

Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung

Band: 53 (1908)

Heft: 43

Anhang: Zur Praxis der Volksschule : Beilage zu Nr. 43 der "Schweizerischen Lehrerzeitung", September 1908, No. 8

Autor: Oettli, Max / Leemann, H. / Blumer, S.

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.11.2024

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

Zur Praxis der Volksschule.

Beilage zu Nr. 43 der „Schweizerischen Lehrerzeitung“.

1908.

September.

N. 8.

Zum Anfangsunterricht in der Chemie.

C. Die dritte Auflage des ersten Teils meiner Präparationen für den Physikunterricht enthält im Anhang eine Reihe von Präparationen zum elementaren Chemieunterricht. In Nr. 3 der Praxis der Volksschule 1907 wurde ein Beispiel daraus abgedruckt. Das hier folgende Lehrbeispiel, das noch nicht veröffentlicht wurde, ist als Fortsetzung jener Präparationen gedacht und also auch für den Anfangsunterricht in der Chemie berechnet.

1. Das Leuchtgas.

Ziel. Des Nachts erhalten wir von der Sonne kein Licht. Wir sind da genötigt, Zimmer, Strassen und Plätze künstlich zu beleuchten. Es kann dies u. a. durch das Leuchtgas geschehen. Wir wollen nun sehen, wie man das Leuchtgas macht.

I. Wir haben schon einmal ein brennbares Gas bekommen, nämlich damals, als wir das Brennen der Kerze besprachen.¹⁾

Wir hielten das eine Ende einer gebogenen Glasröhre in den Kern der Flamme. Da strömte am andern Ende ein weisses Gas heraus, das wir anzünden konnten. Durch die Hitze der Flamme war das Stearin zuerst flüssig geworden und hatte sich dann in brennbare Gase verwandelt.

Wir wissen noch, dass diese Gase bei der Verbrennung zuerst in Kohlenstoff und in Wasserstoff zerfielen, dass sich diese mit Sauerstoff verbanden und so zu Kohlendioxyd und Wasserdampf wurden. Bei der Leuchtgasflamme fanden wir das gleiche. Auch hier traten Kohlendioxyd und Wasserdampf als Verbrennungsprodukte auf. Das Gas muss demnach auch Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten haben. Diese Ähnlichkeit in den beiden Gasen lässt uns erwarten, dass das Leuchtgas auch ähnlich gewonnen werde wie das Gas in der Kerzenflamme. Sollte sich das bestätigen, so möchten wir dann allerdings die Veränderungen, die dabei mit jenem Stoff vorgehen, auch etwas näher kennen lernen. Es drängen sich uns also zwei Fragen auf:

1. Wie gewinnt man das Leuchtgas?

2. Was für stoffliche Veränderungen finden dabei statt?

II. Wir treten zuerst der Frage: *Wie gewinnt man das Leuchtgas?* näher. Jedenfalls muss man zu diesem Zwecke einen Stoff nehmen, der Kohlenstoff und Wasserstoff enthält; denn sonst könnte auch das Leuchtgas diese Stoffe nicht erhalten. Ein solcher Stoff ist z. B. das Holz. Wir probieren selber, aus Holz Leuchtgas zu gewinnen. Natürlich müssen wir es zu diesem Zweck erhitzen.

Versuch: Erhitzen von Sägespänen in einem Glaszylinder, durch dessen luftdichtschliessenden Pfropfen eine gebogene Glasröhre nach einem zweiten Zylinder und durch dessen luftdichtschliessenden Pfropfen bis fast auf den Boden geht; dieser zweite Zylinder in einem Glas mit kaltem Wasser; oben aus dem Zylinder tritt eine Glasröhre mit feiner Öffnung hervor. Hier können wir, nachdem wir den Zylinder mit den Sägespänen eine Weile erhitzt haben, das ausströmende Gas anzünden. Es brennt ähnlich wie Leuchtgas.

In dem Zylinder im Wasser, in der sog. Vorlage, sammelt sich unten eine dunkle, dickliche Masse an und darüber eine hellere Flüssigkeit. Jenes ist Teer, dieses Wasser und Holzessig. Diese Stoffe haben sich bei der Abkühlung aus dem Gas abgeschieden.

Wir untersuchen die Gasflamme ähnlich wie früher bei der Kerze. Eine alte Messerklinge, die wir hineinhalten, wird schwarz. Es ist mithin Kohlenstoff in unserm Gas. Ein Glaszylinder, den wir über die Flamme bringen, beschlägt sich mit Wassertropfen. Es tritt also auch hier Wasserdampf als

Verbrennungsprodukt auf, woraus wir schliessen, dass sich im Gas auch Wasserstoff befindet. Der Kohlenstoff verbrennt jedenfalls bei diesem Gas wie in den früheren Fällen zu Kohlendioxyd. Nachweis mit klarem Kalkwasser wie früher. (I. Bd., III. Aufl., S. 173.)

Im grossen gewinnt man das Leuchtgas ähnlich. Doch verwendet man statt des Holzes die billigere Steinkohle dazu. Auch hat man andere Gefässe, in denen die Steinkohle erhitzt wird, und mehr und etwas andere Reinigungsapparate. Wenn möglich Besuch einer Gasfabrik, genaue Betrachtung aller Apparate und der Vorgänge so weit möglich. Sonst benutzt man eine gute Abbildung und stellt die Fabrikation des Gases darnach dar. Sehr zu empfehlen ist auch die Herstellung des Gases in der Schule mit Hilfe des Gasentwicklungsapparates der Firma C. Oettinger in Würzburg¹⁾, der neben einer gusseisernen Retorte zwei Reinigungsapparate und einen Gasometer hat und so ein ziemlich getreues Abbild der wirklichen Verhältnisse in einer Gasfabrik bietet.

Ich setze hier den Besuch einer Gasfabrik voraus.²⁾ Auf Grund davon stellen die Schüler unter Beihülfe des Lehrers die Gewinnung des Gases ungefähr so dar:

Zur Herstellung des Gases braucht man röhrenartige Gefässe. Wir konnten einige solche vor der Gasfabrik sehen. Sie waren noch ganz neu und schienen aus gebranntem Ton zu bestehen. Der Gasmeister erklärte uns, sie seien aus Chamotte gemacht, das sei eine Masse, die man aus ungebranntem Ton und aus gebranntem und nachher pulverisiertem Ton hergestellt habe. Aus diesem Gemenge seien jene Gefässe geformt und dann auch noch gebrannt worden. Man nenne die Gefässe Retorten. Sie sind 3,10 Meter lang, haben einen ovalen Querschnitt von 39 cm Breite und 35 cm Höhe. In der Gasfabrik selber sahen wir auf einer Seite 27 solcher Retorten neben oder übereinander in drei Gasöfen. Der Gasmeister liess die Türe einer Retorte wegnehmen. Da sahen wir in der Retorte eine glühende Masse. Es sind das Steinkohlen, die man vorher in die Retorte hineingebracht hatte. Sie sind von der Luft vollständig abgeschlossen und verbrennen also nicht, sondern werden nur von aussen her zum Glühen gebracht. Es kann dies auf verschiedene Weise geschehen. In unserem Falle geschah es durch ein Gas, das so hergestellt wird: im Boden vor den Retortenöfen befindet sich ein *Gaserzeugungs-Ofen* oder *Generator*. Er bildet einen fast senkrechten Hohlzylinder. Diesen füllt man mit Koks. Die Koks ruhen unten auf einem Rost. Dort werden sie angebrannt; da auch Luft zugeführt wird, entsteht unten eine lebhaftere Verbrennung. Die so entstehende Hitze bewirkt, dass die darüberlagernden Koksschichten glühen, und dass dort brennbare Gase entstehen. Diese strömen durch Röhren unter die Gasretorten; auch hier sorgt man für Luftzutritt; jene Gase verbrennen deshalb lebhaft, und auf diese Weise kommen die Steinkohlen in den Retorten zum Glühen; es entsteht nämlich eine Hitze von 900—1100 Grad. Infolgedessen entweichen aus den Steinkohlen Gase, gerade so wie bei unserm Versuche, als wir Holz erhitzen.

Der Gasmeister belehrte uns aber, diese Gase bilden keineswegs reines Leuchtgas. So seien Wasserdämpfe und Teerdämpfe darin, ferner Kohlendioxyd und ein Gas, wie wir es etwa in Aborten und Düngergruben schon gerochen haben, Ammoniak, auch ein nach faulen Eiern riechendes Gas, das man Schwefelwasserstoff nenne. Von diesen Beimengungen müsse das Gas möglichst gereinigt werden, weil einige derselben nicht brennen, andere bei der Verbrennung giftige Gase erzeugen. Wir konnten uns die dazu dienenden Einrichtungen der Reihe nach ansehen.

¹⁾ Dargestellt und abgebildet im „Pestalozzianum“ Nr. 5, Mai 1907.

²⁾ Und zwar halte ich mich besonders an die Einrichtungen der neuen Gasfabrik in Davos-Laret, die mir von Herrn Direktor Ruof in liebenswürdigster Weise gezeigt und erklärt wurden.

¹⁾ I. Band der Präparationen für den Physikunterricht, III. Aufl., Seite 168 ff. — Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, dass es Seite 168 Zeile 8 von oben natürlich Talg statt Teer heissen muss.

Aus jeder Retorte geht eine Röhre nach oben und biegt sich in ein wagrecht liegendes geschlossenes Gefäss um, das zum Teil mit Wasser gefüllt ist, und das man die *Hydraulik* nennt. Die Mündung der Röhren liegt ungefähr 10 mm unter Wasser. Hier scheidet sich schon ein grosser Teil des Teers aus. Er wird durch eine besondere Röhre in die Teergrube geleitet.

Aus dem Raume über dem Wasser führt eine weite Röhre nach unten. Sie leitet das Gas nach den Kühlern, und zwar zuerst nach dem *Luftkühler*. Er sieht äusserlich einem riesenhaften eisernen Zylinderofen ähnlich und besteht aus zwei Hohlzylindern, von denen der eine den andern so umschliesst, dass ein Zwischenraum zwischen ihnen bleibt. Oben wird das Gas in diesen Hohlraum ein-, unten, auf der entgegengesetzten Seite, abgeleitet. So kühlt es sich ab; der noch darin enthaltene Teer verdichtet sich zum Teil; er kann durch eine Öffnung unter der Gasableitungsröhre abfliessen, ebenso das Wasser. Vom Luftkühler kommt das Gas in den *Wasserkühler*. Er gleicht äusserlich dem Luftkühler, indem er auch aus einem hohen, dicken Zylinder besteht. Der Wasserkühler enthält im Innern eine Menge senkrechter Röhren von 6 bis 10 cm Stärke. Durch diese strömt kaltes Wasser von unten nach oben. Das Gas tritt wie beim Luftkühler oben in den Zylinder ein und unten auf der anderen Seite wieder heraus. Es umspült die vielen mit kaltem Wasser gefüllten Röhren und wird dadurch noch mehr abgekühlt, so dass sich auch hier wieder Teer und Wasser ausscheiden, die unten gleichfalls abfliessen.

Vom Wasserkühler führt das Gasrohr in den *Gassauger*. Das Gas bewegt sich natürlich von der Hydraulik nicht ohne weiteres durch die Kühler und von da noch weiter; es muss ja auch abwärts gehen. Die Bewegung kann nur dadurch zustande kommen, dass der Druck an einem Orte vermindert und das Gas so angesogen wird. Das geschieht nun eben in dem *Gassauger*. Es ist dies ein liegender Zylinder, der inwendig Schaufeln enthält, die sich drehen und so das Gas weiter treiben; infolgedessen bekommt das Gas unmittelbar dahinter geringeren Druck, und es strömt von den Kühlern und von der Hydraulik aus nach. Es muss jedoch dafür gesorgt werden, dass der Druck in den Röhren und in den Kühlern, in der Hydraulik und in den Retorten weder geringer, noch grösser ist als der Druck der äusseren Luft; wäre er geringer, strömte äussere Luft durch die porösen Wände der Retorten in diese hinein, im entgegengesetzten Falle Gas auf dem gleichen Wege heraus. Der *Gassauger* steht deshalb noch in Verbindung mit einem Apparat, der den Druck in der genannten Weise zu regeln hat; man nennt ihn daher den *Regler*. Wir bemerkten an ihm verschiedene Räder und Stangen, einen niedern Zylinder mit einem beweglichen Deckel etc. Neben diesem Regler stand noch ein senkrechter Zylinder, der *Sicherheitsregler*.

Der nächste Apparat, in den das Gas getrieben wird, heisst *Teerscheider*, weil hier die letzten Spuren des Teers aus dem Gase ausgeschieden werden sollen. Er bildet einen stehenden Zylinder, der zuerst bis fast zu oberst mit Wasser, später, nachdem er einige Zeit im Betrieb war, mit Teer gefüllt ist. Oben darin steht eine Glocke mit unzähligen Löchlein. Das Gas strömt unten in den Zylinder hinein und muss oben durch jene Löchlein hindurch; diese sind aber sehr fein, so dass der Teer zurückgehalten wird. Er sammelt sich zuerst im Zylinder an und fliesst dann mit dem Ammoniakwasser, das sich hier gleichfalls ausscheidet, ab.

Das Gas leitet man von oben aus weiter. Es strömt in einen grossen liegenden Eisenzylinder. Hier soll das Gas vom Ammoniak vollständig gereinigt werden. Man benutzt dazu die Eigenschaft des Ammoniaks, sich im Wasser leicht zu lösen. Es kann dies auf verschiedene Weise geschehen. Der Apparat, den wir gesehen haben, ist durch Querwände in mehrere nebeneinanderliegende Kammern geteilt. Die Wände sind durchbrochen, damit das Gas von einer Kammer in die andere gelangen kann. Mitten durch den Zylinder geht der Länge nach eine Achse, und an dieser sind in jeder Kammer eine Anzahl Bürsten mit unzähligen Fasern befestigt. Der Zylinder ist halb voll Wasser. Die Achse mit den Bürsten wird nun fortwährend gedreht, so dass die Bürsten bald ins Wasser tauchen, bald sich darüber erheben. Das Gas strömt an den

vielen nassen Fasern der Bürsten vorbei; es kommt also mit einer sehr grossen nassen Fläche in Berührung, so dass alles Ammoniak, das noch darin enthalten ist, vom Wasser absorbiert wird. Das Ammoniakwasser fliesst unten ab. Dieser Apparat heisst *Ammoniakbürstenwascher*. An anderen Orten sind statt der Bürsten breite Speichen an der Achse und zwischen diesen grosse Eisenkugeln. Da tauchen dann diese bald ins Wasser und kommen bald wieder darüber zu liegen. Das Gas kommt dann mit den nassen Oberflächen dieser Kugeln in Berührung. Die Hauptsache ist hier überhaupt, dem Gas eine grosse nasse Fläche darzubieten, damit das Ammoniak vom Wasser aufgenommen werde.

Es folgt darauf die letzte Reinigung des Gases im sogen. *Schwefelwasserstoffreiniger*. In einem besonderen Raume liegen mehrere grosse, breite Kästen am Boden nebeneinander. In jedem befinden sich mehrere Hurden übereinander. Eine Hurde bildet einen grossen hölzernen Rahmen, zwischen dem eine Menge dünner Stäbchen parallel so nebeneinander liegen, dass sich feine Spalten dazwischen befinden. Auf jede Hurde bringt man zerkleinerten Raseneisenstein, d. i. eine besondere braun gefärbte Art von Eisenerz, und zwar in einer Schicht von 10—15 cm Höhe. Das Gas müsse nun, so erklärte uns der Gasmeister, durch den Raseneisenstein durchströmen. Dabei werde es von Kohlendioxyd und von einer Verbindung des Schwefels mit Wasserstoff, vom Schwefelwasserstoff, gereinigt.

Nachdem das Gas alle die genannten Apparate durchwandert hat, ist es vollständig gereinigt. Es strömt in den Gasometer, eine grosse, eiserne Glocke, die unten in Wasser taucht. Sie steht mittels Rollen mit seitlich stehenden senkrechten Eisenstangen in Verbindung und kann sich an diesen senken und heben. Je mehr Gas unten einströmt, um so mehr hebt sich die Glocke; wenn dagegen später das Gas abgeleitet wird, senkt sie sich wieder. Sie drückt natürlich auf das Gas, so dass es durch die Röhre, die nach den Leitungsröhren der Stadt führt, hinausgedrückt und durch diese weitergetrieben wird. Um den Druck zu regeln, hat man übrigens in der Fabrik noch einen besonderen Apparat, den *Gasdruckregler*. Auch sind Uhren vorhanden, mittels denen gemessen werden kann, wieviel Gas man erzeugt; in den Häusern befinden sich andere Uhren, die anzeigen, wie viel Gas an jedem Ort verbraucht wird.

Nachdem wir erfahren haben, wie das Leuchtgas gewonnen wird, können wir auch unsere zweite Frage leicht beantworten. Sie heisst: *Was für stoffliche Veränderungen finden dabei statt?*

Zuerst haben wir Steinkohle. Die Hitze treibt verschiedene Stoffe aus der Steinkohle aus, in erster Linie das Leuchtgas, auf das man es ja abgesehen hat. Woraus das Leuchtgas besteht, ergibt sich aus seinen Verbrennungsprodukten; es sind, wie wir früher schon nachgewiesen haben, Kohlendioxyd und Wasserdampf. Der Sauerstoff, den diese beiden Verbindungen enthalten, wurde zum grössten Teil bei der Verbrennung der Luft entnommen; aus dem Leuchtgas selber stammen vor allem der Kohlenstoff und der Wasserstoff. Diese Stoffe sind im Leuchtgas zum Teil miteinander verbunden zu einem Stoffe; man nennt ihn nach seinen Bestandteilen *Kohlenwasserstoff*; ausserdem enthält das Gas freien Wasserstoff und Kohlenoxyd. Stoffe, die bei der Erhitzung aus der Steinkohle entweichen, sind demnach der Kohlenwasserstoff, Wasserstoff und Kohlenoxyd. Das sind aber nicht die einzigen; denn bei der Abkühlung des aus den Retorten aufsteigenden Gases im Wasser und bei seiner Leitung durch den Trockenreiniger wurden noch verschiedene Stoffe daraus entfernt, so der Teer, das Wasser, das Ammoniak, das Kohlendioxyd und der Schwefelwasserstoff. Die wichtigsten Stoffe, die die Hitze aus der Steinkohle austreibt, sind also: Leuchtgas (Kohlenwasserstoff, Wasserstoff, Kohlenoxyd), Wasserdampf, Kohlendioxyd, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Teer.

Was bleibt denn da noch von der Steinkohle übrig? Man hat es uns gezeigt: eine harte, graue, poröse Masse, die Koks. Die Koks können wieder zum Heizen benutzt werden; sie enthalten sogar verhältnismässig mehr Kohlenstoff als Steinkohle und erzeugen deshalb auch eine grössere Hitze. Dazu scheidet sich an der oberen Retortenwand eine schwarze harte Masse, die Gaskohle, ab. Man verwendet sie zu elektrischem Bogenlicht und zu galvanischen Elementen.

Da man es, wie schon erwähnt, in den Leuchtgasfabriken in erster Linie auf die Gewinnung von Leuchtgas abgesehen hat, so nennt man die Koks, die Gaskohle und den Teer, die man dabei unabsichtlich gewinnt, *Nebenprodukte* der Gasbereitung. Den Teer kann man, wie die Koks, sehr wohl verwenden. Man streicht damit Holz, Eisen, Dachpappe etc. an, damit sie dauerhafter werden.

Auch Arzneistoffe und schöne Farben zum Färben von Seiden-, Woll- und Baumwollstoffen, stellt man aus dem Steinkohlenteer her. Man nennt sie Teerfarbstoffe. Die Nebenprodukte der Leuchtgasfabrikation sind demnach von grosser Bedeutung.

III. Ziel. Die Gewinnung von Leuchtgas aus Steinkohlen stimmt zum Teil überein mit der Gewinnung von reinem Wasser aus Brunnenwasser; sie weicht aber auch in wichtigen Punkten davon ab.

Die Steinkohle wird wie das Wasser erhitzt. In beiden Fällen steigen auch gasförmige Körper aus dem erhitzten Stoffe empor und werden nachher abgekühlt. Man bezeichnet daher auch beides als *Destillation*.

Ein wichtiger Unterschied liegt aber darin, dass das Wasser sich stofflich nicht verändert bei der Destillation; es behält dieselbe chemische Beschaffenheit bei. Die Kohle dagegen zersetzt sich unter dem Einfluss der Hitze, d. h. es bilden sich ganz neue Stoffe daraus, so Kohlenwasserstoff, Wasserstoff, Ammoniak etc. Die Destillation der Steinkohle geht ferner unter Luftabschluss vor sich; es ist das nötig, weil die Kohle sonst verbrennen würde.

Man nennt diese Destillation der Kohle zum Unterschied von der Destillation des Wassers *trockene Destillation*, weil sie von einem festen Körper ausgeht, der während der Destillation auch nicht flüssig wird.

IV. Die beiden Arten der Destillation lassen sich demnach so darstellen:

Bei der Destillation des Wassers wird ein flüssiger Körper durch Erhitzung in den luftförmigen Zustand übergeführt und nachher durch Abkühlung wieder zu derselben Flüssigkeit verdichtet.

Bei der trockenen Destillation dagegen werden feste Körper durch Erhitzung chemisch zersetzt und die entstehenden Produkte abgekühlt, und zwar muss die Erhitzung bei Luftabschluss erfolgen.

Neben der Gewinnung von Leuchtgas aus Steinkohle ist auch die Gewinnung von Leuchtgas aus Holz nach unserem Versuch eine trockene Destillation.

Wir können desshalb die Gewinnung des Leuchtgases kurz so darstellen:

Wir gewinnen das Leuchtgas durch trockene Destillation von Holz oder von Kohlen.

Schriftliches System.

Das Leuchtgas.

1. Gewinnung durch trockene Destillation von Steinkohle, d. h. — Versuch.

In der Gasfabrik eine Menge Retorten aus Chamotte in einem oder mehreren Oefen. Steinkohle darin, luftdicht abgeschlossen, erhitzt z. B. durch brennendes Gas, das darunter im Generator hergestellt wird, nämlich —

Aus den Steinkohlen Gase entwickelt. Aufsteigen durch senkrechte Röhre in die *Hydraulik*, daraus in den *Luftkühler* und in den *Wasserkühler*, in den *Gassauger* und den *Sicherheitsregler*, in den *Teerscheider*, in den *Ammoniakbürstenwascher*, den *Schwefelwasserstoffreiniger*. Einrichtung und Zweck dieser verschiedenen Vorrichtungen.

2. *Chemische Vorgänge*: Hauptbestandteil, der aus den Steinkohlen ausgetrieben, *Leuchtgas* (Kohlenwasserstoff, Wasserstoff, Kohlenoxyd), daneben auch Kohlendioxyd, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Teer. Rückstand: Koks und Gaskohle.

Unterschied der trockenen Destillation von der Destillation des Wassers.

3. Wichtigste *Nebenprodukte*: *Koks*, als Brennmaterial gebraucht, und *Teer*, daraus Arzneistoffe und schöne Farben, und *Gaskohle* für Bogenlicht und galvanische Elemente.

4. Gewinnung von *Holzkohle* in *Meilern*. Einrichtung.

V. 1. Gewinnung der Holzkohle durch trockene Destillation.

Als wir Holz in unserer Retorte erhitzten und Gas entwickelten, blieb uns Kohle zurück. Sie ist also auch ein Produkt der trockenen Destillation. Man könnte sie wie die Koks bei der Destillation von Steinkohlen als Nebenprodukt bezeichnen. Oft verkohlt man aber Holz, nur um Kohle zu bekommen; dann bildet sie das Hauptprodukt. Wenn möglich, ansehen eines Meilers und mündliche Darstellung des Verfahrens darnach. Sonst gewinnt man auf dem Wege des entwickelnden Unterrichts und mit Hilfe von Abbildungen folgendes: Aufschichten von Holzscheiten zu einem halbkugelförmigen grossen Haufen. Zudecken mit einer porösen Decke von Erde und Kohlenstaub. Senkrechter Schacht zum Entzünden. Leiten der Verbrennung durch Verdichten der Decke oder durch Einstossen von Löchern. Mangelhafter Luftzutritt, deshalb unvollständige Verbrennung.

2. Nachweisen, dass jede brennende Kerze und jede brennende Oellampe eine kleine Leuchtgasfabrik ist! Ähnlichkeiten mit der wirklichen Gasfabrik und Unterschiede!

3. Erklären, warum das Gaslicht leuchtet.

4. Inwiefern kann das Leuchtgas gefährlich werden?

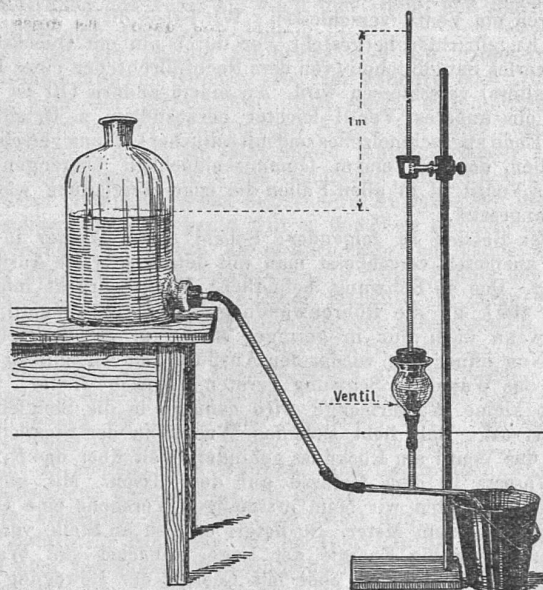
5. Was hat man zu tun, wenn sich in einem Zimmer Leuchtgas befindet?



Ein selbst verfertigter hydraulischer Widder.

Energie der Bewegung und Energie der Lage
Lebendige Kraft, Wucht, Schwung und Spannkraft
Kinetische Energie und potentielle Energie

Das sind Ausdrücke für ein Begriffspaar, dessen klare Vermittlung eine der wichtigsten Aufgaben des Physikunterrichtes bildet. Im folgenden soll ein Apparat gezeigt werden, der es gestattet, klar und einfach die Umwandlung einer dieser Energiearten in die andere nachzuweisen. Wir wurden zu dessen Zu-



Hydraulischer Widder.

sammenstellung angeregt durch den rätselhaften Anblick eines hydraulischen Widders, jener kleinen Maschine, die ohne jedes Rad, ohne jeden Pumpenkolben, Tag und Nacht ununterbrochen pochend, Wasser aus unserm Bachtobel in einen viel höher gelegenen Bauernhof auf der Wasserscheide des Seerückens hebt. Unser Modell hat also den Vorteil, dass es sehr leicht selbst zusammengestellt werden kann und zudem die Wirkungsweise eines wichtigen Hilfsmittels der Technik veranschaulicht.

Es liegt ihm folgende Idee zu Grunde: Wenn ich aus einem Gefässe, das oben an der Zimmerdecke angebracht ist, Wasser durch eine Röhre bis an den Fussboden leite, so hat

das Wasser, das unten ankommt, in bezug auf das Zimmer keine Energie der Lage mehr, wohl aber stürzt es mit einer beträchtlichen lebendigen Kraft aus der Röhre heraus. Diese lebendige Kraft ist so gross, dass die gesamte fallende Wassermenge nach Überwindung der Reibungswiderstände noch in stande ist, vom Fussboden aus springbrunnenartig wieder bis auf mehr als $\frac{2}{3}$ der Zimmerhöhe emporzusteigen. Wenn aber die beim Fallen gewonnene lebendige Kraft die ganze herabfallende Wassermasse auf ca. $\frac{2}{3}$ der Fallhöhe emporzuschmelzen vermag, so muss sie auch in stande sein z. B. die halbe Wassermasse auf annähernd $2 \times \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$ der Fallhöhe oder den dritten Teil der Wassermasse auf $3 \times \frac{2}{3} = 2$ mal so hoch als die Fallhöhe zu heben. Es muss also Einrichtungen geben, welche es ermöglichen, einen kleinen Teil einer stürzenden Wassermasse durch Ausnützung der lebendigen Kraft der ganzen Masse viel höher hinauf zu heben, als die ursprüngliche Fallhöhe betrug. Dieser Satz ist beinahe eine Trivialität. Es muss niemand gesagt werden, dass die Kraft des Rheinfalls genügen würde, um durch eine Turbinenanlage Wasser in einer Wasserleitung viele hunderte von Metern hinauf drücken zu lassen. Es steckt aber doch etwas Interessantes in ihm. Ohne jede Maschine, nur dadurch, dass man in dem besprochenen Zimmerversuch von der ganzen fallenden Masse plötzlich nur einen Teil austreten lässt, und so die lebendige Kraft der gesamten Masse nur auf einen Teil wirken lässt, muss es möglich sein, diesen Teil weit über das ursprüngliche Niveau hinauf zu heben. Jeder Versuch (mit einem Irrigator z. B.) erweist die Richtigkeit des Gesagten. Sobald man den Schlauch, aus dem aus einem höher liegenden Gefässe Wasser ausfliesst bei der Ausflussstelle rasch verengt, spritzt das Wasser über den Wasserstand im Gefässe hinaus in die Höhe — allerdings nur für einen Moment.

Besser aber und der praktischen Verwertung mehr entsprechend lässt sich die Erscheinung mit nebenstehend skizzierten Apparate zeigen. Aus einem Gefässe auf einem Tische fliesst durch eine weite Röhre Wasser in einen Eimer auf dem Fussboden. Das Ende der Röhre ist ein T Stück. Abzweigung ist durch ein Ventil verschlossen. Wir haben dieses Ventil aus einem Kugeltrichter hergestellt, der durch ein mit Quecksilber beschwertes Saughütchen (von dem Nachfüllröhrchen eines Füllfederhalters) verschlossen wird. An einem andern Ort ist vielleicht ein anderes Ventil leichter herzustellen, z. B. ein an einem Ende zugeschmolzenes und mit seitlicher Öffnung versehenes Röhrchen, das mit einem Gummischläuchlein überzogen ist. An das Ventil ist in allen Fällen die enge Steigleitung wasserdicht angesetzt.

Der Betrieb ist folgender: Sobald etwas Wasser in den Eimer ausfliesst, verschliesst man mit dem Finger die Ausflussöffnung. Das in Schwung befindliche Wasser drückt infolgedessen stark an die Röhrenwandungen, hebt das Ventil und tritt, wenn auch nur in geringer Menge in die Steigleitung ein. Nun öffnet man wieder den Ausfluss und verschliesst ihn, sobald das Wasser in Schwung geraten, sogleich wieder. Eine weitere kleine Wassermenge wird dadurch in die Steigleitung gepresst usf. Bald hebt sich das Wasser in der Steigleitung durch das Ventil am Rückfluss gehindert weit über das Niveau des Wassers in dem Gefässe auf dem Tisch. Mit unserm Apparat erreichten wir beim erstmaligen Versuche eine Überhöhung von einem Meter. So liefert er also an Stelle von viel Wasser mit wenig Energie der Lage, zunächst viel Wasser ohne Energie der Lage, aber mit Energie der Bewegung und sodann zwei verschiedene Teile: einen, im Eimer ohne jede ausnützbare mechanische Energie und einen andern, im Steigrohr an Menge gegenüber der ursprünglichen Masse kleiner, aber mit mehr Energie der Lage versehen.

Der in der Technik angewandte Widder benützt ein kleines Gefälle von viel Wasser, um einen Teil davon in grosse Höhe zu heben.

Bei ihm muss aber die Arbeit, die wir mit dem Finger besorgten, nämlich das Öffnen und Schliessen des untern Ausflusses, selbsttätig geschehen. Dies wird folgendermassen erreicht: Das untere Ausflussrohr ist, ähnlich wie eine Brauselimonadenflasche mit Glaskugelsverschluss, durch einen Zapfen derart verschlossen, dass das ausfliessende Wasser den Zapfen gegen einen Anschlag drückt und sich so selbst den Weg ver-

sperrt. Aussen am Zapfen sitzt aber eine Feder, welche bemüht ist, den Zapfen wieder vom Anschlag weg zu drücken, so wie wir mit dem Finger bei den Brauselimonadenflaschen die Glaskugel nach innen stossen. Wenn im Widder infolge des Verschlusses alles Wasser zur Ruhe gekommen ist, gelingt es auch der Feder, und das Wasser beginnt wieder auszufliessen. Dadurch gewinnt es aber lebendige Kraft und drückt daher bald stärker von innen auf den Zapfen, als die Feder von aussen. Der Zapfen wird wieder gegen den Anschlag gedrückt, der Ausfluss wird gehemmt, die lebendige Kraft zum Heben des Wassers im Steigrohr ausgenützt, und sobald Ruhe hergestellt ist, drückt die Feder den Zapfen von neuem auf, Wasser fliesst aus und derselbe Vorgang wiederholt sich derart, ununterbrochen, jahrelang. *Max Oetli.*

Landerziehungsheim Glarisegg.

Wo wird der Trugschluss gemacht?

Behauptung: $4 = 5$
 Beweis: $61 = 61$

$16 + 45$	$=$	$25 + 36$
$4^2 + 45$	$=$	$5^2 + 36$
$4^2 - 36$	$=$	$5^2 - 45$
$4^2 - 4 \cdot 9$	$=$	$5^2 - 5 \cdot 9$
$4^2 - 4 \cdot 9 + \left(\frac{9}{2}\right)^2$	$=$	$5^2 - 5 \cdot 9 + \left(\frac{9}{2}\right)^2$
$\left(4 - \frac{9}{2}\right)^2$	$=$	$\left(5 - \frac{9}{2}\right)^2$
$4 - \frac{9}{2}$	$=$	$5 - \frac{9}{2}$
4	$=$	5

Behauptung: $3 = 4$
 Beweis: $37 = 37$

$9 + 28$	$=$	$16 + 21$
$3^2 + 28$	$=$	$4^2 + 21$
	usw.	

Behauptung: $2 = 3$
 Beweis: $19 = 19$

$4 + 15$	$=$	$9 + 10$
	usw.	

Behauptung: $1 = 2$
 Beweis: $7 = 7$

$1 + 6$	$=$	$4 + 3$
$1^2 + 2 \cdot 3$	$=$	$2^2 + 1 \cdot 3$
$1^2 - 1 \cdot 3$	$=$	$2^2 - 2 \cdot 3$
$1^2 - 1 \cdot 3 + \left(\frac{3}{2}\right)^2$	$=$	$2^2 - 2 \cdot 3 + \left(\frac{3}{2}\right)^2$
$\left(1 - \frac{3}{2}\right)^2$	$=$	$\left(2 - \frac{3}{2}\right)^2$
$1 - \frac{3}{2}$	$=$	$2 - \frac{3}{2}$
1	$=$	2

Allgemein: $a = b$
 Beweis: $a^2 + a b + b^2 = a^2 + a b + b^2$
 $a^2 + b(a + b) = b^2 + a(a + b)$
 $a^2 - a(a + b) = b^2 - b(a + b)$
 $a^2 - a(a + b) + \left(\frac{a+b}{2}\right)^2 = b^2 - b(a + b) + \left(\frac{a+b}{2}\right)^2$
 $\left(a - \frac{a+b}{2}\right)^2 = \left(b - \frac{a+b}{2}\right)^2$
 $a - \frac{a+b}{2} = b - \frac{a+b}{2}$
 $a = b$

H. Leemann.

Zu „Auch ein Trugschluss“ in No. 20 ds. Bl.: Die Gleichung: $\frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = 4$ ist unrichtig; denn bloss der erste Wolf ist = 1 zu setzen, der zweite Wolf aber = $(1 + \frac{1}{4})$ etc. Die richtige Gleichung lautet:

$$\frac{1}{4} + \frac{1 + \frac{1}{4}}{3} + \frac{1 + \frac{1}{4} + \frac{1 + \frac{1}{4}}{3}}{2} + \frac{1 + \frac{1}{4} + \frac{1 + \frac{1}{4} + \frac{1 + \frac{1}{4} + \frac{1 + \frac{1}{4}}{3}}{2}}{1} = 4$$

S. Blumer, Basel.