

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung

**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein

**Band:** 93 (1948)

**Heft:** 5

**Anhang:** Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, Februar 1948, Nummer 1 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

**Autor:** Günthart, A. / Rüetschi, W. / Oettli, Max

### **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:** 07.01.2026

**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

FEBRUAR 1948

33. JAHRGANG • NUMMER 1

## Optische Stecknadelversuche

Von A. Günthart, Kantonsschule Frauenfeld

Die früher in deutschen physikalischen Arbeitsbüchern mehrfach angegebenen Stecknadelversuche gestatten, die Gesetze der Reflexion und der Brechung des Lichts trotz einfachster Hilfsmittel mit grosser Genauigkeit (Fehler erheblich unter 1%) abzuleiten und eignen sich ausgezeichnet für Schülerübungen. Sie sind bei uns offenbar nie allgemeiner bekannt geworden oder vielleicht auch wieder in Vergessenheit geraten, und seien darum so, wie ich sie früher, mehrmals sogar in Übungen mit ungeteilten Klassen, verwendet habe, kurz dargestellt.

### I. Reflexion

#### Erster Versuch.

Ein rechteckiges Stück eines Glasspiegels (zirka  $15 \times 1$  cm) wird, wie Fig. 1 zeigt, auf der amalgamierten Seite an ein Grundbrettchen gekittet, so dass es senkrecht steht. Auf einem auf dem Reissbrett aufgezogenen Papierblatt zieht man die beiden zueinander senkrechten Geraden  $g$  und  $l$  ( $l =$  Einfallslot) und einen von deren Schnittpunkt  $E$  ausgehenden schiefen Strahl  $s$ . Dann stellt man den Spiegelstreifen mit seiner hintern, amalgamierten Fläche, die ja viel stärker reflektiert als die vordere, wie in der von oben dargestellten Fig. 3 deutlicher zu sehen ist, auf die Gerade  $g$ . Auf  $s$  steckt man die beiden Stecknadeln  $N_1$  und  $N_2$  fest ins Reissbrett und visiert nun, linkes Auge geschlossen, über diese Nadeln weg, so dass sie sich decken. Man

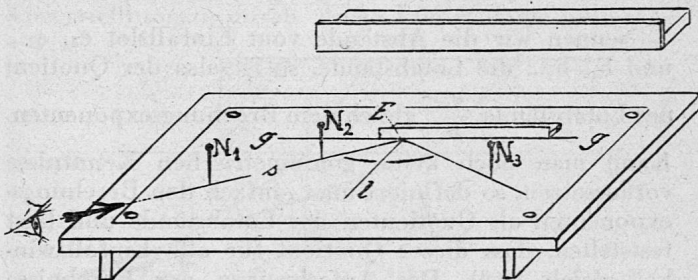


Fig. 1.

(Nur diese Figur ist perspektivisch, die weiteren Zeichnungen sind alle in Ansichten von oben dargestellt.)

mus die Nadeln möglichst weit unten anvisieren, um Fehler infolge unvollkommener Senkrechtstellung auszuschliessen; am besten kniet man bei dieser Arbeit auf dem Fussboden. Jetzt wird eine dritte Nadel  $N_3$  (Fig. 1) so lange nach links und rechts bewegt, bis ihr Spiegelbild mit  $N_1$  und  $N_2$  zusammenfällt. Nun kann man die Nadeln wegnehmen. Verbindet man jetzt das Steckloch von  $N_3$  mit  $E$ , so kann man feststellen, dass Einfallswinkel und Reflexionswinkel einander gleich sind. Zieht man gleich zu Beginn statt eines einzigen Strah-

les  $s$  deren mehrere, so kann der Versuch vor Entfernung des Spiegels mit mehreren Einfallswinkeln von ungleicher Grösse ausgeführt werden. Die Stecklöcher umringelt man vor dem Ausziehen der Nadeln und nummeriert einfallenden und reflektierten Strahl jeweils mit derselben Zahl. Die Stecklöcher der Nadeln sind in unseren Fig. 3 bis 7 mit starken Punkten, die Visierrichtung des Auges ist mit kurzen dicken Pfeilen angegeben. Die Ergebnisse des ersten Versuches werden ins Uebungsheft eingetragen:

	Einfallswinkel	Reflexionswinkel
1. Versuch . . . . .	..... Grad	..... Grad
2. Versuch . . . . .	..... „	..... „
3. Versuch . . . . .	..... „	..... „
.....	..... „	..... „

± gleich

Bei diesem Versuch ist  $N_3$  der Gegenstand. Von ihm gehen, wie von jedem nichtschwarzen Gegenstand in beleuchtetem Raum, nach allen Seiten Lichtstrahlen aus. Einer von ihnen geht nach  $E$  und nach der Reflexion in der Richtung  $s$  ins Auge. Von diesem reflektierten Strahl  $s$  gehen wir bei unserem Versuch aus. Wir können ihn auch als einfallenden,  $EN_3$  dann als reflektierten Strahl betrachten.

Man vergleiche diese subjektiven Versuche mit den üblichen objektiven, z. B. mit den von H. Schüepp in Erf. XXI, 1946, Nr. 4 beschriebenen, bei denen als Gegenstand ein selbstleuchtender Körper, eine Glühlampe oder Kerzenflamme benützt wird.

#### Zweiter Versuch.

Hat man den zu  $s$  gehörenden Strahl  $EN_3$  konstruiert, so kann man den Spiegel um  $E$  etwas drehen und die neue Spiegelebene auf dem Zeichenblatt nachziehen. Steckt man nun auf der rechten Seite eine weitere Nadel ein, so dass sie sich mit  $N_1$  und  $N_2$  deckt, so erhält man den allen physikalischen Apparaten mit Spiegelablesung zugrunde liegenden Satz, dass bei Drehung des Spiegels sich der reflektierte Strahl um den doppelten Winkel dreht.

#### Dritter Versuch.

Das Bild erscheint bei optischen Versuchen bekanntlich immer da, wo die reflektierten, resp. die gebrochenen Strahlen sich schneiden oder wo (bei virtuellen Bildern) ihre gedachten Verlängerungen sich schneiden. Darum lässt sich aus dem im ersten Versuch abgeleiteten Reflexionsgesetz, wie Fig. 2 zeigt, geometrisch ableiten (erster und zweiter Kongruenzsatz), dass beim ebenen Spiegel das virtuelle Bild symmetrisch zum Gegenstand hinter dem Spiegel gelegen ist. Das Zeichen ! gibt hier die Stellung des das Bild betrachtenden Auges an.

Dies lässt sich mit dem Stecknadelverfahren auch experimentell dartun (Fig. 3). Auf die Gerade stellt man wieder den Spiegelstreifen. Vor diesem steckt man als Gegenstand G die Nadel N<sub>1</sub> und erblickt dann im Spiegel das virtuelle Bild B. Bringt man nun durch Hin- und Herbewegung des Kopfes N<sub>1</sub> (G) und B zur Deckung und hält das visierende Auge etwas

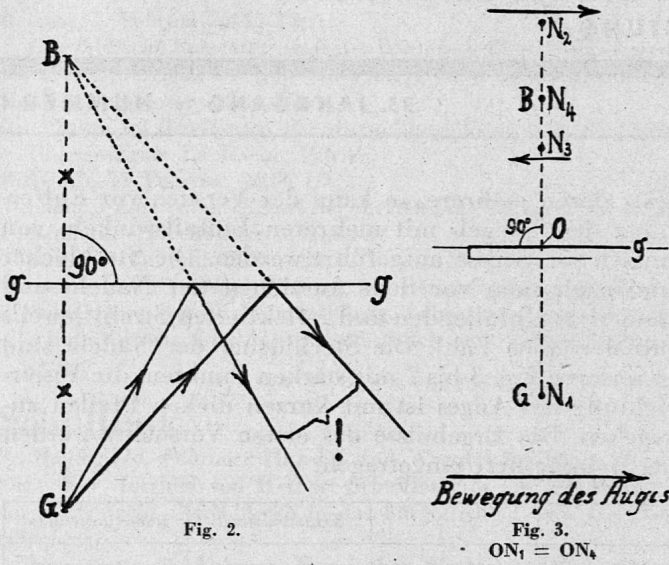


Fig. 2.

Fig. 3.  
ON<sub>1</sub> = ON<sub>2</sub>

über der Zeichenebene, so kann man hinter dem Spiegel eine zweite Nadel N<sub>2</sub> so stecken, dass sie mit dem Gegenstand G (N<sub>1</sub>) und seinem Bild B zusammenfällt und man sieht nun, dass die Verbindungsgerade N<sub>1</sub>N<sub>2</sub> senkrecht zur Spiegelfläche g steht. Man kann auch feststellen, wie weit hinter dem Spiegel das Bild B liegt. Hat man nämlich die Nadel zu weit entfernt eingesteckt (bei N<sub>2</sub>) und bewegt nun den Kopf hin und her, so bewegt sich N<sub>2</sub> in bezug auf B im gleichen Sinne wie der Kopf. Wurde dagegen die hintere Nadel zu nahe gesteckt (bei N<sub>3</sub>), so bewegt sie sich entgegengesetzt. Man verschiebt nun die hintere Nadel auf der am Anfang ermittelten Senkrechten zur Spiegelfläche so lange, bis sie sich im Vergleich zu B gar nicht mehr bewegt und erkennt, dass dies der Fall ist, wenn sie genau gleich weit von der Spiegelebene entfernt ist wie der Gegenstand.

#### Vierter Versuch.

Verschiebt man beim vorigen Versuch den Spiegel um einen bestimmten Betrag parallel seiner Ausgangsstellung, so kann man durch Einstecken einer weiteren Nadel feststellen, dass sich das Bild vom Gegenstand um den doppelten Betrag entfernt hat.

## II. Brechung

Zu Stecknadelversuchen über die Brechung des Lichtes verwendet man geschliffene, prismatische, parallelwandige Glaskörper von etwa 10 cm Länge, 3 bis 10 (am besten 7) cm Breite und zirka 1½ cm Höhe<sup>1)</sup>. Das Glas ist als «dichteres Medium» in unseren Figuren 4—8 teilweise schraffiert.

#### Fünfter Versuch.

Man zieht zunächst wieder das Achsenkreuz g—l und verschiedene einfallende Strahlen, legt dann den Glaskörper mit einer der breiteren Seitenflächen auf das Zeichenblatt und, wie Fig. 4 zeigt, dicht an die

<sup>1)</sup> Nach H. Schüepp zu beziehen bei E. Leising, Forchstr. 300, Zürich. Man gebe aber an, dass sie nicht auf einer Fläche geraut zu sein brauchen, wie die von Schüepp verwendeten.

Gerade g an, steckt auf den einfallenden Strahlen je zwei Nadeln und je eine dritte auf die hintere Seite der Glasplatte, ganz dicht an ihre Wandung, und zwar so, dass beim Visieren über die beiden vorderen Nadeln das Bild der hinteren sich mit jenen deckt. Entfernt man dann den Glaskörper und verbindet die Stecklöcher der hintern Nadeln mit E, so erhält man

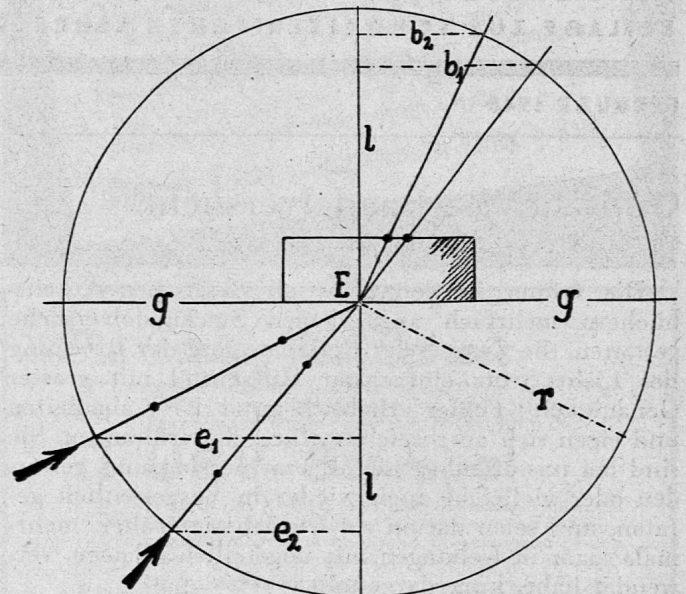


Fig. 4.

die gebrochenen Strahlen. Bekanntlich sagt das Brechungsgesetz aus, dass der Sinus des Einfallswinkels dividiert durch den Sinus des Brechungswinkels für alle Strahlen konstant, gleich dem Brechungsexponenten (besser Brechungsquotienten) der betreffenden Glassorte ist<sup>2)</sup>. Beschreiben wir nun um E einen grossen Kreis und errichten die auf dem Einfallslot senkrechten Strecken e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>... und b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>..., so ergibt sich

$$\frac{\sin. \text{Einfallswinkel}}{\sin. \text{Brechungswinkel}} = \frac{e_1}{r} : \frac{b_1}{r} = \frac{e_1}{b_1}$$

$$\text{ebenso} = \frac{e_2}{b_2}$$

$$\text{usw.}$$

$$\text{allgemein} = \frac{e}{b}$$

Nennen wir die Abstände vom Einfallslot e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>... und b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>... die Lotabstände, so ist also der Quotient der Lotabstände  $\frac{e}{b}$  gleich dem Brechungsexponenten.

Kann man noch keine goniometrischen Kenntnisse voraussetzen, so definiert man einfach den Brechungsexponenten als Quotienten der Lotabstände und lässt feststellen, dass dieser Quotient für alle Einfallswinkel gleich ist<sup>3)</sup>. Das Aufschreiben der Ergebnisse kann etwa so erfolgen:

<sup>2)</sup> Dass also nicht der Einfallswinkel dem Brechungswinkel, sondern der Sinus des Einfallswinkels dem Sinus des Brechungswinkels direkt proportional ist.

<sup>3)</sup> Bekanntlich gilt die Entdeckung des Brechungsgesetzes als eine der bedeutendsten Intuitionen in der Geschichte der Physik. Von unserem Versuch ausgehend erscheint das Gesetz aber den Schülern ziemlich selbstverständlich (weil es durch die Verwendung desselben Kreises für alle Lotabstände bereits gegeben ist). Denn wenn man sie zuerst feststellen lässt, dass Einfallswinkel und Brechungswinkel einander nicht direkt proportional sind, so steigt ihnen sofort die Vermutung auf, dass die Lotabstände, d. h. die Sinus der Winkel für die Brechung entscheidend sind, schon deshalb, weil ja die Lotabstände auch ein Mass für die Schiefheit der Strahlen sind.

	$e$	$b$	$\frac{e}{b}$	Fehler*)
1. Versuch . . .				
2. Versuch . . .				
3. Versuch . . .				

\*) Abweichungen vom Mittel, in %

Mittel:

.....  
= Brechungs-  
exponent

### Sechster Versuch.

Eine parallelwandige Glasplatte lenkt den Lichtstrahl nicht ab, sondern verschiebt ihn nur sich selbst parallel (warum?). Auch dieser Satz, der ja zur Konstruktion der Linsenbilder gebraucht wird, lässt sich durch

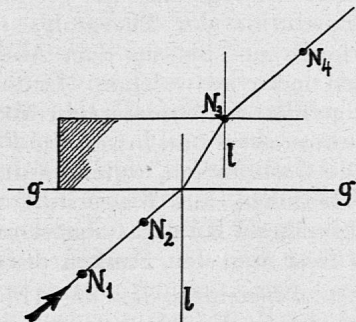


Fig. 5.

einen Stecknadelversuch schön nachweisen (Fig. 5). Ausser den beiden Nadeln  $N_1$  und  $N_2$  vor der Glasplatte und der dicht hinter ihr gesteckten  $N_3$  wird diesmal noch eine weitere Nadel  $N_4$  etwas weiter hinten eingesteckt, und zwar so, dass beim Visieren  $N_1$  und  $N_2$  und die Bilder von  $N_3$  und  $N_4$  zusammenfallen. Dann kann der Schüler feststellen, dass der Strahl nach dem Durchgang durch die Glasplatte parallel dem einfallenden Strahl verläuft.

### Siebenter und achter Versuch.

Wo bei Brechung das virtuelle Bild  $B$  eines Gegenstandes  $G$  entsteht, kann durch Stecknadelversuche nach Fig. 6 und 7 abgeleitet werden. Die Stecklöcher der Nadeln sind wie bisher durch starke Punkte, die Visierrichtungen durch dicke Pfeile dargestellt, das

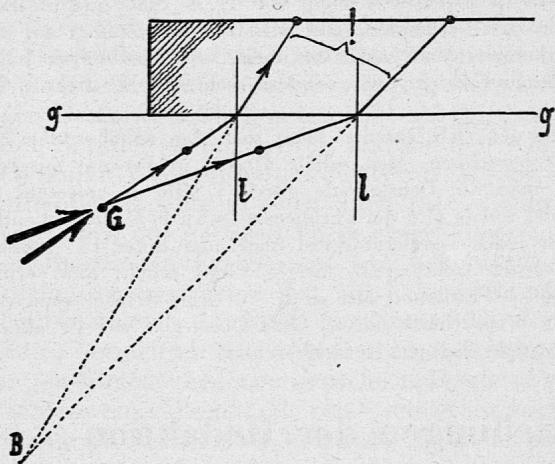


Fig. 6.

Zeichen ! gibt auch hier die Stellung des das Bild betrachtenden Auges an. Der in Fig. 6 (Gegenstand im dünneren, Auge im dichteren Medium) dargestellte Fall kommt praktisch höchstens dann vor, wenn wir

beim Baden nach Art der Fische aus dem Wasser heraus am Ufer befindliche Gegenstände betrachten; den praktisch meist gegebenen Fall (Münze auf dem Boden eines mit Wasser gefüllten Gefässes) zeigt Fig. 7. Für diesen Fall ergeben sich die Visierrichtungen (parallel den von der Glasplatte zum Auge hinlaufenden Strahlen) aus dem sechsten Versuch (Fig. 5).

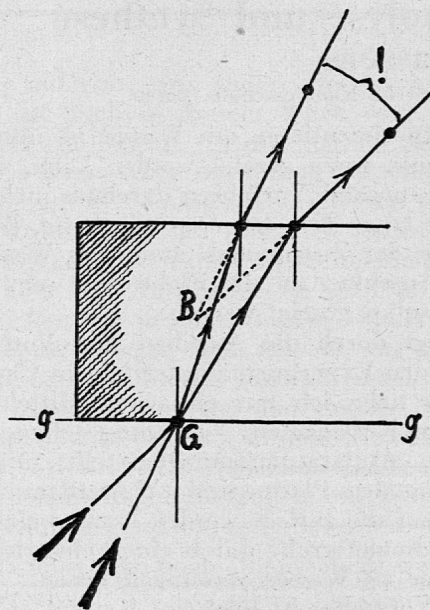


Fig. 7.



Fig. 8.

(Dicke der Platte  $1-1\frac{1}{2}$  cm)

### Weitere Versuche.

Lässt man  $1-1\frac{1}{2}$  cm dicke Glasplatten von der in Fig. 8 dargestellten Gestalt anfertigen, so kann man zeigen, dass bei prismatischen Glaskörpern (in der Optik einfach Prismen genannt) die Ablenkung des austretenden Strahls von der brechenden Kante weg erfolgt. Es lässt sich mit dem Stecknadelverfahren auch schön dartun, dass das Minimum der Ablenkung dann eintritt, wenn der Strahl das Prisma symmetrisch durchsetzt.

\*

Einleitend wurde darauf hingewiesen, wie sehr sich die Stecknadelversuche für Schülerübungen eignen. Wegen der Einfachheit und Billigkeit der Geräte können zahlreiche Schüler «in gleicher Front» beschäftigt werden. Aber die Gefahr ist gross, dass man in ein geistloses Diktierverfahren verfällt: «Man ziehe den einfallenden Strahl, stecke auf ihm zwei Nadeln und eine dritte dicht hinter dem Glaskörper und visiere so, dass das Bild der letzteren sich mit den beiden vordern Nadeln deckt, ziehe einen Kreis (Fig. 4), errichte die Lotabstände...» So würde man nicht Sucher und Finder, sondern Maschinenmenschen erziehen. Schon Kerschensteiner hat (Erf. XXI, 1936, Nr. 4, Seite 15) auf diese Gefahr hingewiesen. Man kann diese Gefahr aber umgehen. Man kann die Schüler zunächst vor die betreffenden Probleme stellen und ihnen Zeit geben, eine eindeutige Fragestellung zu finden und sich dann über die zu ihrer Lösung möglichen Versuchs-

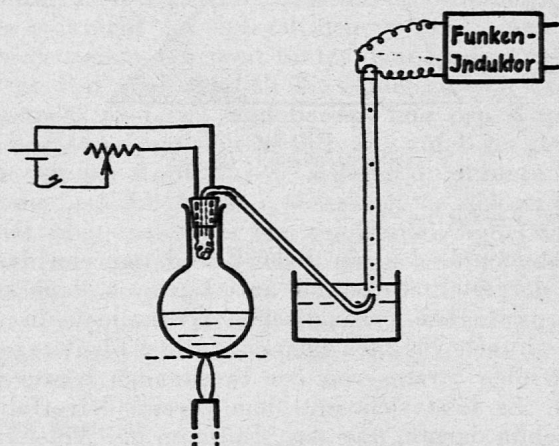
anordnungen zu besinnen<sup>4)</sup>. So wird man sie schliesslich unter weitgehender Aktivierung ihrer Selbsttätigkeit auf den richtigen Weg bringen. Der Lehrer, der diesen schwierigsten Teil seiner Mitarbeit richtig zu gestalten versteht, wird dann mit den dargestellten Versuchen gute erzieherische Erfolge erzielen.

## Thermolyse und Synthese des Wassers

Von W. Rüetschi, Kantonsschule, Aarau

Das Experimentieren mit Wasser ist immer besonders reizvoll, wenn gezeigt werden kann, dass dieses «Element» unserer Vorfahren durchaus nicht so stabil ist, wie es lange Zeit den Anschein hatte. Bei der Besprechung der Zusammensetzung des Wassers kann nun im Anschluss an die Elektrolyse sehr gut auch die Thermolyse gezeigt werden.

Angeregt durch die Angaben im «Vorbereitungsbuch für den Experimentalunterricht in Chemie» von K. Scheid, habe ich mit einfachen Mitteln, wie sie wohl jedem Kollegen zur Verfügung stehen, den unten skizzierten Apparat zusammengestellt, mit dem an einer glühenden Platinspirale Wasserdampf teilweise in die Elemente zerlegt werden kann, welche sich in einem Eudiometerrohr durch einen elektrischen Funken wieder zu Wasser vereinigen lassen. (Der erste Teil des Versuches ist auch im Kapitel «Chemisches Gleichgewicht» auf Seite 120 unseres Chemiebuches kurz beschrieben.)



Ein Rund- oder Stehkolben (500 bis 750 cm<sup>3</sup>) mit Gummistopfen wird mit einem Gasableitungsrohr versehen, welches andererseits in eine mit Wasser gefüllte pneumatische Wanne taucht. In den Gummistopfen werden mit einem glühenden Nagel zwei enge Löcher gestossen, durch welche je ein mindestens 3 mm dicker Kupferdraht geführt wird. Zwischen die unteren Drahtenden wird ein 10 bis 15 cm langes Stück von dünnem Platindraht (0,2 bis 0,5 mm) geschweisst. (Wer das Schweissen umgehen möchte, kann die Kupferdrähte am einen Ende mit der Bleischere in der Längsrichtung etwa einen Zentimeter tief aufschlitzen, den Platindraht in den Schlitz legen und durch Zusammenquetschen der Kupferdrahthälften befestigen.)

Ein starkwandiges Eudiometerrohr mit 5 bis 7 mm innerem Durchmesser wird so an einem Stativ mon-

<sup>4)</sup> Die Anmerkungen 2 und 3 wollen auf einige Möglichkeiten zu solcher Besinnung hinweisen.

tiert, dass es in der pneumatischen Wanne über die ausgezogene Oeffnung des Gasableitungsrohres zu stehen kommt. Zweckmässig wird zwischen Rohr und Stativklammer ein dickes Gummischlauchstück geklemmt, um den Schlag bei der Zündung des Knallgases zu dämpfen.

Als Heizstromquelle für den Glühdraht kommt entweder ein starker Akkumulator von 6 bis 10 Volt oder ein Anschlussgerät in Frage. In den Stromkreis wird ein Widerstand für ca. 8 Amp. geschaltet, mit welchem beim Versuch der Strom so reguliert wird, dass der Platindraht auf helle Rotglut kommt. Zum Entzünden des Knallgases im Eudiometer dient ein Funkeninduktor.

Den Kolben füllt man etwa zur Hälfte mit destilliertem Wasser und gibt eine Messerspitze Bimssteinpulver hinein, um ein regelmässiges Sieden zu erwirken. Zur Demonstration der Thermolyse kocht man das Wasser so lange aus, bis aus dem Ableitungsrohr keine Luftblasen mehr entweichen. Dann setzt man das mit Wasser gefüllte Eudiometerrohr über die Oeffnung des Ableitungsrohres und bringt die Platinspirale zum Glühen. Die Gasbläschen, welche nun ins Eudiometer steigen, bestehen aus Wasserstoff und Sauerstoff. Hat sich genügend Knallgas angesammelt (2 bis 3 cm hoch), so lässt man den Funken durchschlagen.

Am Schluss ist zu beachten, dass das Ableitungsrohr aus der pneumatischen Wanne entfernt werden muss, bevor das Sieden des Wassers im Kolben unterbrochen wird.

Es ist zweckmässig, den Kolben auf Asbestdrahtnetz, die pneumatische Wanne und das Eudiometerrohr fest an ein Stativ zu montieren, so dass der Apparat ohne weitere Vorbereitung für spätere Versuche jederzeit bereit ist.

## Kleine Mitteilungen

### Öchslegrade

Überall liest man, dass die Obst- und Traubensäfte im letzten Jahre Rekordhöhen an Öchslegraden erreicht haben — aber man hat vielleicht vergessen, was ein Öchslegrad ist.

Ein Öchslegrad ist gar nichts anderes, als das spezifische Gewicht (Litergewicht) des betreffenden Saftes, gemessen bei der Temperatur von 15° C. Alle Obst- und Traubensäfte haben nämlich ein spezifisches Gewicht von 1, ... Statt nun dieses 1, ... immer zu wiederholen, gibt man nur die Zahlen an, auf die es ankommt. Man sagt also nicht, ein Traubensaft habe das spezifische Gewicht 1,087, sondern man sagt: «er zieht 87 Öchslegrade».

Aus den Öchslegraden kann man den annähernden *Zucker* berechnen. Man erhält diesen, in Prozent ausgedrückt, wenn man die Öchslegrade durch 5 teilt. In unserem obigen Beispiel würde also der Traubensaft etwa 17% Zucker enthalten.

Für jedes Temperaturgrad über oder unter 15° müssen die abgelesenen Öchslegrade um ¼ Grad erhöht bzw. erniedrigt werden. Es bedeuten also z. B. 70 Grad Öchsle, gemessen bei 11°, in Wirklichkeit nur 69 Grad Öchsle, 70 bei 19° abgelesene Öchslegrade dagegen 71 Grad Öchsle.

M. Oe.

## Mitteilungen der Redaktion

Die letzte Nummer des vorigen Jahrgangs musste wegen Papierknappheit ausfallen. Auch 1948 kann uns solche Einschränkungen bringen. Wenn möglich soll der verlorene Raum später aufgeholt werden.

«Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht»

Schriftleitung: Dr. A. Günthart, Frauenfeld und Dr. Max Oettli, Glarisegg bei Steckborn