wir Sie jederzeit herzlich willkommen.

Rationelle Eigenfabrikation und erste Vertretungen massgebender Lehrmittelfabriken.

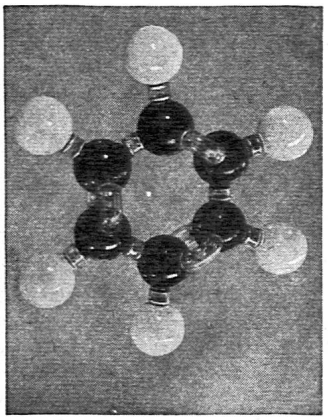
Wirklich alles finden Sie bei uns. — Verlangen Sie bitte noch heute Unterlagen.

Physik - Chemie — HASKA — Biologie

Hans Schaerer, Könizstrasse 13, Bern

Spezialhaus für Lehrmittel

Laborbedarf - Eigene Glasbläserei



Atom- und Molekülmodelle

Universität Basel

Das **Vorlesungsverzeichnis** für das Wintersemester 1960/61 ist erschienen und kann gegen Zusendung von Fr. 1.40 (in Briefmarken) beim Pedell bezogen werden.

Kulturelle Monatsschrift

du

Im Septemberheft:
Varia

Einzelnummer Fr. 3.80

Offene Lehrstelle

Infolge Wegzugs eines Lehrers ist an der Kreissekundarschule Domleschg auf den 1. September 1960

eine Lehrstelle

neu zu besetzen.

Schuldauer: 40 Wochen, vom 1. September bis Mitte Juni. Zwei Lehrer für drei Klassen, mit Fächerteilung. Sekundarlehramtskandidat kommt auch in Frage.

Anmeldungen sind sofort an den **Kreissekundarschulrat Domleschg, Joh. Thaller, Almens,** zu richten.

Primarlehrer

mit sehr guten Referenzen sucht auf den Herbst neuen Wirkungskreis in der Nordostschweiz.

Offerten unter Chiffre 3501 an Conzett & Huber, Inseratenabteilung, Postfach, Zürich 1.

Zu verkaufen

Dia-Projektor Leitz-Prado 250

mit Kühlgebläse, Koffer, Optik: Dimaron 2,8/150. In neuwertigem Zustand. Sehr preiswert.
Anfragen unter Chiffre 3502 an Conzett & Huber, Inseraten-Abteilung, Postfach, Zürich 1.

Lehrmittel • Apparate • Demonstrationsmodelle — PROJEKTION

PROJEKTIONSWAND
aus Kunststoff-Folie, ist der Typ des einfachen, robusten, leicht transportablen und billigen Bildschirmes

die Beschriftbarkeit mit einer normalen farbigen Schulkreide ergibt zusätzliche Möglichkeiten in der Unterrichtsgestaltung

farbrichtige Wiedergabe von Color-Dias

Reflexion wie bei teurer Projektionswand

- 135×135 cm
- aufrollbar
- beschriftbar
- abwaschbar
- reflexionsstark
- unzerreißbar
- Fr. 37.50

AWYCO AG
OLTEN

Ringstr. 31 Tel. (062) 5 84 60

Vorführung oder Ansichtssendungen auf Anfrage

Englischkurse

für Fortgeschrittene und Anfänger getrennt.

Beginn ab 22. September 1960.
Dauer 8 Monate, bis 30. Mai 1961.

Einmal pro Woche; 18—20 oder 20—22 Uhr.

Bern: Dienstag (zwei Klassen)
Zürich: Montag oder Freitag (vier Klassen)
Winterthur: Donnerstag (zwei Klassen)
Basel: Mittwoch (zwei Klassen)
Zürich: Samstag 14—16 Uhr (eine Klasse)

Neu-Aufnahmen jedes Jahr nur einmal!

An jedem Kursabend zwischen 18 und 22 Uhr in jeder Klasse: Grammatik, Lesestücke, schriftliche Uebungen nach Prof Treyer und mündliche Uebungen für die Alltagskonversation, damit auch alle Anfänger bald richtig Englisch reden können.

Kursgeld für 8 Monate (70 Stunden) total **70 Fr.**, zahlbar am 4. Kursabend. **Lehrbuch 5 Fr.**

Zweck: Alle müssen im Mai 1961 Englisch verstehen und richtig reden und schreiben können.

Auf Wunsch gebe ich **Referenzen** und **Beweise** dafür.

Sofortige **schriftliche Anmeldungen** an mich:
John Honegger, Sprachlehrer, **Chur** (GR).

Obligatorisch auch bei Anfragen: Name, Beruf, Wohnort, nächstes Telephon und Arbeitsplatz, sowie gewünschten Kursort angeben.

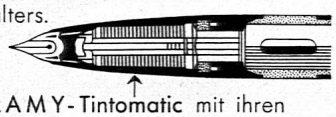
Jeder einzelne erhält von mir direkt Bescheid **durch Brief** bis spätestens 12. September 1960, sofern Aufnahme möglich.

LAMY-ratio

der moderne Füllhalter für Schule und Kolleg.

Großer Tintenraum, für hundert Heftseiten ausreichend.

Die technisch begabte Jugend interessiert sich besonders für die ausgereifte Konstruktion des LAMY Füllhalters.



Die LAMY-Tintomatic mit ihren feinen Kanälen und den 21 Ausgleichskammern sorgt dafür, daß die Feder stets die Tintenmenge bekommt, die sie zum Schreiben braucht. Daher die stets gleichmäßige, saubere Schrift. Kein Schmieren, kein Klecksen.

Preis des LAMY-ratio Fr. **15.–**
Preis des LAMY 99 Fr. **19.50**

★ 5 Jahre Federgarantie ★

Erhältlich in den gebräuchlichen Federspitzen.

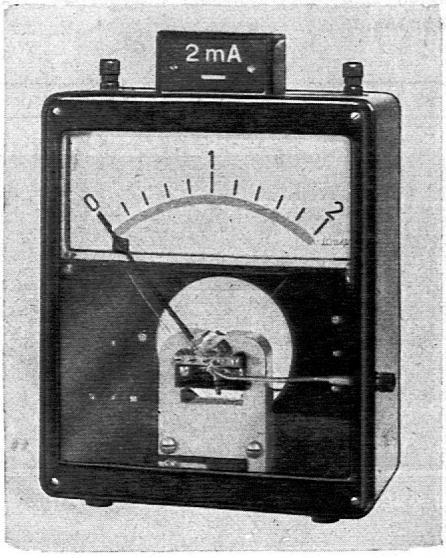
Zu haben in allen guten Papeterien.
Bezugsquellennachweis
durch Fritz Dimmler AG, Zürich.

LEHRMITTEL AG, BASEL

Grenzacherstrasse 110 - Telephon (061) 32 14 53

Engspezialisiertes Fachhaus für

PHYSIK



Wir führen die bestbewährten Fabrikate. - Auszug aus unserem Lieferprogramm:

Elektrizitätslehre: Die ruhende Elektrizität - Die strömende Elektrizität: Stromquellen - Anschlussmaterial - Messinstrumente - Widerstände

Das preisgünstige, neue
PHYWE-Demonstrations-Universal-Drehspulinstrument findet in Fachkreisen eine ausgesprochen begeisterte Aufnahme

Wärme- und Lichtwirkungen - Thermo- und Photoelektrizität - Chemische Wirkungen - Elektromagnetismus - Elektrische Maschinen - Induktion-Experimentier-Transformator aus Aufbauteilen - Telephonie - Elektrizitätsleitung in Gasen - Elektrische Wellen - Mikrowellensender.

Mechaniklehre: Feste Körper - Geräte zur Behandlung der Kreisellehre - Mechanik der Gase - Mechanik der Flüssigkeiten.

Wärmelehre: Wärmequellen - Ausdehnung der Wärme - Spezifische Wärme - Schmelzen und Erstarren - Verdampfen und Verdichten - Wärmeleitung - Wärmestrahlung - Wärme und mechanische Arbeit.

Optiklehre: Lichtquellen - Optische Bänke - Zubehör für optische Aufbauten. Strahlenoptik: Die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes - Die Lenkung der Lichtstrahlen - Die Farbenzerstreuung - Die Spektralanalyse - Wellenoptik: Doppelbrechung und Polarisation - Interferenz und Beugung - Lumineszenz - Physiologische Optik.

Mathematische Lehrmittel - Messen und Wägen - Wellenlehre - Die Lehre vom Schall - Wetterkunde - Magnetismus - Atomphysik - Molekularkräfte - Elektronenstrahloszillograph (nur Fr. 625.—, Leuchtschirm Durchmesser 12,5 cm).

Mobiliar für naturwissenschaftliche Unterrichtsräume: Lehrer- und Schülerexperimentiertische, Materialschränke, Labors usw. Zahlreiche Referenzen!

Siemens Universal-Stromlieferungsgeräte und Schalttafeln für Naturkunde- und Physikzimmer, für Gleich-, Wechsel- und Drehstrom.

SSL Vertriebsstelle des Schweiz. Schullichtbildes

Demonstrations- und Schülerübungsgeräte - Ausführliche Kataloge mit Abbildungen auf Anfrage. Gerätedemonstration durch unsere Sachbearbeiter an Ihrer Schule.