

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung  
**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein  
**Band:** 78 (1933)  
**Heft:** 18

**Anhang:** Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, Mai 1933, Nummer 3 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles  
**Autor:** Huber, Robert / Christen, H. / Stucki, H.

### **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:** 23.02.2026

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

# ERFAHRUNGEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER  
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

MAI 1933

18. JAHRGANG • NUMMER 3

## Quantitative chemische Analysen und Synthesen,

durchgeführt mit Hilfe eines elektrisch  
geheizten Rohrofens.

Von Robert Huber, Kantonsschule Zürich.

### 1. Einleitung.

Im folgenden soll die Durchführung von Vorgängen besprochen werden, die nicht nur für Lehrerversuche in Betracht kommen, sondern auch in Form von Schülerübungen mit Erfolg zur genauen Bestimmung von Mengenverhältnissen verwendet werden können. Es handelt sich um die Zerlegung des Calciumkarbonates, das Kalkbrennen, und die Umwandlung von Calciumoxyd in Calciumhydroxyd, das Kalklöschen. Die grosse Bedeutung quantitativer Untersuchungen für die richtige Erfassung chemischer Vorgänge ist bekannt; bilden ihre Ergebnisse doch die Grundlage der stöchiometrischen Gesetze, der chemischen Formeln und Gleichungen.

Einfache Versuche zum Nachweis der Erhaltung des Gewichtes hat Herr Reber seinerzeit in den «Erfahrungen» angegeben und bekannt sind auch jene Experimente, die im Demonstrationsunterricht des Lehrers oder bei Schülerübungen zur Verständlichmachung des Gesetzes der konstanten Proportionen verwendet werden können, wie die Versuche zur Herstellung der besten Knallgase oder zur restlosen Vereinigung von Eisen und Schwefel, die Bestimmung der aus Kaliumchlorat oder Quecksilberoxyd abgeschiedenen Sauerstoffmenge, ferner des Wasserstoffvolumens, das mit Zink oder Aluminium aus Salzsäure erhalten wird, oder der Raunteile Kohlendioxyd, die aus Karbonaten mit Salzsäure frei werden usw. Die erwähnten Versuche haben aber alle den Nachteil, dass sie, in Form von Schülerübungen durchgeführt, mit einer mehr oder weniger grossen Ungenauigkeit behaftet sind. Sehr gute Resultate ergeben dagegen die sorgfältig durchgeführten Titrationen, und sehr befriedigt bin ich auch von den Ergebnissen der Versuche, über die hier berichtet werden soll.

Der Grund, warum ich den quantitativen Verlauf des Kalkbrennens und Kalklöschens genauer nachzuprüfen begann, liegt darin, dass ich seit einiger Zeit im Anfängerunterricht ziemlich bald das Kohlendioxyd behandle und von Anfang an Material sammeln möchte, das mir später bei der Aufstellung der stöchiometrischen Gesetze als Ausgangspunkt oder zur Kontrolle der Ableitungen dienen kann.

Die Untersuchungen zeigten nun, dass die Thermolyse des Calciumkarbonates und die Synthese des Calciumhydroxydes deswegen so gute Resultate ergeben und sich für Schülerübungen eignen, weil das im

Handel befindliche analysenreine Calciumkarbonatpulver (z. B. von Kahlbaum) ganz und gar nicht hygroskopisch ist, also nicht zuerst getrocknet werden muss, sondern an der Luft sein Gewicht unverändert beibehält, und das Brennen des Karbonates im Platinschiffchen mit Hilfe eines elektrisch geheizten Rohrofens ganz ohne Verluste an festem Material durchgeführt werden kann. Auch bleibt das Gewicht des Calciumoxydes nach Beendigung des Versuches völlig unverändert, wenn das Platinschiffchen mit dem Oxyd aus dem Rohrofen direkt in ein verschliessbares Wägeschiffchen gebracht wird. Weiter braucht der Zusatz des Wassers beim Löschen des Calciumoxydes so wenig Zeit, dass auch jetzt die ungereinigte Zimmerluft nicht merklich einzuwirken vermag und das Trocknen des Calciumhydroxydes im Rohrofen bei 150° vorzüglich stimmende Resultate gibt. Eine Annehmlichkeit liegt auch darin, dass das Calciumkarbonat das Verbindungsgewicht oder «chemische Molekulargewicht» 100,08 besitzt. Denn gehen wir von 1,0008 g resp. 1,001 g aus, so geben uns die Gewichte der neuen Stoffe, ver Hundertfacht, nicht nur an, wieviele Prozente des Ausgangsmaterials sie betragen, sondern sie sind auch die direkt experimentell bestimmten Verbindungsgewichte der Produkte.

### 2. Verwendete Apparate.

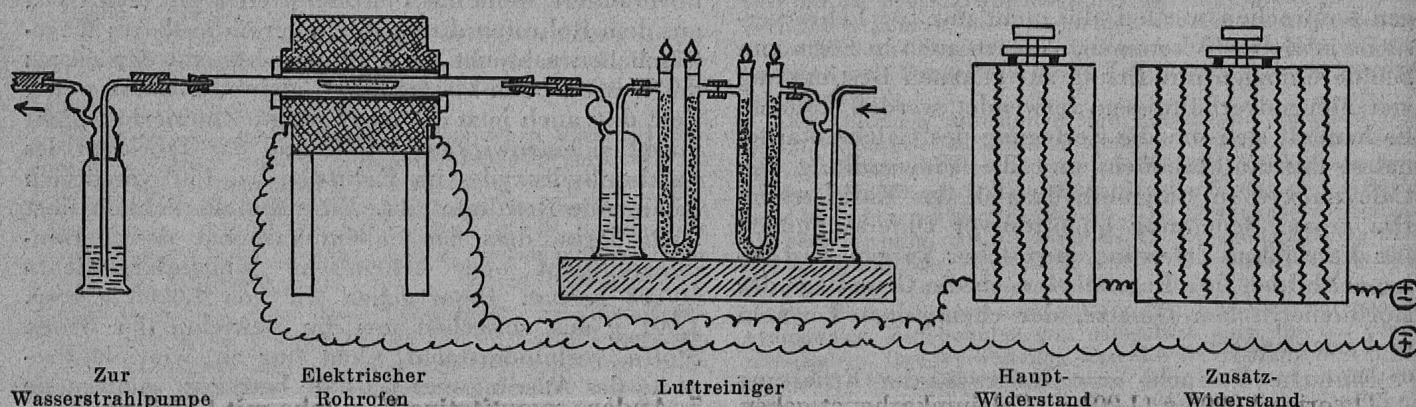
*Der Rohrofen.* Für unsere Versuche wurde der elektrisch anheizbare Rohrofen «PB 6» der Firma W. C. Heraeus in Hanau verwendet, mit einem schmalen Platinband als Heizwicklung und für Temperaturen bis höchstens 1300° bestimmt. Gebaut für 110 Volt Wechselstrom erreicht er mit durchschnittlich 13 Ampère diese Maximaltemperatur und nimmt dann etwa 1,5 Kilowatt Energie auf. Für unsere Zwecke wird er höchstens mit 10 Ampère geheizt und erzeugt dann etwa 1100°. Für 1050° genügen etwa 9,5 A, für 920° etwa 8 A, für 780° etwa 7 A, für 700° etwa 6,5 A usw. Das Heizrohr des Ofens hat 3 cm inneren Durchmesser und 20 cm Länge, so dass ein Einlegerohr von etwa 2 cm innerer Weite durchgezogen und an jeder Stirnseite des Ofens mit einem verstellbaren Formstück festgehalten werden kann.

*Vorschaltwiderstände.* Zur Regulierung der Stromstärke dienen zwei Vorschaltwiderstände, von denen der Hauptwiderstand für 20 Ohm zum Rohrofen gehört und 20 Kontaktstellen besitzt, so dass er die Einstellung der Temperaturen von 1300° bis 400° erlaubt. Der andere ist ein Zusatzwiderstand von 70 Ohm unserer Sammlung mit 31 Kontakten. Werden beide Widerstände zusammen verwendet, so können Ofentemperaturen erhalten werden, die zwischen 400° und leicht erhöhter Zimmertemperatur liegen. Die Wirkung der Widerstände wurde bis zu 350° mit Hilfe eines Thermometers, darüber annäherungsweise unter



Benützung von Substanzen mit bekanntem Schmelzpunkt, bestimmt. Hiefür wurden verwendet und im Ofen in einem Porzellanschiffchen zum Schmelzen gebracht: Zink (Smp 419,4°), Aluminium (659°), Natriumchlorid (etwa 800°) und Silber (960,5°). Die Temperaturgrenze von 1100° war vom Ofenlieferanten auf unsern Wunsch selber auf dem Gehäuse des Hauptwiderstandes markiert worden; andere wünschbare Zeichen brachte ich selber an.

**Einlegerohre.** Für die Versuche bei den Temperaturen von 400° bis 1100° verwenden wir ein 60 cm langes unglasiertes Einlegerohr aus hochfeuerfester, gasdichter, porzellanartiger Masse «K», Marke «Pythagoras», der staatlichen Porzellanmanufaktur Berlin, während für die Versuche unter 400° ein Einlegerohr aus Jenaer Geräteglas von 40 cm Länge und einer Wandstärke von etwa 1 mm genügt. Innenweite beider Röhren 2 cm. Sie ragen beidseitig mehr oder weniger stark aus dem Rohrofen heraus und werden mit Kautschukpfropfen, die Glasröhren tragen, verschlossen.



Zur  
Wasserstrahlpumpe

Elektrischer  
Rohrofen

Luftreiniger

Haupt-  
Widerstand

Zusatz-  
Widerstand

**Platinschiffchen und Wägefläschchen.** Von Heraeus wurde ein abgeflachtes Platinschiffchen von 100 mm Länge, 15 mm Breite und 10 mm Höhe, das sich leicht in die Einlegerohre schieben lässt, mitgeliefert, und zur Aufbewahrung dieses Schiffchens wurde von einer Glasbläserei noch ein besonderes Wägefläschchen aus dünnwandigem Geräteglas mit Schliff und zwei Füßchen hergestellt. Beim Wägen des nach jedem Versuch gereinigten Schiffchens wurde gefunden, dass der glühende, gebrannte Kalk eine Spur Platin aufnimmt, bei jedem unserer Versuche durchschnittlich etwa 0,0005 g. Dieses feinzerteilte Platin geht nachher bei der Reinigung des Schiffchens mit Salzsäure verloren, so dass das gewaschene und ausgeglühte Schiffchen vor jedem Versuch neu gewogen werden muss. Hygroskopisch ist Platin nicht und ebenso wird sein Gewicht durch Reibung nicht merklich geändert, weil es zwar weich, aber sehr zähe ist. Nach zehnmalem Hindurchschieben durch das nichtglasierte Einlegerohr Pythagoras war es wohl ein wenig zerkratzt, aber das Gewicht war unverändert geblieben. Auch ein siebenstündiges Ausglühen des Schiffchens bei 1050° bis 1100° hatte keinen merkbaren Platinverlust zur Folge. Auf dieses Verhalten wurde geprüft, weil Heraeus angibt, in einem Rohrofen, der längere Zeit bei 1300° gebraucht werde, verliere das Heizband, das eine noch höhere Temperatur besitzt, infolge Verdunstung allmählich etwas Platin. Vom Glas ist bekannt, dass sich auf seiner Oberfläche stets Luftteile ansetzen. Darum tritt immer eine geringe Gewichtsabnahme ein, wenn man gläserne Gegenstände unmittelbar vor ihrer

Wägung mit einem Tuch abwischt. Lässt man aber das saubere Wägefläschchen aus Jenaerglas vor jeder Wägung 10 Minuten im Wagekasten liegen, so kann, wie die Versuche zeigten, mit einem konstanten Gewicht gerechnet werden. Beigefügt möge noch werden, dass man vor jeder genauen Wägung den Nullpunkt der Analysenwage überprüfen muss. Die Schüler benützen eine etwas einfachere Wage als der Lehrer.

**Der Luftreiniger.** Zur Wegführung des beim Kalkbrennen entstehenden Kohlendioxydes und des beim Trocknen des gelöschten Kalkes sich bildenden Wassers benützen wir einen langsamen Strom von gereinigter Luft, der während der ganzen Versuchsdauer am Platinschiffchen des Einlegerohres vorbeistreicht, mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe angesaugt und mit einem Quetschhahn reguliert wird. Als Luftreiniger dient ein von mir selber zusammengestellter Apparat, der zur Bindung des Kohlendioxydes in einer Waschflasche hochkonzentrierte Kaliumhydroxydlösung und in einem grossen U-Rohr gekörnten Natronkalk und zur Trocknung der Luft in einem zweiten gleichen

U-Rohr gekörntes wasserfreies Calciumchlorid und in einer Waschflasche konzentrierte Schwefelsäure enthält. Alle Teile sind mit engen, dickwandigen Kautschukschläuchen verbunden.

**Zusammenstellung der ganzen Apparatur.** Aus den vorstehend gemachten Mitteilungen ergibt sich bereits, wie die ganze Apparatur zusammengestellt und gebraucht werden muss. Die beigefügte Skizze soll die Uebersicht noch erleichtern.

### 3. Die quantitative Zersetzung des Calciumcarbonates in Calciumoxyd und Kohlendioxyd.

Bei voll eingeschaltetem Hauptwiderstand wird der Ofen bis auf 400° angewärmt und in der Zwischenzeit nach der Kontrolle des Nullpunktes der Wage das Platinschiffchen und in ihm das reine Calciumcarbonatpulver abgewogen, für den Lehrerversuch 1,0008 g, durch die Schüler 1,001 g. Die Kontrolle des Wägefläschchengewichtes erfolgt nachher, wenn der Versuch im Gange ist. Mit Hilfe eines langen Glasstabes schieben wir dann das Schiffchen mit seinem Inhalt in die Mitte des im Ofen befestigten Pythagorasrohres und lassen einen Strom von 10 Ampère durch die Heizwicklung gehen, der zuletzt 1100° erzeugt, entsprechend der technischen Brenntemperatur von 1000° bis 1100°, während gleichzeitig die Wasserstrahlpumpe einen schwachen Strom von gereinigter Luft durch das Einlegerohr saugt. Schon nach fünf Minuten beginnt die Kohlendioxydabgabe und verläuft infolge der steigenden Temperatur eine Zeitlang ziemlich lebhaft. Doch wird angegeben, dass das sich rasch zersetzende



Calciumkarbonat höchstens 930° bis 950° heiss werde, weil das Brennen von 100 g Karbonat 42,6 grosse Kalorien verbraucht. Nach Riesenfeld entspricht der Dissoziationsdruck des entstehenden Kohlendioxydes bei 700° dem Druck einer Quecksilbersäule von 50 mm Höhe, bei 750° von 99 mm Hg, bei 800° von 195 mm, bei 850° von 370 mm und bei 900° von 700 mm, und Hofmann gibt an, dass dieser Druck bei 908° bereits eine Atmosphäre betrage. Nach Keppeler darf man im technischen Kalkofen etwa 1100° als gewöhnliche Betriebstemperatur annehmen; doch können die niedrigsten verwendbaren Ofentemperaturen auch tiefer liegen, z. B. um 900° herum. Nach Ost sollen grössere Kalksteinstücke sogar bei einer Temperatur von 800° gar gebrannt werden, wenn die Ofenluft nur etwa 10 % Kohlendioxyd, einem Kohlensäuredruck von 76 mm entsprechend, enthält, weil die mechanische Fortführung des Kohlendioxydes durch die Zugluft eine Herabsetzung des Kohlendioxydpartialdruckes und damit eine Erleichterung der Thermolyse zur Folge hat. Bei unsern Versuchen lassen wir den Wechselstrom von 10 Ampère, der 1100° erzeugt, eine ganze Stunde durch den Rohrofen gehen, um das Calciumkarbonat sicher restlos zu zersetzen. Wird dann der Strom ausgeschaltet, so sinkt innerhalb von 25 Minuten die Ofentemperatur so weit, dass das im gereinigten schwachen Luftstrom erkaltende calciumoxydhaltige Platinschiffchen mit einem langen Glasstab aus der Mitte in den vorstehenden Teil des Pythagorasrohres und nach weitem 5 Minuten in das Wägefläschchen geschoben werden kann. Hat man das verschlossene Fläschchen im Wagekasten 10 Minuten liegen lassen, wägt man es mitsamt seinem Inhalt und bekommt damit auch das Gewicht des Calciumoxydes.

Theorie: 1,0008 g (1,001 g) Calciumkarbonat geben 0,5608 g (0,561 g) Calciumoxyd und 0,4400 g Kohlendioxyd. Ergebnis der Lehrerversuche: 1. 0,5600 g; 2. 0,5609 g; 3. 0,5613 g. Die Abweichung von 0,5608 g Calciumoxyd beträgt also höchstens 0,0008 g, d. h. 0,08 %, wenn man die angewandte Menge der Ausgangssubstanz Calciumkarbonat gleich 100 % setzt. Ergebnis der Schülerversuche: 1. 0,562 g; 2. 0,560 g; 3. 0,561 g. Stärkste Abweichung also 0,1 %. Für die Bestimmung brauchen die Schüler etwa 2½ bis 3¼ Stunden, können aber in der Zwischenzeit, wenn der Versuch im Gange ist, auch noch eine andere Arbeit ausführen.

#### 4. Die quantitative Umwandlung von Calciumoxyd mit Wasser in Calciumhydroxyd.

Das am Ende des vorigen Versuches gewogene und verschlossen aufbewahrte Calciumoxyd wird im herausgenommenen Platinschiffchen mit 1 cm<sup>3</sup> reinem Wasser versetzt und das sich etwas erwärmende Produkt für einige Minuten in einen kohlenstofffreien Exsikkator gebracht. Da das Hydrat  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  entsteht, verbrauchen 0,5608 g Calciumoxyd für diese Umwandlung 2. 0,1802, d. h. 0,3603 g Wasser. Also ist mehr als das Doppelte der nötigen Wassermenge zugesetzt worden und dieser Ueberschuss muss nun samt dem Hydratwasser entfernt werden. Das Monohydrat verliert schon bei 60° bis 70° das Additionswasser vollständig und geht in wasserfreies Calciumhydroxyd über, das seinerseits bis gegen 200° beständig ist und durch Erhöhung der Temperatur auf etwa 150° völlig getrocknet werden kann. Zu diesem Zwecke verbinden wir den Hauptwiderstand mit dem Zusatzwider-

stand und ersetzen das Pythagorasrohr des Ofens durch das Geräteglasrohr. Nun wird das Platinschiffchen mit dem gelöschten Kalk in die Mitte des Rohrofens geschoben, das Einlegerohr mit dem Luftreiniger verbunden und mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe ein langsamer Luftstrom am Platinschiffchen vorbeigesaugt. Lassen wir nun den Wechselstrom durch den Ofen gehen, so kann er bei voll eingeschaltetem Hauptwiderstand mit Hilfe des Zusatzwiderstandes so reguliert werden, dass sich im Rohrofen allmählich die Temperatur von 100° bis 120° einstellt. Die nötige Stromstärke behalten wir ungefähr 45 Minuten bei, treiben das im vorstehenden Teil des Glasrohres sich niederschlagende Wasser vorsichtig mit einer Gasflamme vom Ofenrand weiter hinaus gegen das Ende des Rohres und entfernen es dann mit Filtrierpapier, indem wir das Rohr vorübergehend öffnen. Entsteht kein Kondenswasser mehr, so schalten wir etwas mehr Zusatzwiderstand aus, damit der Trocknungsprozess im langsamen Luftstrom innerhalb weiterer 45 Minuten bei etwa 150° sich sicher beenden lässt. Hierauf wird das Platinschiffchen mit seinem Inhalt direkt ins Wägefläschchen geschoben und nach 10 Minuten gewogen.

Theorie: 1,0008 g (1,001 g) Calciumkarbonat oder 0,5608 g (0,561 g) Calciumoxyd geben 0,7410 g Calciumhydroxyd. Ergebnis der Lehrerversuche: 1. 0,7410 g; 2. 0,7408 g; 3. 0,7407 g. Die grösste Abweichung beträgt 0,0003 g Calciumhydroxyd, also 0,03 % vom Ausgangsmaterial Calciumkarbonat. Ergebnis der Schülerversuche: 1. 0,740 g; 2. 0,740 g; 3. 0,742 g. Die Schüler erhielten also 74,0 und 74,2 %, statt 74,1 %. Für den ganzen Versuch brauchten sie etwa 2½ Stunden.

#### 5. Andere quantitative Versuche mit Calciumverbindungen.

Es soll noch erwähnt werden, dass von mir bereits versucht wurde, die Umkehrung des Kalklöschens und des Kalkbrennens, ferner die Umwandlung von Calciumhydroxyd in Calciumchlorid und dessen Ueberführung in Calciumsulfat im Platinschiffchen mit Hilfe des elektrischen Rohrofens messend zu verfolgen. Nach den vorliegenden Resultaten eignen sich auch diese Vorgänge für einfache quantitative Bestimmungen. Da jedoch die Versuche noch nicht völlig abgeschlossen sind, soll über die Ergebnisse erst in einem spätern Zeitpunkt berichtet werden.

### Die Alfol-Metall-Isolierung.

Von H. Christen, Winterthur.

Bei der Fortpflanzung der Wärme unterscheiden wir die Uebertragung durch Konvektion, Leitung und Strahlung. Hübsche Versuche dienen im Physikunterricht zur Erläuterung dieser Vorgänge, und auf interessante Anwendungen wird der Schüler aufmerksam gemacht. Eine wohl noch zu wenig bekannte und ebenfalls hübsche Anwendung der Wärmeübertragung durch Strahlung ist die *Alfol-Metall-Isolierung*. Auf der Erkenntnis beruhend, dass wenn die Wärmeeinstrahlung durch Anwendung spiegelnder Stoffe durch Reflexion am Eindringen in den zu schützenden Körper verhindert wird, und wenn noch isolierende Luftschichten geschaffen werden, eine sehr günstige Wärme- bzw. Kälte-Isolierung erhalten werden muss (Dewar-Gefässe, Thermosflaschen), unter-



suchte Prof. Schmidt, Hochschullehrer in Danzig, insbesondere die Wärmeübertragung durch Strahlung. Eine besonders niedrige Strahlungszahl fand er bei poliertem Aluminium — sie wird nur noch von poliertem Kupfer und Silber unterschritten —, die durch die dünne Oxydhaut nicht wesentlich beeinflusst wird.

Prof. Schmidt verwendete deshalb papierdünne, glatte Aluminiumfolien (0,03 mm stark), die in mehreren Lagen in einem Abstände von 1–2 cm durch sogenannte Abstandhalter parallel zu der zu isolierenden Fläche angebracht wurden (Siehe Abb. 1). Die

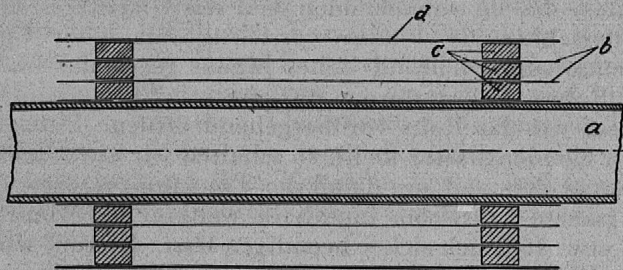


Abb. 1. Schema einer Aluminiumfolien-Isolierung.  
(Planfolie)

a) Rohr b) Aluminiumfolie c) Abstandhalter d) Schutzblech

planverlegte Alfol-Isolierung konnte jedoch nur da Verwendung finden, wo gerade Rohre und ebene Flächen zu isolieren waren.

Dr. Dyckerhoff kam dann auf den Gedanken, die Abstandhalter der Schmidtschen Isolierung dadurch zu vermeiden und das Verlegen der Aluminiumfolien zu vereinfachen, dass er statt glatter Folien geknitterte Folien in Verwendung brachte, womit er das sogenannte Knitterverfahren schuf und der Alfol-Isolierung weitere Anwendungsgebiete erschloss (Abb. 2).

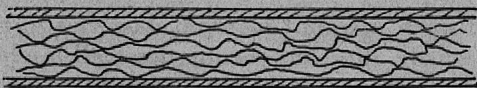


Abb. 2. Knitterfolie.

Beim Knitterverfahren werden Folien von nur 0,007 mm Stärke und normalerweise 400–500 mm Breite verlegt. Die vorher mittels Hand unregelmässig geknitterten Folien werden lose aufeinander geschichtet und so jeder unregelmässig gekrümmten Fläche angepasst. Durch die Knitterung werden die Folien in bestimmten Abständen gehalten, wodurch die besonderen Abstandhalter entbehrlich wurden.

Da die Isolierung keinen Druck aufnehmen kann, ist eine druckfeste Abdeckung erforderlich. Aus der ganzmetallischen Struktur der Isolierung geht hervor, dass weder bei der Verlegung noch im Betriebe irgendwelche Staubbildung vorhanden ist. Weitere Vorteile sind die Unbrennbarkeit, die unhygroskopische Struktur, die Geruchlosigkeit und die Bakteriensicherheit. Gegen Beschlagen mit Feuchtigkeit, gegen Zerstörung durch Fäulnis ist die Metallisolierung unempfindlich. Durch die Knitterung und durch die überlappende Verlegung kann die Metallisolierung den Wärmedehnungen, die übrigens infolge der geringen Folienstärke sehr klein sind, leicht Folge geben, so dass ein Reißen der Isolierung nicht eintreten kann. Eine hervorstechende Eigenschaft dieser Isolierung ist ihr ausser-

ordentlich kleines spezifisches Gewicht, wiegt doch 1 m<sup>3</sup> der Knitterfolie nur ca. 3 kg. Anwendungen dieser Isolierung: Eisenbahn- (SBB), Strassen-, Wasser- und Luftfahrzeuge. Die Gewichtspersparnis beträgt bei Eisenbahnkühlwagen bis 2000 kg. Ferner für Transportbehälter, Rohrleitungen, Kessel, Dampfmaschinen und -turbinen, elektrisch und gasbeheizte Apparate (Backöfen), Kühlschränke usw.

Im nachstehenden sind noch die Wärmeleitzahlen  $\lambda$  für die fertig verlegte Alfolisolierung nach dem Knitterverfahren einschliesslich Blechverkleidung, sowie die Wärmeleitzahlen für die Knitterfolie an Wandisolierungen in Holzrahmen (Kühlwagen) aufgeführt.

| Mitteltemperatur<br>$t_m$ in °C | Rohrleitungen<br>$\lambda$ in kcal/m h °C | Wände<br>$\lambda$ in kcal/m h °C | Zum Vergleich<br>$\lambda$ für ruhende Luft <sup>1)</sup> |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 0                               | 0,040                                     | 0,034                             | 0,0204  |
| 50                              | 0,047                                     | 0,041                             | —   |
| 100                             | 0,053                                     | 0,047                             | 0,0259  |
| 200                             | 0,066                                     | —                                 | 0,0314  |
| 300                             | 0,078                                     | —                                 | 0,0361  |

Literaturhinweis: Prof. E. Schmidt: «Wärmestrahlung technischer Oberflächen bei gewöhnlicher Temperatur». München 1927.

## Kleine Mitteilungen.

**Doppelfärbung für Paramácien.** Zur Darstellung der Kerne, Kernteilungen usw. bei Infusorien dient folgendes einfaches Verfahren: Dem Aufguss wird ein kleiner Tropfen Material entnommen und auf den Objektträger gebracht. Dazu gibt man einen Tropfen 2–3prozentige Essigsäure, in welcher man sehr wenig Methylgrün gelöst hatte (nur bis zur schwachen Grünfärbung, so dass die Lösung noch gut durchsichtig ist). Diese fixierende Methylgrünessigsäure lässt man an warmem Orte eintrocknen. Spiritusflamme ist nicht zu empfehlen. Nachher spülen wir mit Wasser das Methylgrün weg und finden alle Kerne grün. Sollten auch die ganzen Tiere grün sein, so war die Lösung zu stark. Mit verdünnter Safraninlösung kurz nachfärben, bis der Aufguss tropfen rötlich angehaucht erscheint, dann sofort abwaschen und über Alkohol und Benzol in Kanadabalsam einbetten. Diese Präparate sind gut vor Licht zu schützen. Sie zeigen bei sich teilenden Paramácien sehr hübsch die Kernteilung und bei verschiedenen Infusorien die manchmal merkwürdigen Kerngestalten. Nicht selten finden sich auch bei Paramácien die ganzen Leiber mit kleinen Kernen erfüllt.

H. Stucki.

**Blutbewegung im Arthropoden-Körper.** Im «Mikrokosmos» teilt Herr Beyerle, Rottweil, im vorigen Jahrgang, S. 151, mit, dass die im Moose häufig anzutreffenden winzigen Spinnen der Familien der Mikryphantiden und der Linyphiiden ein ausgezeichnetes Objekt darstellen, um die Bewegung des Arthropodenblutes zu beobachten.

Da die Spinnen sehr lebhaft sind, ist es vorteilhaft, sie durch ein Tröpfchen Alkohol zu betäuben. Die Blutbewegung, welche in den Laufbeinen beobachtet wird, verlangsamt sich dadurch, nach meinen Beobachtungen bis zum Stillstand, um dann nach einer Weile wieder einzusetzen und nach und nach lebhafter zu werden. Die ovalen Blutzellen können ihre Gestalt insofern ändern, als sie sich bei Durchgangerschwerung, der Umgebung anschmiegend, in die Länge drücken. Die Bewegung ist eine stossartige, entsprechend den Kontraktionen des Herzschaufels, und wird nach Bewegungen des Tieres lebhafter, um bei Ruhe wieder sich zu verlangsamen, ebenso bei Dunkelheit, während Beleuchtung, besonders künstliche, die Bewegung wieder anregt.

H. Stucki.

<sup>1)</sup> Nach Prof. Schmidt.