

Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 8 (1898)
Heft: 3

Artikel: Chemisches Praktikum : im Anschulss an Dr. H. Wettsteins "Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen" : 1. Teil
Autor: Wartenweiler, T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-789180>

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: 29.10.2025

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“.

Von T. Wartenweiler.

Dem Wunsche, der trefflichen Arbeit von Hrn. Sekundarlehrer Th. Gubler in Andelfingen: „Physikalisches Praktikum“ im fünften Jahrgang dieser Zeitschrift einen Versuch in dem Fache der Chemie folgen zu lassen, kommt der Verfasser hiemit entgegen, obschon er sich der mannigfaltigen Schwierigkeiten dieser Aufgabe wohl bewusst ist; denn einerseits sind die Tatsachen der Chemie wie z. B. die Sauerstoffverbindungen, so vielfältig verknüpft, dass eine systematische Trennung im Sinne der Gebiete der Physik sich hier nicht so leicht durchführen lässt und anderseits sind die Beziehungen der Chemie zum praktischen Leben nicht immer so augenfällig, wie dies für die methodische Behandlung wünschenswert erscheinen möchte.

Die sogenannte „rationelle“ Behandlung der Chemie betreffend hat in neuerer Zeit namentlich Arendt durch seine „Grundzüge“, „Leitfaden“ und „Methodischer Lehrgang“ sehr beachtenswerte Vorschläge geboten. Wir zitieren an Stelle von Erörterungen die hier in Frage kommenden Kapitelüberschriften des ausgezeichneten Werkes: „*Technik der Experimentalchemie* von Dr. Rudolf Arendt (Leipzig, L. Voss): 1. Die Metalle, Legierungen. 2. Ursachen der Veränderung der unedlen Metalle an der Luft. 3. Veränderung der Luft bei ihrer Einwirkung auf Metalle. 4. Nichtmetalle und metallische brennbare Körper. 5. Langsame Verbrennung; unvollkommene Verbrennung. 6. Sulfide und Chloride; Reduktionen. 7. Haloide. 8. Vielfache Verhältnisse. Oxydationsreihe des Kohlenstoffs. 9. Umwandlungen von Oxyden, Sulfiden und Chloriden in einander. 10. Stöchiometrie. 11. Darstellung von Salzen aus Säuren und Basen. 12. Darstellung von Salzen durch Einwirkung von Säuren auf Metalle. 13. Spaltung der Salze in Säuren und Basen. 14. Zersetzung von Salzen bis herab zum Metall. 15. Wasserstoffverbindungen (Hydrüre der Sauerstoff-, Stickstoff- und Kohlenstoffgruppe).

So fördernd eine solche Behandlung der Chemie für Vorgerückte sein mag, so wenig geeignet finden wir dieselbe für Anfänger, wo wir Stein um Stein als Material erst herschaffen müssen, bis wir dazu gelangen, Gruppen überblickend, vorzugehen. Es scheint uns deshalb geratener, für den Anfänger nach dem Vorgang in Dr. H. Wettsteins „Leitfaden“ die Behandlung nach Elementen in möglicher Abrundung als „chemische Bilder“ zu bieten, ohne dabei die Wechselbeziehungen in den Verbindungen aus dem Auge zu verlieren, ein methodischer Wink, dem wir nach dem Vorbilde Arendts unsere Aufmerksamkeit in vollem Masse schuldig sind.

Wir werden also versuchen, Element um Element mit Einschluss der einschlägigen Erörterungen der organischen Chemie vorzuführen, auch auf die Gefahr hin, dass die betreffenden Kapitel ungleich lang werden; denn wie viel und was der Lehrer per Lehrstunde verwenden will, das sei ihm anheimgestellt. Im weitem legen wir Wert darauf, dass die gegenseitigen chemischen Beziehungen als Repetition zum dauernden Eigentum des Schülers gemacht werden. Da in der Methodik der einfachste Weg am besten zum Ziele führt, suchen wir, möglichst einfache Mittel diesem Zwecke dienstbar zu machen. Daneben wollen wir nicht unterlassen, wo es irgendwie angeht, messend und rechnend die vorgeführten Tatsachen zu prüfen, um so die gewonnenen Resultate selbstständig durch den Schüler verwerten zu lassen.

Ausser den bereits erwähnten Werken von Arendt wurden zu Rate gezogen: Heumann, Anleitung zum Experimentiren bei Vorlesungen über anorganische Chemie, Stöckhart, Schule der Chemie, Faraday, Naturgeschichte einer Kerze, Schlichting, Chemische Versuche, Rosenfeld, Experimentirbuch für den Elementarunterricht in der Chemie, Fresenius, Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, und Girardin, Chimie générale et appliquée. Auch wollen wir nicht unterlassen, an dieser Stelle Hrn. Rektor Dr. S. Stadler in Zürich die Mitteilung der von ihm konstruirten, ebenso sinnreichen als übersichtlichen Vorrichtung zur Darstellung der Assimilation der Pflanzen u. a. zu verdanken.

Im übrigen bestrebte sich der Verfasser, komplizirte Darbietungen der Übersichtlichkeit halber zu vereinfachen, bei aller Rücksichtnahme auf die Sicherheit und Genauigkeit der Resultate, und fand deshalb nicht selten Anlass zu neuen Kombinationen, welche, wie er hofft, der Schule zum Nutzen gereichen und so frisches Interesse wecken werden für den Unterricht in der Chemie.

Örlikon, im Januar 1898.

T. Wartenweiler.

Einleitung.

Auf unsere Aufgabe speziell eintretend, empfiehlt es sich, daran zu erinnern, dass die chemischen Erscheinungen meist auch mit physikalischen wie Wärme (Erhitzen von Quecksilberoxyd), Luftdruck (Auffangen unlöslicher Gase unter Wasser), Schall (singende Flammen) etc. verknüpft sind und dass solche physikalische Erörterungen beim Unterrichte in der Chemie als Repetition und quasi Nutzenanwendung zu Rate gezogen werden.

Da die Versuche nicht Selbstzweck sind, sondern nur ein Lehrmittel, so ist damit schon entschieden, dass wir nicht zu viel experimentiren sollen, denn gerade hier ist weises Masshalten von höchstem Werte, Eine gründliche Behandlung ist die Hauptsache. Der Schüler wird sich bei dieser Lehrweise der Notwendigkeit ernster Arbeit bewusst und der Lehrer hat bei mässiger Zahl der Versuche um so eher Gelegenheit, jeden Versuch so vorzubereiten, dass derselbe gelingen muss und nur so wird dieser zur wirklichen Unterstützung des Unterrichts.

Da das Gelingen eines Experiments zum grossen Teil von der richtigen Vorbereitung bedingt ist, so soll darauf die grösste Sorgfalt verwendet werden, denn dabei sind wir völlig Herr der Situation, wir

können ruhig und ohne Hast arbeiten, während in der Lehrstunde unser Augenmerk auf den Lehrstoff, wie auf die Schüler gerichtet sein muss. Zur Vorbereitung gehört eine praktische

Aufbewahrung der Apparate und Chemikalien.

Es empfiehlt sich, im Chemieschranke vier Abteilungen einzurichten für Säuren, trockene Chemikalien, grosse und kleine Utensilien. Da die Säuren auch im verdunstenden Zustande die Metalle angreifen, sollten sie zum Schutze von Apparaten mit Metallbestandteilen von diesen getrennt, in einem besondern Kästchen oder doch wenigstens in einer allseitig gut abgeschlossenen Abteilung untergebracht werden. Schloss und Schlüssel sowie andere Metallteile dieser Abteilung müssen von Zeit zu Zeit gut eingefettet oder mit Paraffin bestrichen werden, damit sie nicht rosten. Jede Flasche mit Säure soll mit einem Glasstöpsel versehen sein, weil Kork durch Säuren leicht zerfressen wird, wie z. B. Schwefelsäure, die bekanntlich in reinem Zustande wasserhell ist, durch die Kohle des Korks allmählig eine bräunliche Färbung annimmt.

Alle trockenen Chemikalien, zu denen auch Äther, Terpentinöl u. dergl. gestellt werden können, sollen deutlich affichirt sein. Behufs rascher Orientirung ist an der Schmalseite der Gestellbretter je ein weisser Papierstreifen anzukleben, auf welchem die Nummer des Brettes, sowie die genaue Bezeichnung der Chemikalien, welche dahinter stehen, angemerkt sind. Bei breiten Gestellbrettern ist eine treppenartige Aufstellung sehr vorteilhaft, sowohl der übersichtlichen Aufstellung, als auch des Umstandes wegen, dass man dann das Gewünschte ungehindert und ohne etwas umzustossen, wegnehmen kann. Es ist wohl überflüssig, zu bemerken, dass jede Flasche, auch Spiritus- und Wasserflaschen, Zündhölzchen, Hammer, Feile etc. nach deren Gebrauch wieder an ihren bestimmten Ort zu bringen sind, um das zeitraubende „Suchen“ zu vermeiden.

Auch die Bretter, auf welche die Apparate, Glaswaren etc. zu stehen kommen, sind an ihrer Schmalseite mit weissem Papier zu bekleben, welches jeweilen die Gestellnummer und die Bezeichnung der auf das betreffende Brett zu plazirenden Utensilien enthält. Es ist vorteilhaft, die Chemikalien, und, soweit dies bei den Apparaten hinsichtlich ihrer Raumeinnahme möglich ist, die Sachen mit Berücksichtigung der Reihenfolge der in Aussicht genommenen Lektionen zu ordnen. Umfangreiche Utensilien, wie pneumatische Wanne, Retortenhalter, sind in einer besondern, für sich abgeschlossenen Abteilung, am besten in Fussbodenhöhe unterzubringen.

Unter allen Umständen ist ein genaues Inventar mit alphabetischem Register am Rande (wie bei den Geschäftsbüchern) zu führen, worin jeder Gegenstand, der überhaupt zur Verfügung steht, sowie sein Platz im Schranke verzeichnet ist, z. B. unter dem Buchstaben C: *Chlorsaures Kali* II 1 = *chlorsaures Kali* auf dem mit II bezeichneten Gestellbrette links — und unter dem Buchstaben K: *Kali, chlorsaures* II 1. Ebenso unter dem Buchstaben A: *Arsenik* III r = *Arsenik* auf dem mit III bezeichneten Gestelle rechts. (In diesem Inventar könnte eventuell auch der Preis, die Bezugsquelle angegeben werden.) Die kleine Mühe der Eintragung sämtlicher Gegenstände ins Inventar lohnt sich reichlich durch die dadurch ermöglichte rasche Orientirung.

Das Experiment

muss vom Lehrer vor der Stunde durchprobiert werden, damit er mit aller Sicherheit und Ruhe den Lehrstoff behandeln kann. Hat der Lehrer durch wiederholte Übung sich eine gewisse Gewandtheit angeeignet, so ist eine jedesmalige Vorübung nicht notwendig, obwohl eine jedesmalige Durchsicht der Utensilien, wie jeder Experimentator weiss, durchaus nicht überflüssig ist; denn ist nur ein Pfropf verwechselt, so kann er zu gross oder zu klein sein, und das Herbeischaffen des passenden ruft schon eine Störung des Unterrichts hervor, was nach Möglichkeit zu vermeiden ist. Damit kein notwendiger Gegenstand mangelt, wird, wie der Verfasser im speziellen Teile zeigen wird, nach einem genauen Verzeichnis das Vorhandensein aller Utensilien vor der Stunde kontrollirt. Was nicht zum Versuche gehört, hat zur Zeit keinen Platz auf dem Experimentirtische. Ist eine grössere Klasse zu unterrichten und sind die Sitzbänke nicht terrassenförmig angebracht, so empfiehlt es sich, den Experimentirtisch durch auf den Fussboden gelegte Unterlagen ein wenig zu erhöhen, denn nichts beeinträchtigt das Experiment oft so sehr, wie das Herzudrängen der Schüler zum Experimentirtisch; die Schüler sollen wo immer möglich ihren gewöhnlichen Platz auch während eines Experiments einnehmen. Im Interesse der Gesundheit und des Lebens der Schüler ist alles zu vermeiden, was diese unersetzlichen Güter beeinträchtigen könnte. Deswegen berücksichtigen wir an dieser Stelle z. B. die Darstellung des Arsenwasserstoffs nicht. (Bekanntlich starb Gehlen im Jahre 1815 infolge Einatmung des genannten Gases; vor wenigen Jahren auch H. Schulze.) Entstehen lästige Dünste, so stellt man den betreffenden Apparat vor das Fenster, wenn nicht eine sogenannte „Kapelle“, ein Abzugsschrank, zur Verfügung steht. Beim Erhitzen von Glasgefässen schwenke man die Flamme geduldig einige Zeit hin und her,

denn eine allzu rasche Annäherung der Flamme ist sehr häufig die Ursache des Springens des Glasgefässes, und der Zeitverlust ist dann unbedingt der doppelte; so hat die Erfahrung gezeigt, dass Reagensgläser z. B. bei Leuchtgasbereitung längere Zeit glühend gemacht werden können und diese Prozedur bei vorsichtiger Erwärmung zehnmal und mehr aushalten. Man setze nicht zwei Versuche gleichzeitig in Gang, denn bei dieser Gelegenheit misslingen oft beide. Man überzeuge sich vor der Stunde, ob alle Glasstöpsel gelockert, gelüftet sind, denn das Erhitzen des Glashalses, um einen festsitzenden Glasstöpsel loszumachen, ist meist sehr zeitraubend und während der Lehrstunde jedenfalls störend. (Bekanntlich müssen durch Erwärmung gelockerte Glasstöpsel erst nach vollständigem Erkalten des Glashalses wieder eingesetzt werden.) Wenn immer möglich, sollen die Apparate in der Reihenfolge ihres Gebrauches auf den Tisch gestellt werden und jeder einzelne Apparat in möglichst grossem, deutlichem Format den Gang der Entwicklung präsentiren. Brennbare Flüssigkeiten sollen stets gut verkorkt werden, damit ein unbeabsichtigtes Entzünden derselben ausgeschlossen ist.

Die Aufbewahrung

verdient schliesslich auch unsere volle Aufmerksamkeit. Alle Gefässe sollen nach jeweiligem Gebrauche sorgfältig und bald gereinigt werden. Lässt man die gebrauchten Glaswaren mit den Chemikalienresten längere Zeit stehen bleiben, so haften solche, die unmittelbar nach dem Versuche mit Wasser sich leicht hätten entfernen lassen, oft so fest, dass man später die dreifache Zeit auf die Reinigung verwenden muss, bis dann zum Schlusse noch das Gefäss durch ungeduldiges Manipuliren — zerbricht und die ganze Reinigungsarbeit völlig nutzlos war. Auch muss es auf den Schüler offenbar einen guten Eindruck machen, wenn der Lehrer im Glaskasten gute Ordnung hält. Dem Verderben am meisten ausgesetzt sind Kautschukwaren, wie Schläuche, Pfröpfe, Bälle etc. Sollen dieselben möglichst lange brauchbar bleiben, so dürfen sie nie einer Temperatur unter $+ 6^{\circ} \text{C.}$ und nie einer Temperatur über $+ 25^{\circ} \text{C.}$ ausgesetzt werden. Ist etwas zu ersetzen, so soll dies ungesäumt geschehen, damit der Inventarbestand immer komplett ist, denn nichts ist ärgerlicher, als wenn man ein Jahr oder noch später einen Versuch ausführen möchte, und es fehlt das eine und das andere. Häufig ist auch nicht alles zusammen durch dieselbe Bezugsquelle zu ersetzen und man ist dann oft genötigt, eine Demonstration, die in der geplanten Reihenfolge vorgenommen werden sollte, zu verschieben.

Saubere, pünktliche Aufbewahrung ist die beste Gewähr für eine rasche, bequeme und richtige Vorbereitung und damit für das Gelingen des Experiments.

NB. In dem Nachfolgenden wurden besondere „Erläuterungen“ eingefügt, damit die Übersichtlichkeit nicht beeinträchtigt werde.

Sämtliche angeführte Versuche wurden auf ihre praktische Durchführbarkeit hin vom Verfasser geprüft. Eine kurze Zusammenfassung, speziell für den Experimentirtisch berechnet, sowie ein ausführliches Register werden den Schluss dieser Arbeit bilden.

1. Sauerstoff = O.

a) Gegenstände: 1. *Pneumatische Wanne mit Steg*. 2. *Wasser in der Wanne*. 3. *5 Glasflaschen*. 4. *5 quadratische Glasplatten*. 5. *4 Deckbrettchen mit Kohle am Draht, Eisenspirale samt Löschpapier und 2 Phosphorlöffeln*. 6. *Probirglas*. 7. *Gasleitungsrohr*. 8. *Gefüllte lange Spirituslampe*. 9. *Holzspähne*. 10. *Retortenhalter*. 11. *Chlorsaures Kali und Braunstein*. 12. *2 Füllpapiere*: eins mit 20 g chlorsaurem Kali gemischt mit 15 g Braunstein und eins mit 1—2 cm³ Schwefelblumen. 13. *Blaues Lakmuspapier*. 14. *Phosphorstücke in kurzer, weithalsiger Flasche*. 15. *Phosphorzange*. 16. *Phosphordraht*. 17. *Zehnprozentige Silbernitrat- (Höllenstein) Lösung*. 18. *Brettchen, um die Spirituslampe zu verstellen*. 19. *Zündhölzchen*. 20. *Gefüllte runde Spirituslampe*. 21. *Gasometer für Gasmischung*. 22. *Drahtkerze*.

Reserve: Probirglas und Gasleitungsrohr.

Erläuterungen:

1. *Pneumatische Wanne mit Steg* soll aus starkem Zinkblech hergestellt sein: 40 cm lang, 25 cm breit, 30 cm tief, damit man die Glasflaschen darin füllen kann, ohne besonders Wasser in diese giessen zu müssen. Der Steg soll 8 cm breit, um 6 cm vertieft und so verstärkt sein, dass er gleichzeitig vier Glasflaschen tragen kann. Der Steg soll der *Längsseite* der Wanne nach führen, wodurch wir den Vorteil erreichen, dass das Gasleitungsrohr kürzer, nur der Schmalseite der Wanne entlang führt. Wir haben so mehr und bequemern Raum für die Füllung der Gasflaschen und setzen die Gasleitungsröhre weniger dem Zerbrechen aus. Der Steg soll drei Löcher von 1,5 cm Durchmesser zum Durchlassen des Gases 7 cm : 12 cm : 12 cm : 7 cm auf die Länge verteilt, haben. Die Wanne hat aussen an den Schmalseiten zwei starke Handhaben.

2. Das *Wasserniveau in der Wanne* muss 4—5 cm über dem Stege sein, damit der Vorrat über dem Stege für vier Glasflaschen reicht.

3. Jede *Gasflasche* soll 8—10 dl fassen, oben eine Öffnung von 6 cm Durchmesser haben und aus farblosem Glase bestehen (z. B. Konservegläser mit abgeschliffenem Rande).

4. Die *quadratischen Glasplatten* von 12 cm Seitenlänge müssen am Rande abgeschliffen sein (am besten auf einer Sandsteinplatte), damit man sich beim Gasabschlusse nicht verletzt.

5. Die *quadratischen Brettchen*, in deren Mittelpunkt je 1 Draht für (3—4 cm³) Holzkohle, für die Eisenspirale und die Phosphorlöffel (für Phosphor und Schwefel) befestigt ist, haben 10 cm Seitenlänge bei 1 cm Dicke. In die Eisenspirale (aus dünnem sogen. Blumendraht) um einen Bleistift gewunden, ist am untern Ende 2—3 cm² Löschpapier (statt Zunder, der zu viel O absorbiert) eingeklemmt.

6. Das *Probirglas* hat etwa 22 mm Durchmesser bei ca. 18 cm Länge, nicht zu dünnwandig, jedoch nicht schwer schmelzbar, da solche sich für O-Entwicklung nicht bewährt haben.

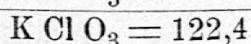
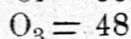
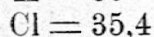
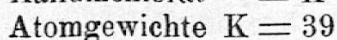
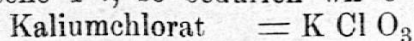
7. Das *Gasleitungsrohr* ist mit einem für das Probirglas passenden Kork- oder besser Asbestpfropf versehen, unter einem stumpfen Winkel abwärts und unter einem spitzen Winkel aufwärts bis zur Stegöffnung gebogen. Die Enden sind der scharfen Ränder wegen ein wenig abgeschmolzen. (Zum Biegen von Glasröhren, Aufblasen von Glaskugeln etc. eignet sich am besten eine sogen. Lötampe (System Sievert, Stockholm), welche in jeder Eisenwarenhandlung für 15 Fr. zu haben ist. Ein Probirglas mit erwähnten Dimensionen springt bei der Erwärmung viel weniger als ein Kolben, auch ist die Gasentwicklung bei Verwendung einer 14 cm langen *Spirituslampe* (Nr. 8) mit trapezförmigen Seitenwänden (Parallelen 1 cm oben und 4 cm unten; Höhe 2,5 cm) viel ruhiger und gleichmässiger.

9. *Holzspähne*, 5—7 mm breit, aus Dachschindeln (nicht aus Hartholz).

10. Der *Retortenhalter* soll der Standfestigkeit und der präziseren Einstellung wegen aus Eisen konstruiert sein.

11. Zur Sauerstoffdarstellung eignet sich *chlorsaures Kali*, innig gemischt mit etwa $\frac{2}{3}$ Gewichtsteilen *Braunstein* am besten. Allerdings lassen sich auf kaltem Wege (durch Zugießen von Wasser) aus 10,4 g *Bariumsuperoxyd* und 250 g *Ferricyankalium* 8 l O darstellen, welcher Prozess aber 30mal teurer zu stehen kommt, als die Darstellung aus chlorsaurem Kali. Ebenso ist die O-Darstellung aus je einem Gewichtsteil übermangansaurem Kali, einem Gewichtsteil *Bariumsuperoxyd* und Wasser sehr langsam und sehr kostspielig.

Fasst jede Gasflasche 1 l, so bedürfen wir 5 l O.



$$1 \text{ l H} = 0,0896 \text{ g}$$

$$1 \text{ l O} = 0,0896 \text{ g} \cdot 16 = 1,4336 \text{ g O}$$

$$5 \text{ l O} = 1,4336 \text{ g} \cdot 5 = 7,168 \text{ g O}$$

$$122,4 (\text{K Cl O}_3) : 48 (\text{O}_3) = X \text{ g } (\text{K Cl O}_3) : 7,168 \text{ g O}$$

$$X \text{ g K Cl O}_3 = 18,2784 \text{ g K Cl O}_3$$

Also bedürfen wir für 5 l O 18,2784 g chlorsaures Kali oder rund, namentlich auch wegen der Proben wenigstens 20 g *chlorsaures Kali* und 15 g *Braunstein gut gemischt*, um Explosionen vorzubeugen.

NB. Man unterlasse nicht, das chlorsaure Kali, wie den Braunstein unmittelbar nach dem Ankauf daraufhin zu prüfen, ob dieselben staubfrei sind; da organische Stoffe beim Erhitzen mit chlorsaurem Kali heftig verbrennen. Auch bewahre man genannte Stoffe so auf, dass ja kein Staub dazu gelangen kann.

12. *Füllpapier* (zum Beschicken des Probirglases): Zeichnungspapier zirka 15 cm : 12 cm, in der Mitte 15 cm lang gefaltet.

13. *Blaues Lakmuspapier* wird hergestellt, indem man Lakmus in destillirtem oder Regenwasser aufgelöst in einen Teller giesst. Dickes weisses Löschpapier saugt diesen blauen Farbstoff auf und ist dann zu trocknen. Flüssige Lakmuslösung hält sich nicht lange, besonders wenn sie nicht mit destillirtem Wasser hergestellt war. Will man die bleichende Wirkung der schwefligen Säure auf farbige Gewebe zeigen, so prüfe man dieselben vorher auf diesen Prozess, weil es farbige Stoffe gibt, die durch schweflige Säure nicht angegriffen werden. Es ist vorteilhaft, Lakmuspapier oder farbige Stoffe vor dem Eintauchen mit Wasser zu benetzen.

14. *Phosphorstücke in kurzer, weithalsiger Flasche.* Da P beim Zerschneiden oft herumspritzt, so soll er nicht in Gegenwart der Schüler zerschnitten werden. *) Der Lehrer bringt P in ein glasiertes Tongefäß mit warmem Wasser (welches aber nicht über 40°C . haben darf) und zerschneidet ihn mit einem Weissblechstück von $10\text{ cm} : 5\text{ cm}$, welches auf der einen Schmalseite messerartig zugefeilt und auf der andern Schmalseite als Handhabe etwas eingerollt ist, in Stücke von $5\text{--}10\text{ mm}$ Länge, welche Stücke mit einer, besonders für diesen Zweck reservierten Pinzette aus Blech: *Phosphorzange*, aus dem Wasser genommen werden.

17. Sollte unvorhergesehener Weise Phosphor eine Wunde verursachen, so ist es am besten, sofort die Wunde mit *zehnprozentiger Silbernitrat- (Höllenstein) Lösung* tüchtig auszuspülen, um den oft schweren Folgen einer *Phosphorvergiftung* vorzubeugen.

18. *Brettchen* von zirka $9\text{ cm} : 9\text{ cm}$ und verschiedener Dicke.

21. Einen *Gasometer für Gasmischungen*, Fig. 1, in diesem Falle für Knallgas hat Verfasser hergestellt mit einem Holzgestell von 40 cm Höhe, das Glasbassin hält 500 cm^3 und der eingetauchte Gasometer aus Glas (z. B. Opodelldokglas) hält 150 cm^3 , durch horizontale Striche in drei gleiche Räume (also je 50 cm^3) eingeteilt. Der Gasometer hängt an einer imprägnirten Schnur, die auf der entgegengesetzten Seite der Rolle ein Kompensationsgewicht trägt. Ein dreimal rechtwinklig gebogenes Glasrohr führt zum Boden des Gasometers und endigt in einen 50 cm langen Kautschukschlauch, der zum Abschluss des Gasometerinhalts mittelst einer Klappe dient.

b) Experimente.

1. Ein glühender Spahn erlischt in einer Gasflasche mit atmosphärischer Luft bald, ebenso 2. eine wenig glühende Kohle. 3. Die Drahtkerze brennt längere Zeit in der Gasflasche ungeschwächt fort.

4. Blaues Lakmuspapier oder nasser, z. B. roter Baumwollstoff, bleibt in der Gasflasche unverändert.

5. Wir zeigen die Flaschen mit KClO_3 und MnO_2 mit der Bemerkung, dass in dem weissen Salze O gebunden sei und dass wir durch Erwärmen von etwa 20 g (15 cm^3) $\text{KClO}_3 = 5\text{ l O}$ in Gasform erhalten werden.

6. Wir mischen KClO_3 mit MnO_2 innig, damit die Entwicklung von O ruhig vor sich geht, und dass nicht durch Explosion das Probirglas zertrümmert wird.

7. Wir erinnern daran, dass durch den Luftdruck einer Wassersäule in einem verkehrt gehaltenen Glasgefäße das Gleichgewicht gehalten wird.

8. Mittelst des Füllpapiers Beschicken des Probirglases mit KClO_3 und MnO_2 . Verbreiten des Gemisches gleichmässig, immerhin derart, dass $2\text{--}3\text{ cm}$ vor dem Leitungsrohrende im Pfropf frei bleiben.

9. Wir schieben das Probirglas samt Inhalt über den Pfropf des Leitungsrohrs, spannen in den Retortenhalter ein und sehen nach, ob

*) *Anmerkung der Redaktion.* Die Nichtbeachtung dieser Vorschrift verursachte vor nicht langer Zeit einem Schüler Brandwunden, die erst nach Wochen heilten.

das aufwärts gebogene Ende des Leitungsrohrs unmittelbar unter der äussersten Stegöffnung sei und jedenfalls nicht darüber hervorrage.

10. Wir stellen drei mit Wasser gefüllte Gasflaschen verkehrt auf den Steg, aber keine Flasche über die Leitungsrohröffnung! (Ein Schüler hält die Flaschen in ihrer Lage fest.)

11. Auf das zweite Füllpapier schütten wir etwas Schwefelblumen.

12. Wir entzünden die lange Spirituslampe und schwenken sie sorgfältig unter dem horizontal im Retortenhalter eingespannten Probirglas.

13. Im Entflammen eines glühenden Spahns über der Mündung des Leitungsrohrs erkennen wir die Gegenwart von O. Ein glühender Spahn ist also ein Erkennungsmittel oder Reagens für O. Kein anderer Stoff reagiert wie O auf einen glühenden Spahn.

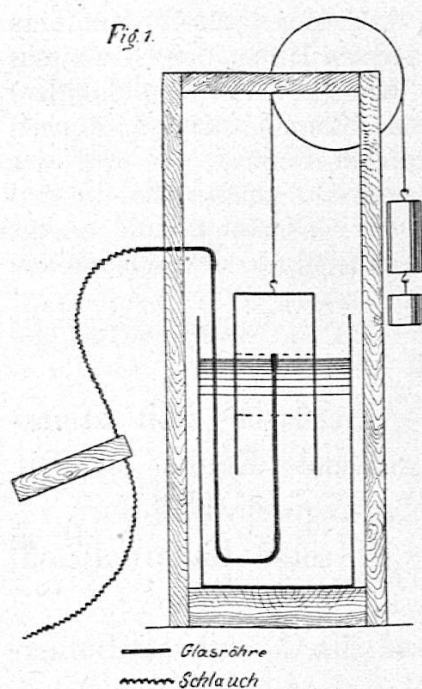


Fig. 1.

14. Ist das Ausströmen von O konstatiert, so wird die erste Glasflasche über die Leitungsmündung geschoben und das leichte O steigt in Kugelform wie Ballons durch das schwerere Wasser hinauf.

15. Durch Unterlegen oder Wegnehmen von Brettchen wird die Heizkraft der Spirituslampe reguliert, damit die O-Entwicklung weder zu rasch, noch zu langsam vor sich geht.

16. Ist die erste Flasche mit O gefüllt, so verschliessen wir sie in verkehrter Stellung mit einer Glasplatte, stellen sie auf den Tisch und schieben sofort die zweite bereits mit Wasser gefüllte Flasche über die Mündung.

Unterdessen füllen wir die zwei übrigen Flaschen mit Wasser und stellen sie verkehrt auf den Steg. Drei Flaschen (für Fe, S und P) füllen wir nur zu $\frac{9}{10}$ ihres Inhalts mit O.

17. Wir heben mit dem Retortenhalter das Gasleitungsrohr sorgfältig aus dem Wasser.

18. Wir stülpen den Schlauch des Gasometers, Fig. 1 (20. Gegenstand), während die Erhitzung des Probirglasinhalts ununterbrochen fort-dauert, über die Mündung des Gasleitungsrohrs.

19. Sobald der Gasometer um $\frac{1}{3}$ durch O gehoben ist, schliessen wir den Schlauch mittelst der Klappe, indem wir gleichzeitig die lange Spirituslampe entfernen, und bewahren den Gasometer samt $\frac{1}{3}$ O für später (Knallgasbereitung) im Schranke auf.

20. Lange Spirituslampe ausgelöscht, runde Spirituslampe angezündet.

21. Glühender Spahn in die erste Flasche.

22. Glühende Kohle brennt lebhaft in O, erlöscht aber schliesslich, ebenso die brennende Kerze am Draht. Das Erlöschen der brennenden Kerze ist also ein Reagens für Kohlensäure. Kohle verbindet sich nur im glühenden Zustande mit O, was wir benutzen, um Erzen (Metall-oxyden) O zu entziehen und so das reine Metall darzustellen, wie dies z. B. bei der Eisenbereitung der Fall ist. Beim elektrischen Glühlicht entfernen wir O aus der Glasbirne, damit der glühende Kohlenfaden sich nicht mit O verbinden kann.

23. Schwefelblumen, auf die Entzündungstemperatur erhitzt, brennen lebhaft. Die nun entstandene schweflige Säure hat das vorher schon eingehängte blaue Lakmuspapier gerötet und gefärbte Stoffe gebleicht.

24. Das angezündete Löschpapier bringt im O die Eisenspirale zum Glühen: Eisenoxyd. Glühendes Fe in der Schmiede mit O der Luft: Hammerschlag = Eisenoxydul. Die *Oxydation* des aus dem Hochofen fliessenden Fe wird dadurch verhindert, dass man dem Erze Glas beimischt, welches als spezifisch leichtere Schlacke auf dem schwereren Eisen schwimmend, das O der Luft fernhält.

25. Mit der Phosphorzange bringen wir ein Stückchen P auf Löschpapier zum Abtrocknen (aber ja nicht reiben!) und tauchen P auf einer Tonschale (Tonscherbe) im Phosphorlöffel in die Flasche. Mit dem am Ende erwärmten (nicht glühenden) Phosphordraht berühren wir P in der Flasche, welcher lebhaft brennt und ziehen den Phosphordraht vorsichtig heraus, aber vorsichtig, denn es kommt vor, dass noch etwas P daran haftet. Die durch Schütteln erhaltene Lösung der Phosphorsäure in Wasser reagiert als Säure durch Rötung des blauen Lakmuspapiers. Nach der Entflammung stellen wir die Flaschen mit S und P vor das Fenster.

c) Aufbewahrung:

1. Das *Probirglas* mit den Kaliumchloratrückständen lässt sich durch Ausspülen mit Wasser leicht reinigen und wird, wie das *Gasleitungsrohr*, speziell für Sauerstoffbereitung aufbewahrt.

2. Die *pneumatische Wanne* ist zu leeren.