

Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift

Band: 9 (1899)

Heft: 1

Artikel: Chemisches Praktikum : im Anschluss an Dr. H. Wettsteins "Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen : 2. Teil

Autor: Wartenweiler, T.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-788734>

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: 15.04.2026

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

Chemisches Praktikum,

im Anschluss an Dr. H. Wettsteins „Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen“.¹⁾

Von T. Wartenweiler.

4. Wasserstoff = H.

a) Gegenstände.

1. *Permanenter Wasserstoffentwicklungsapparat** mit Glashahn, Sicherheitsrohr und Niveaux-Affiche. 2. *Granulirtes Zink.** 3. *Wasser.* 4. *Schwefelsäure.* 5. *Kollodiumballons** mit Kautschukringen. 6. *Zündhölzchen.* 7. *Platin- oder Eisendraht* (0,5 mm dick) *mit Spiraltrichter.* 8. *Kochsalz, pulverisirt.* 9. *Kohlensaures Natron* (Soda). 10. *Kupferdraht, etwa 0,5 mm dick und 20 cm lang.* 11. *Kupferdrahtnetz.** 12. *Kupfervitriol, pulverisirt.* 13. *Salpetersaures Strontian.** 14. *Zwei Gasometer** für je 8 l Gasgehalt. 15. *Zwei dickwandige Kautschukschläuche* von 50 cm Länge und 4 mm Weite. 16. *Chlorsaures Kali, 35 g und Manganüberoxyd, 25 g.* 17. *Probirglas, zirka 20 cm lang und 2—3 cm weit samt durchbohrtem Pfropf mit Glasrohr.* 18. *Lange Spirituslampe.** 19. *Zwei Metallröhren mit Messingmündungen.* 20. *Retortenhalter.* 21. *Dünnereisen-, Kupfer- und Platindraht, 0,2—0,4 mm dick.* 22. *Plattzange.* 23. *Brettchen mit dickem Eisendrahtständer samt Kreidezylinder.* 24. *Trockene Glasröhren.* 25. *Alaunpapier.*

Erläuterungen.

1. *Permanenter Wasserstoffentwicklungsapparat.* Es ist nicht ratsam, wie dies in den Anleitungen für chemische Darbietungen so häufig empfohlen wird, alles Metall ohne weiteres der Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure auszusetzen, da man in diesem Falle es nicht in der Hand hat, die H-Entwicklung nach Bedürfnis zu reguliren oder zu sistiren. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, das Zink in einem besonderen Einsatz mit der Säure in Berührung zu bringen, Fig. 5. Um den lästigen Massbestimmungen auszuweichen, brachte der Verfasser an der Flasche *a* (welche 2—3 l fassen soll) eine Skala an, welche durch einen Ausschnitt die Niveaux des Wassers und des Zusatzes von reiner Schwefelsäure fixirt und so das richtige Mischungsverhältnis ohne weiteres angibt. Diese Affiche, die noch Angaben über die Verwendung des Apparates enthalten soll, ist mit Paraffin zu überziehen, damit sie von allfällig herabfliessender Schwefelsäure nicht zerstört wird. In den Glaseinsatz *b* schiebt man 300 g granulirtes Zink, das man in der Weise herstellt, dass man geschmolzenes Zink in grossen Tropfen in kaltes Wasser fallen lässt, so dass zirka 2 cm² grosse,

¹⁾ Siehe Schw. Päd. Zeitschrift, Jahrgang VIII, Heft IV u. VI.

* Zu beziehen beim Pestalozzianum Zürich.

unregelmässig gekrümmte Plättchen entstehen. (Übrigens in Droguerien käuflich). Der Glaseinsatz *b* hat unten eine Öffnung, die der verdünnten Schwefelsäure den Zutritt zum Zink gestatten kann. Die wulstige Erweiterung lässt ihn in dem Ausschnitt des Metalldeckels *c* festsitzen. Um ein Zerschneiden des Glaseinsatzes zu verhüten, ist zwischen dem Wulste und dem Metalldeckel ein dicker Kautschukring *d* eingefügt. In den Hals des Glaseinsatzes passt ein durchbohrter Kautschukpfropf mit einem kurzen Glasrohr. Um jede Gefahr einer Knallgasexplosion auszuschliessen, hat Verfasser auf den erwähnten Kautschukpfropf ein Sicherheitsrohr *e* aus Messing, 2 cm weit und 5 cm lang, aufgesetzt. Senkrecht zur Längsaxe dieses Rohres sind 10 Messingdrahtnetze in je 1 mm Entfernung eingesetzt. Durch Versuche wurde festgestellt, dass Drahtnetze, deren quadratische Öffnungen höchstens $\frac{1}{9} \text{ mm}^2$ ausmachen, ähnlich wie in der Davis'schen Sicherheitslampe ein Zurückschlagen der Wasserstoffflamme absolut verhindern. Bei der H-Entwicklung steigt das Wasserstoffgas infolge seiner Leichtigkeit rasch auf und füllt das Glasrohr *f* vollständig aus, während unmittelbar über dem Zink noch ein gewisses Volumen atmosphärische Luft, also ein explosives Gasgemisch vorhanden ist. Erst nachdem die H-Entwicklung reichlich und energisch eingetreten ist, wird auch dieses Gasgemisch mit fortgerissen und aus dem Apparat entfernt, so dass nur noch reines H austritt. Bei der Wasserstoffentwicklung sind drei Stadien zu beachten: 1. Die atmosphärische Luft wiegt dem Volumen nach vor und beim Entzünden verbrennt die geringe Menge H ohne besonders heftige Explosion. Hiedurch ist schon mancher versucht worden, nach diesem Ergebnis der Probe das dem Apparate entströmende Gas direkt anzuzünden. Unterdessen aber trat das zweite Stadium ein, d. h. durch vermehrte H-Zufuhr wurde das Gasgemisch (vulgo Knallgas) in seinem Volumenverhältnis geändert, so dass in diesem Momente ein überaus explosionsfähiges Produkt entstanden ist. Im dritten Stadium erhalten wir reinen Wasserstoff.

Durch das Sicherheitsrohr sorgen wir dafür, dass eine allfällig herabsteigende Flamme durch das erste oder zweite Drahtnetz infolge Abkühlung ausgelöscht wird. — Das Gasleitungsrohr *f* soll etwa 40 cm lang sein, damit man bequem mittelst überstülpter Röhren die sogenannte „chemische Harmonika“ demonstrieren kann. 5. Um den *Kollodiumballon* hermetisch an die Glasrohrmündung anzuschliessen, empfiehlt es sich, einen ganz schmalen Kautschukring (Abschnitt von einem dünnwandigen Kautschukschlauch) bereit zu halten. Man berühre den Kollodiumballon ja nur an der Ballonöffnung! Berührt man nämlich den Ballon mit der ganzen Handfläche, so wird er elektrisch und seine Wände stossen sich ab, so dass er zum voraus ein gewisses Quantum atmosphärische Luft enthält, was seine Steigkraft verringert. 6. Ein *Platindraht* von 0,4 – 0,6 mm Durchmesser und etwa 20 cm Länge wird an einem Ende zu einem kleinen Spiriltrichter, am andern Ende zu einer ringförmigen Handhabe gewunden. Statt eines Platindrahts, der seiner Feuerbeständigkeit wegen vorzuziehen ist, kann auch ein Eisendraht verwendet werden. 11. *Kupferdrahtnetz* mit Öffnungen von je zirka 1 mm^2 Grösse. 14. *Zwei Gasometer* für je 8 l Gasgehalt, Fig. 6. Um die nötige Wassermasse möglichst zu beschränken, liess Verfasser in das Bassin von 10 l Inhalt einen zweiten Zylinder von zirka 7 l Inhalt einfügen. Die Gasröhre ragt über den Rand des Bassins um 2 cm hervor, so dass niemals Wasser in dieselbe dringen und den Durchgang des Gases hindern kann. Der Gasometer hat entsprechend der Gasrohrlänge eine Kuppe von 6–8 cm^3 Inhalt, so dass durch diese Vorsichtsmassregel der Gasinhalt höchstens um $\frac{1}{1000}$ seines Volumens mit atmosphärischer Luft gemischt wird. Um den Gasometer leicht handhaben zu können, wurde derselbe möglichst einfach — mit einem einzigen Hahn für Zu- und Wegleitung des Gases — eingerichtet. Ein besonderes Gefäss

nimmt allenfalls verdrängtes Wasser auf. 18. *Lange Spirituslampe* (siehe Seite 117 Nr. 8 und Seite 118 Nr. 7 bzw. 8). 19. *Zwei Metallröhren* von 4 mm Weite und 1 mm Wanddicke und 12 cm Länge, Fig. 7, haben am einen Ende je ein Gewinde mit verdicktem Ansatz und einer Mündung von 1,5 mm Weite. Diese Röhren sind durch einen starken galvanisirten Eisendraht verbunden und bilden gegen die Mündungen hin einen Winkel von 80° . In einen Retortenhalter eingespannt, dienen sie dazu, H und O auf einen Punkt zusammen zu leiten, um ein sogenanntes Knallgasgebläse herzustellen. 23. *In ein Brettchen* von 7 cm : 7 cm und 2 cm Dicke wird ein dicker Eisendraht von 25 cm Länge eingesetzt, der einen zugespitzten Kreidezylinder von etwa 3 cm Länge und 1 cm Dicke trägt. (Drumondsches Kalklicht.) 24. *Trockene Glasröhren* von zirka 60 cm, 48 cm, 40 cm und 30 cm Länge bei 2—3 cm Weite geben bei gleichmässig singender Flamme einen Dreiklang. 25. *Alaunpapier*. In einen Teller wird gesättigte Alaunlösung gebracht. Weisses Löschpapier (etwa 0,75 mm dick) 12 cm lang und 12 cm breit, wird während einer Stunde in dieser Alaunlösung liegen gelassen und hierauf an Stecknadelhaken getrocknet. Man bereitet sich etwa zwölf solcher Stücke, da sie auch noch andere Verwendung finden werden.

b) Experimente.

1. *Bereitung von H*. Wir giessen in die Flasche *a*, Figur 5, destillirtes Wasser oder reines Regenwasser bis zur Niveaumark des Wassers (11 cm über dem Flaschenboden). Obwohl Zn grössere Affinität zu O als zu H des Wassers hat, so würde diese Oxydation doch allzu langsam vor sich gehen. Deswegen giessen wir zum Wasser noch etwas Schwefelsäure, wodurch die Oxydation des Zn beschleunigt und in kurzer Zeit viel H aus dem Wasser abgeschieden wird. Die Schwefelsäure ($\frac{1}{11}$ des Wasservolumens) darf nur tropfenweise zum Wasser gegossen werden, damit sich das Gefäss nicht allzu sehr erhitzt. Die Schüler überzeugen sich von der Erwärmung der Flasche infolge der Vermischung von Wasser und Schwefelsäure. Wir beachten, dass das granulirte Zink im Glaseinsatz wenigstens 6 cm über dem Flüssigkeitsniveau aufgeschichtet ist, damit der mit H sich entwickelnde Wasserdampf durch das überschüssige Zn kondensirt wird und H trocken entweichen kann. Nachdem wir den Glashahn geschlossen haben, setzen wir den Glaseinsatz ein und finden, dass die atmosphärische Luft im Glaseinsatz keine Flüssigkeit zum Zn gelangen lässt. Selbstverständlich steigt das Niveau infolge der Verdrängung der Flüssigkeit durch den Glaseinsatz. Sobald wir den Glashahn öffnen, wird der Gegendruck der Flüssigkeit die atmosphärische Luft zum Gasrohr hinausdrängen, bis das sinkende Niveau der Flasche

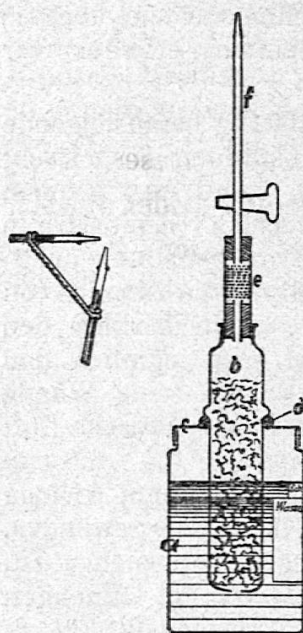


Fig. 5.

hahn geschlossen haben, setzen wir den Glaseinsatz ein und finden, dass die atmosphärische Luft im Glaseinsatz keine Flüssigkeit zum Zn gelangen lässt. Selbstverständlich steigt das Niveau infolge der Verdrängung der Flüssigkeit durch den Glaseinsatz. Sobald wir den Glashahn öffnen, wird der Gegendruck der Flüssigkeit die atmosphärische Luft zum Gasrohr hinausdrängen, bis das sinkende Niveau der Flasche

dem Niveau im Glaseinsatz gleichkommt. Die verdünnte Schwefelsäure kommt mit Zn in Berührung, was die aufsteigenden Gasblasen ankündigt. Das Wasser gibt zur Bildung von schwefelsaurem Zinkoxyd O ab und der andere Bestandteil des Wassers, H, entweicht. Sobald wir den Glashahn schliessen, verdrängt H alle Flüssigkeit aus dem Einsatze, die Gasentwicklung hört infolgedessen auf. Öffnen wir den Gashahn neuerdings, so dringt durch die untere Öffnung des Glaseinsatzes verdünnte Schwefelsäure ein und die Gasentwicklung beginnt von neuem.

2. *H ist geruchlos.* Dass H geruchlos ist, prüfen wir nicht, weil ein sehr häufiger Begleiter von Zn Arsen ist, so dass Spuren von Arsenwasserstoff sich bilden können. Bekanntlich ist Arsenwasserstoff äusserst giftig. Es ist deswegen sehr anzuraten, zur H-Bereitung nur Zn zu verwenden, das absolut frei von Arsenik ist.

3. *H ist leichter als atmosphärische Luft.* Stülpen wir über das Rohrende einen Kollodiumballon, dessen Öffnungsende wir mit einem ganz feinen Kautschukring (Erläuterung Nr. 5 Seite 49) an das Glasrohrende klemmen, so dehnt sich durch Aufsteigen des H der Ballon aus und wird nach vollständiger Füllung steigen, weil H 14 mal leichter ist als atmosphärische Luft. Der Ballon wird erst dann wieder sinken, wenn H aus der Öffnung oder durch die Ballonhülle entwichen ist. Bekanntlich müssen in den sogenannten „Ballons captifs“ täglich ziemlich bedeutende Mengen des durch die Hülle entwichenen Gases ersetzt werden. — Füllen wir zwei Kollodiumballons, die an Seidenfäden in gleicher Höhe gehalten werden, mit H, so werden beide Ballons, nachdem sie mit einer Federfahne gestrichen worden sind, gleichnamig elektrisch; sie stossen sich ab und bleiben längere Zeit in divergirender Stellung. Nähern wir einen solchen geriebenen Ballon der Wand, so wird er infolge elektrischer Anziehung längere Zeit an der Wand haften bleiben.

4. *H brennt mit farbloser Flamme.* Nähern wir dem ausströmenden H eine Flamme, so brennt H mit farbloser Flamme.

5. *Besteht das Gasleitungsrohr* (wie in unserm Falle) aus Glas, das meist Natron enthält, so färbt sich die Flamme alsbald gelb durch das verdampfende Natrium. Bringen wir in den (angefeuchteten) Spiraltrichter des Platindrahtes (Nr. 7) pulverisirtes Kochsalz (Nr. 8) und führen dieses in die H-Flamme ein, so wird die Flamme noch intensiver gelb gefärbt, ein Beweis, dass Kochsalz ebenfalls Natrium enthält. Bringen wir nach Entfernung der Salzkruste kohlen-saures Natron (Soda) (Nr. 9) im Spiraltrichter, in die Flamme, so wird diese des Natriumgehaltes wegen wieder intensiv gelb gefärbt.

6. Die H-Flamme ist sehr heiss. Halten wir einen Kupferdraht (Nr. 10) in die Flamme, so wird er rasch glühend, ja im Mantel der Flamme schmilzt er und gleichzeitig bemerken wir, dass das verdampfende Kupfer die Flamme schön grün färbt. Noch deutlicher tritt diese Färbung hervor, wenn wir ein Kupferdrahtnetz (Nr. 11) in die Flamme halten. Bringen wir in den angefeuchteten Spiraltrichter des Platindrahtes pulverisirtes schwefelsaures Kupferoxyd (Kupfervitriol) (Nr. 12) so färbt sich die Flamme wiederum grün infolge des Gehalts an Kupfer.

7. Führen wir mittelst des Platin-Spiraltrichters salpetersaures Strontian in die Flamme, so färbt sich diese intensiv rot. Bekanntlich verwendet man salpetersaures Strontian zur Herstellung von sogenanntem „bengalischem Feuer“. — Es ist also die gelbe Färbung der Flamme für Na, die grüne Färbung für Cu und die rote Färbung für Strontium charakteristisch, d. h. ein Reagens. Um eine möglichst grosse Flamme zu erzielen, schliesst man den Glashahn, bis der Glaseinsatz sich völlig mit H angefüllt hat. Öffnet man den Hahn, so ist die Flamme natürlich möglichst gross.

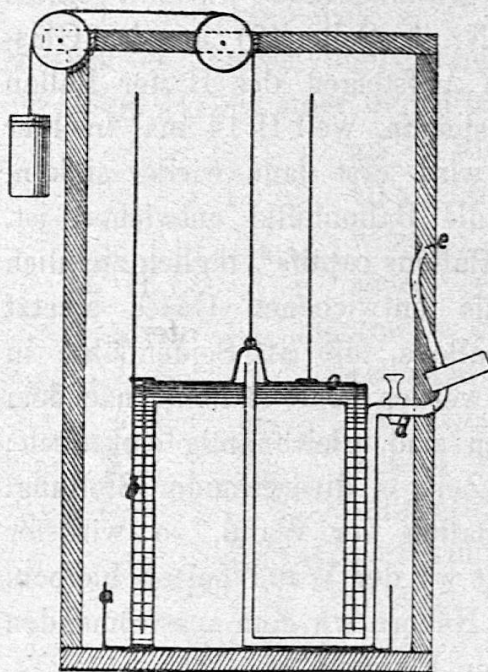


Fig. 6.

8. Knallgasgebläse. Noch bedeutender ist die Wärmewirkung der H-Flamme, wenn derselben nicht bloss die verhältnismässig geringe Sauerstoffmenge der atmosphärischen Luft, sondern reiner O unter Druck zur Verfügung steht. Zu diesem Zwecke sammeln wir in einem Gasometer (Nr. 14) Figur 6. Wir stellen in das weiteste zylindrische Blechgefäss *a* das Bassin *b*, welches seitlich zwei Handhaben hat. Nachdem wir das Bassin vollständig mit Wasser gefüllt haben, stülpen wir nach Öffnung des Messinghahns über das Gasrohr den Gasometer *c* so, dass

die drei Führungsschrauben auf dem Rande des Bassins aufliegen und die atmosphärische Luft verdrängt ist, ausgenommen in der konischen kleinen Kuppe des Gasometers. In den Ring der Kuppe hängen wir den Haken der Gasometerschnur ein, die am andern Ende ausserhalb des Gestelles das Kompensationsgewicht trägt, (die drei Führungsschrauben nicht vom Rande des Bassins heben!) Stülpen wir einen dickwandigen Schlauch über das Messinghahnende *d* und blasen durch den Schlauch und den geöffneten Messinghahn Luft in den Gasometer, so steigt dieser. Lassen

wir das Schlauchende frei, so presst der Gasometer infolge seiner Schwere die eingeblassene Luft wieder heraus. Blasen wir von neuem Luft ein, so steigt der Gasometer. Klemmen wir mit zwei Fingern den Schlauch oder schliessen den Messinghahn, so schwebt der Gasometer in der einmal eingenommenen Höhe. Wir lassen sämtliche Luft austreten, um den Gasometer mit H zu füllen. Das freie Schlauchende *e* stülpen wir über das Gasrohrende des Wasserstoffentwicklungsapparates, dessen Glashahn zuvor geöffnet worden war. Nun dringt H durch den Schlauch in den Gasometer und allmählig steigt dieser. Ist der Gasometer mit H gefüllt, so schliessen wir den Messinghahn und entfernen das Schlauchende *e* vom Wasserstoffentwicklungsapparat. — Wir füllen (was auch vor der Stunde geschehen kann) einen zweiten Gasometer mit O. Wir bringen zu diesem Zwecke in ein zirka 20 *cm* langes und 2—3 *cm* weites Reagenzglas oder in eine Retorte 35 *g* Kaliumchlorat innig gemischt mit 30 *g* Mangansuperoxyd (Braunstein). Das Reagenzglas schliessen wir mittelst eines durchbohrten Pfropfs mit Glasrohr ab und erhitzen das Gemisch sorgfältig mit der langen Spirituslampe (Nr. 18), nachdem das Reagenzglas oder die Retorte in den Retortenhalter eingeschraubt worden war. Sobald das Entflammen des glühenden Spans am Glasrohrende die Gegenwart von O bestätigt, wird der dickwandige Schlauch des zweiten Gasometers über das Glasrohrende des Reagenzglases gestülpt und der zweite Gasometer füllt sich mit O. Da die sogenannte Knallgasflamme Glasröhren zuschmelzen würde, bedürfen wir für den Austritt von O und H Metallröhren mit starkwandigen Messingmündungen (siehe Erläuterung 19, Seite 50). Stülpen wir den O-Schlauch über das eine und den H-Schlauch über das andere Messingrohr! Diese Messingröhren müssen einen stumpfen Winkel mit einander bilden, damit unter keinen Umständen aus dem O-Gasometer O in den H-Gasometer oder H aus dem H-Gasometer in den O-Gasometer gepresst wird, und so die Bildung von Knallgas veranlasst werden könnte. Die durch einen starken Draht verbundenen Metallröhren schrauben wir so in den Retortenhalter ein, dass beide Röhren parallel zur Tischfläche gerichtet sind. Unter den Winkelpunkt der beiden Metallröhren legen wir ein Brettchen oder Wassergefäss, damit herabfallende Tropfen von geschmolzenen Metallen den Tisch nicht beschädigen. Zuerst muss der H-Hahn geöffnet und H entzündet werden. Erst jetzt darf O aus dem O-Gasometer zur H-Flamme strömen. Der Zufluss von H und O muss durch die Messinghahnen regulirt werden. Die Flamme wird nun kleiner, aber viel heisser. Halten wir eine Spirale von Kupfer- oder Eisendraht (Nr. 21, 22) in diese Flamme, so verbrennt dieselbe mit intensiver Lichtentwicklung.

Platindraht (Nr. 21) schmilzt in dieser Flamme; also muss dieselbe entsprechend dem Schmelzpunkte des Platins wenigsten 2300° C. warm sein. Schieben wir den Kreidezylinder (Nr. 23) im Drahtstativ in die Knallgasflamme, so strahlt die Kreide ein intensives Licht aus: das Drummondsche Kalklicht. — An Stelle des reinen O können wir auch atmosphärische Luft in die Flamme einführen und erhalten so eine wesentliche Erhöhung der Temperatur, wenn auch nicht in dem Grade, wie bei Verwendung von reinem O. Zu diesem Zwecke heben wir nach Öffnung des Messinghahns den Gasometer über das Wasserniveau und lassen, nachdem atmosphärische Luft in den Gasometer eingedrungen ist, denselben unter Schluss des Messinghahns *d* wieder ins Wasser eintauchen. Leiten wir atmosphärische Luft in die Wasserstoff- oder eine kleinere Spiritusflamme (etwa 3—4 cm hoch bei 1,5 cm Querdurchmesser), so entsteht eine sehr intensive Wärmewirkung, so dass in dieser Flamme Eisen- und Kupferdrähte schmelzen und Kreidestückchen blendendes Licht ausstrahlen. Diese Wärmewirkung ist intensiver als bei der Lötrohrflamme, weil bei dieser die aus der Lunge ausgeatmete Kohlensäure auch beteiligt ist. Gebläse mit Zuführung von reinem O oder atmosphärischer Luft in die H-Flamme werden namentlich zum Löten von Bleiplatten für Akkumulatoren etc. verwendet. Grosse und schwere Bleiplatten können infolge ihres guten Wärmeleitungsvermögens mit den gewöhnlichen Lötapparaten nicht gelötet werden, dazu eignet sich nur die Wasserstoffflamme mit Gebläse.

9. *Chemische Harmonika.* Wir entzünden am Wasserstoffentwicklungs-Apparat direkt das ausströmende H. Stülpen wir darüber Glasröhren von 2—3 cm Weite (No. 24), so zeigt sich das Phänomen der singenden Flammen. Merken wir uns den Ton einer Röhre und schieben dieselbe so über die Flamme, dass die Luftsäule nicht mehr tönt! Sobald wir den passenden Ton singen, so fängt die Tonbildung in der Röhre von neuem an, wobei bekanntlich die Flamme durch den aufsteigenden Luftstrom sich zuspitzt. Dieses Experiment lässt sich auch mit Glasflaschen und Leuchtgasflammen, denen mittelst des Bunsenschen Brenners atmosphärische Luft beigemischt wird, durchführen. Selbstverständlich ist die Flamme für diesen Versuch passend zu reguliren.

10. *Diffusion.* Halten wir trockenes Alaunpapier (No. 25; Erläuterungen No. 25, Seite 50) in 2 Lagen, also 1,5 mm dick, unmittelbar über das Glasrohrende des Wasserstoffentwicklungsapparates, so dringt das H durch die Poren des Alaunpapieres und wir können H über dem Papier entzünden (farblose Flamme, welche durch Schliessen des Glashahns auslöscht). Hierbei ist zu beachten, dass das Alaunpapier

hermetisch die Gasmündung verschliesse; sonst schlägt die Flamme um den Papierrand und wir haben Knallgas, übrigens in durchaus ungefährlicher Menge. H soll über dem Alaunpapier völlig ruhig brennen. Dieses Durchdringen eines porösen Körpers seitens eines Gases heisst Diffusion. Benetzen wir das doppelte Alaunpapier mit Wasser und halten es dicht über das ausströmende H ans Glasrohrende, so diffundirt H nicht mehr, was wir deutlich daran sehen, dass das Niveau im Glaseinsatz sinkt, weil H nicht mehr entweichen kann und die Flüssigkeit aus dem Glaseinsatz hinausdrängt. H kann also, wie jedes andere Gas, nur trockene poröse Wände, niemals nasse durchdringen. Halten wir trockenes Alaunpapier dicht über die Gasöffnung, so steigt das Niveau im Glaseinsatz, d. h. H diffundirt wieder. Die Diffusion spielt im Leben des Menschen eine sehr bedeutende Rolle. Wie hier H durch die Poren von Löschpapier diffundirte, so kann gezeigt werden, dass H Gipsplatten, Tonwände durchdringt und zwar in reichlicherem Masse als atmosphärische Luft oder irgend ein anderes Gas. Graham wies nach, dass die Geschwindigkeit der Ausbreitung zweier Gase durch poröse Wände sich umgekehrt verhält wie die Quadratwurzeln der spezifischen Gewichte. Trennt eine poröse Wand Wasserstoff und atmosphärische Luft, so diffundiren diese Gase im Verhältnis von $\sqrt[2]{1} : \sqrt[2]{14} = 1 : 3,8$, d. h. für 1 Volumen atmosphärischer Luft treten 3,8 Volumen Wasserstoff ein. Pettenkofer hat gezeigt, dass man durch einen Quadersandstein von 85 cm Länge, 40 cm Höhe und 15 cm Dicke ein Kerzenlicht ausblasen kann und dass Gasblasen aus Wasser aufsteigen, wenn man auf der entgegengesetzten Seite des Steines ein Rohr ins Wasser taucht. Ist der Stein nass, so kann keine Luft mehr hindurch geblasen werden. Auf dieser Tatsache beruht die Forderung, dass die Mauern von Neubauten vor dem Anbringen von Verputz, Getäfel etc. zuerst gehörig ausgetrocknet seien. Ist dies nicht der Fall, so bleibt die Mauer feucht und gibt den Pilzsporen Gelegenheit zur Entwicklung. Ist die Mauer trocken, so fehlt das Wasser und die Pilzsporen können sich nicht entwickeln. Zudem kann durch feuchte Mauern kein Luftwechsel stattfinden. Der Mensch produziert durch die Atmung Kohlensäure. Wäre die Mauer trocken, so würde ein Austausch der giftigen Kohlensäure gegen frische, gesunde atmosphärische Luft stattfinden und zwar wiederum nach dem Grahamschen Gesetze. Da das spezifische Gewicht von atmosphärischer Luft sich verhält zu dem der Kohlensäure wie 1 : 1,524, so verhalten sich die Geschwindigkeiten der Diffusion umgekehrt wie $\sqrt[2]{1} : \sqrt[2]{1,524} = 1 : 1,235 =$ nahezu 4 : 5, d. h. für 4 Volumen Kohlensäure, die austreten, treten 5 Volumen

atmosphärische Luft ein, woraus wir ersehen, dass gerade das ungleiche spezifische Gewicht der Gase den Gasaustausch wesentlich befördert. Auch in den Wandungen der Lunge spielt die Diffusion der Gase eine sehr wichtige Rolle. Bei Luftschiffahrten wird der Gasverlust durch Diffusion durch Auswerfen von Ballast ausgeglichen und damit eine verfrühte oder gefährliche Landung an ungeeigneter Stelle verhindert. Nach Kleyer, Lehrbuch der reinen und technischen Chemie, diffundirt auch das Leuchtgas durch die Röhren der Leitung und besonders stark durch solche von porösem Gusseisen. Es leiden daher Pflanzen, ja selbst die grössten Bäume, wenn dieselben sich über einer Gasleitung befinden und es ist besonders ratsam, im Innern von Gebäuden nur gutes und kein Gusseisenmaterial in ausgedehnter Masse zu verwenden, da die Fälle von langsamen Leuchtgasvergiftungen häufig sind und nicht immer sofort erkannt werden.

H wird verwendet: 1. Zum Füllen von Luftballons. (Da 1 m^3 H 1200 *g* weniger wiegt als 1 m^3 atmosphärische Luft, so würde ein mit 500 m^3 H gefüllter Luftballon im stande sein, ein Gewicht von 600 *kg* schwebend zu erhalten und mit einer geringeren Belastung in die Luft sich zu erheben.) Zur Füllung von Ballons für wissenschaftliche und strategische Zwecke wird gegebenenfalls komprimirtes H in Stahlzylindern mitgeführt. Allerdings diffundirt H leichter durch die Ballonhülle als das schwerere Leuchtgas. 2. Zu Beleuchtungszwecken: Döbereinersches Feuerzeug, Drumondsches Kalklicht. 3. Vermischt mit komprimirtes atmosphärischer Luft oder komprimirtes O zum Schmelzen schwer schmelzbarer Metalle und namentlich auch zum Löten von Bleiplatten (Akkumulatoren). 4. Zur Reduktion von Mettalloxyden, wovon später die Rede sein wird.

C. Aufbewahrung. 1. Sämtliche Gefässe, Reagenzgläser etc. sind zu reinigen. 2. Bei Nichtgebrauch der Gasometer sind solche zu leeren, das Wasser lässt man daraus abtropfen. 3. Der Glashahn des Wasserstoffentwicklungsapparats ist zu schliessen, damit das Zink nicht zwecklos aufgezehrt wird.

(Forts. folgt.)

Literarisches.

A. Besprechungen.

Bachmann, A. Dr. *Mittelhochdeutsches Lesebuch* mit Grammatik und Wörterbuch. 2. Aufl. Zürich, Fäsi und Beer, 1898. Fr. 4.50.

Es ist ein erfreuliches Zeichen von der Brauchbarkeit und Gediegenheit eines mittelhochdeutschen Lesebuches, wenn es nach Verfluss von sechs Jahren