



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Technik der Experimentalchemie

Arendt, Rudolf

Hamburg [u.a.], 1900

Allgemeiner Teil.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84031](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-84031)

ALLGEMEINER TEIL.

ARENDE, Technik. 3. Aufl.

I



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN



HÖRSAAL.

Die hier zu gebende Beschreibung des Hörsaals für den theoretischen oder erklärenden chemischen Unterricht entspricht den Verhältnissen der öffentlichen Handelslehranstalt zu Leipzig, bei deren Neubau sich dem Verfasser die günstigste Gelegenheit geboten hat, alle neueren und neuesten Vervollkommnungen in der Technik der Experimentalchemie zu benutzen und möglichste Zweckmäßigkeit anzustreben. Deshalb sind diese hiesigen Verhältnisse der folgenden Beschreibung zu Grunde gelegt, was um so unbedenklicher sein dürfte, als sich ähnliche Verhältnisse in den modernen Gebäuden höherer Lehranstalten überall wiederfinden oder wenigstens mit Leichtigkeit realisieren lassen, und wo es nicht der Fall sein sollte, zweckmäßige Abänderungen leicht zu treffen sind.

Der Hörsaal (Fig. 1) ist 10 m lang, 10 m breit und $4\frac{1}{2}$ m hoch. In der Rückwand, hinter dem Experimentiertisch, welche aus massivem Mauerwerk ausgeführt ist, liegen zwei Ventilationssessen *a* und *b* von 12 cm Durchmesser, welche vom Fußboden des Hörsaals bis über das Dach hinausgeführt und oben mit einer passenden Ventilationskappe (Saugkappe, Deflektor) versehen sind.

Unmittelbar davor ist der Abzug *N* für schädliche Gase aufgestellt, dessen verschließbarer Arbeitsraum mit der Esse *b* in Verbindung steht. Er ist 35 cm von der Wand abgerückt, und der tote Raum *O* hinter demselben seitlich bis zum Sims durch eine Holzwand verkleidet. Diese Aufstellung gewährt den Vorteil, daß die rechts und links neben dem Abzug aufzustellenden Schränke für die Chemikalien so weit zurückgerückt werden können, daß das volle Tageslicht in den vorn und seitlich durch Glasscheiben verschlossenen Arbeitsraum des Abzuges einfallen kann, wodurch die in demselben vorzunehmenden Versuche auch den entfernt sitzenden Schülern noch deutlich sichtbar sind. Eine genauere Beschreibung des Abzugs ist weiter unten S. 27 gegeben.

Platz, welches auf einem kleinen mit Schubkästen versehenen Tischchen steht.

Der Experimentiertisch ist 5,80 m lang und in einer Entfernung von 1,5 m von der Vorderwand des Abzugsschranks aufgestellt. Sein Ventilationskanal ist unter dem Fußboden zu der Esse *a* geführt.

Die Bänke für die Schüler stehen auf einem treppenförmig aufsteigenden Podium *PP* (s. w. u. Fig. 5); zwischen diesem und der hintern

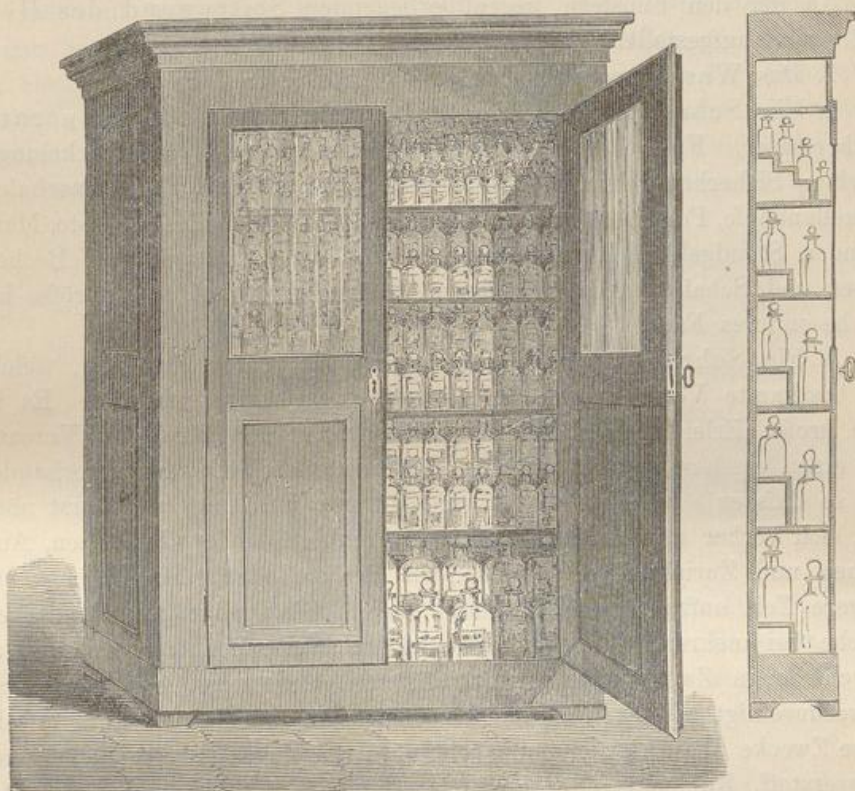


Fig. 2. Schrank für Chemikalien.

Wand des Experimentiertisches bleibt ein Raum, *o*, von 60 cm frei, damit der Tisch von allen Seiten frei umgangen werden kann. Als passende Größenverhältnisse für das Podium empfehlen sich folgende: Länge desselben gleich der des Experimentiertisches, also 5,80 m, Länge der Sitzbänke 4,60 m; an beiden Seiten bleiben also zwei Treppen zum Aufsteigen von je 60 cm Breite frei, welche mit Seitengalerien versehen sind. Höhe der Stufen des Podiums 22 cm, Breite derselben 90 cm, Breite der Bänke 32 cm, Höhe derselben 46 cm. Senkrechte Höhe der Rücklehnen, von

dem Sitze gerechnet, 60 cm; an den Rücklehnen sind 25 cm breite Bretter befestigt, welche den dahintersitzenden Schülern als Pult dienen (Fig. 5).

Die Rückwand des Podiums ist mit Schrankthüren versehen; der hinter diesen befindliche Raum unter dem Podium kann zum Aufbewahren größerer Vorratsgefäße, z. B. Kruken für Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Glasballons für destilliertes Wasser etc. benutzt werden. Die Thüren schlagen bis zum Fußboden auf, damit man die Gefäße hineinschieben kann, ohne sie zu heben.

An der den Fenstern gegenüberliegenden Seitenwand des Hörsaals sind aufgestellt:

1. Das Wassertrommelgebläse *w*.

2. Ein Schrank *f* für die gebräuchlichsten Glasapparate: Bechergläser, Fußcylinder, Krystallisationsschalen, Gasentwickelflaschen, Sicherheitsrohre, Waschflaschen, Trockentürme, Porzellanschalen, Porzellannäpfe, Porzellantiegel, größere Trichter, KIPP'sche Apparate, Maßcylinder, Standgefäße für Aräometer, Glasglocken u. dergl. Die Bechergläser und Schalen sind nach ihren Größen geordnet; jede GröÙe hat ein besonderes Fach.

3. Ein Schrank *g* zur Unterbringung derjenigen Apparate, welche für bestimmte Versuche ein für allemal zusammengesetzt sind. Es ist eine große Erleichterung für den Unterricht, wenn für jeden Versuch, der einen eigenen Apparat verlangt, dieser in allen Teilen fertig vorhanden ist, so daß er jederzeit benutzt werden kann, und man nicht erst nötig hat, sich vorher mit Korkbohren, Glasröhrenbiegen oder -Ausziehen, Ausschneiden und Zurichten einer passenden Retorte oder eines Kolbens etc. längere Zeit aufzuhalten. Allenfalls können Glas- oder Porzellansachen, welche bei mehreren Versuchen in gleicher Weise benutzt oder zwar zu verschiedenen Zwecken gebraucht, aber dabei nicht gefährdet und nicht so verunreinigt werden, daß sie schwer wieder zu reinigen sind, für alle diese Zwecke einmal vorhanden sein, z. B. Flaschen zur Entwicklung von Wasserstoff, Kohlensäure, Chlor, schweflige Säure, salpetrige Säure etc., Porzellanschalen und Bechergläser zur Auflösung und Krystallisation von Salzen, Fußcylinder zum Auffangen von Gasen etc. Alles andere aber, was zu irgend einem bestimmten Versuche eine bestimmte Zurichtung verlangt, muß auch für diesen bestimmt vorhanden sein und aufbewahrt werden, z. B. eine Retorte und Vorlage nebst Gasableitung zur Sauerstoffentwicklung aus Quecksilberoxyd, ein Tiegel zum Schmelzen von Schwefel, eine Retorte zur Destillation, eine andere zur Sublimation des Schwefels, ein Apparat zur Darstellung von Flußsäure etc. (Man vergleiche die tabellarische Zusammenstellung am Schlusse dieses Werkes.) Wird hierdurch auch der chemische Apparat um etwas verteuert, so

können doch Sparsamkeitsrücksichten allein nicht maßgebend sein; denn da die Unterrichtszeit für Chemie in Schulen immer knapp zugemessen, und überdies das Mißgeschick selbst bei großer Gewandtheit des Vortragenden nie ganz zu bannen ist, so würde man die Arbeit nur unnütz erschweren und den Erfolg beeinträchtigen, wollte man das weniger gute Werkzeug dem vollkommeneren aus nebensächlichen Gründen vorziehen. (Hiermit ist nun freilich nicht ausgeschlossen, daß unter Umständen, welche nötigen, das Ziel des Unterrichtes niedriger zu stellen, der Apparat sich auch dementsprechend wesentlich vereinfachen lasse; allein trotz alledem muß Obiges maßgebend bleiben, wenn man den jedesmaligen Anforderungen am besten genügen will.) Solche Apparate müssen nach dem Gebrauche sofort gereinigt und, wenn sie defekt geworden sind, wieder hergestellt werden. Ist letzteres nicht gleich ausführbar, so sind die fehlenden Stücke im Defektbuche zu notieren. Jeder Apparat bekommt eine Nummer,

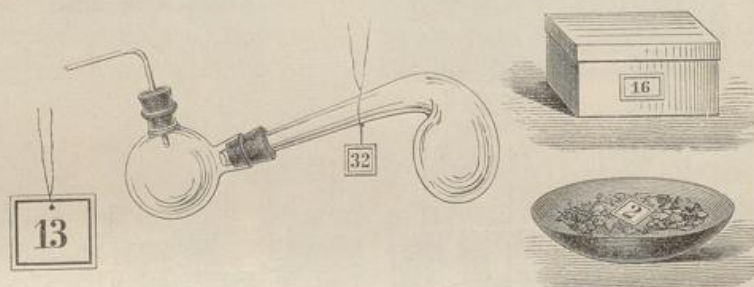


Fig. 3. Numerierte Apparate.

welche den Versuchsnummern des Lehrbuches entspricht. Die Nummern sind entweder auf Pappstückchen geklebt und werden an die betreffenden Apparate angebunden, bzw. hineingelegt oder, wenn man den Apparat in einem verschlossenen Pappkästchen aufbewahrt, äußerlich daran geklebt (Fig. 3).

4. Ein Schrank *h* für die Sammlung von Drogen und Chemikalien.

5. Ein Waschapparat und Ausguß *i* zum Reinigen der Gefäße und Weggießen der verbrauchten Flüssigkeiten. Der Wasserhahn über demselben muß so hoch angebracht sein, daß die größten Fußcylinder darunter Platz haben. Zur Aufnahme von festen Rückständen dient ein daneben stehender großer Topf aus Steinzeug, welcher zeitweilig auf dem Hofe geleert und gereinigt wird.

6. Die großen Standgasometer *K, K* (Fig. 1). Sie sind mit einem vierbeinigen Holzgestell umgeben, auf dem ein abnehmbares Tischblatt liegt. Letzteres ist mit Asphaltlack angestrichen und wird zum Wegsetzen der Gefäße benutzt, welche zu reinigen sind.

Die Rückwand. An der Wand hinter dem Podium steht auf einem Tische:

7. Das Waschbrett *l*, auf dem die gereinigten Gefäße zum Trocknen aufgestellt werden. Es besteht aus einem Zinkkasten mit durchlöcher-

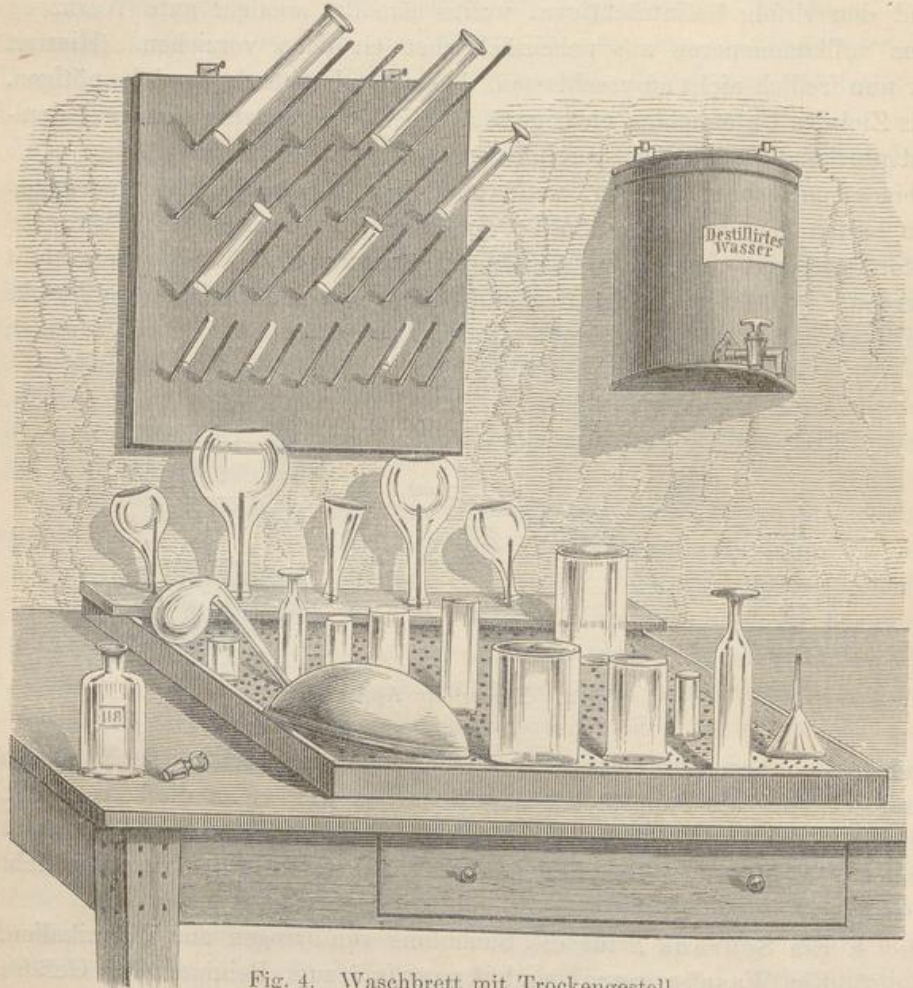


Fig. 4. Waschbrett mit Trockengestell.

Deckel (Fig. 4) und hinten mit einem Brett, auf welchem mehrere senkrechte Holzstäbe sind. Bechergläser, Kelchgläser, Porzellanschalen, Trichter, werden auf das Waschbrett, Kolben auf die senkrechten Stäbe gesetzt, damit die Flüssigkeit aus ihnen gut abläuft und sich nicht im Bauche sammelt. Für das Trocknen von großen und kleinen Fußcylindern ist außerdem noch ein mit schrägen Stäben besetztes Trockenbrett an der Wand angebracht. Den Raum neben diesem benutzt man passend zum Aufhängen eines Vorratsgefäßes für das destillierte Wasser.

8. An der Wand hinter dem Podium kann ferner ein kupferner Trockenschrank oder ein Tisch als Untersatz für ein Luftbad angebracht werden, für dessen Heizung eine Gasröhre an der Wand herabzuführen ist.

Da der Hörsaal der Leipziger Handelslehranstalt auch für den Unterricht in der Warenkunde benutzt wird, so wird die objektive Darstellung mikroskopischer Bilder nötig. Hierzu dient:

9. Ein großes Projektionsmikroskop, zu dessen Aufstellung der Mittelraum der Wand hinter den Sitzbänken benutzt wird. Zu diesem Zweck ist ein Podium *M* von 1,3 m Höhe mit Treppenaufgang *T* und Galerie *g, g* errichtet (Fig. 1 S. 4 und Fig. 5 S. 9). Zum Aufstellen des

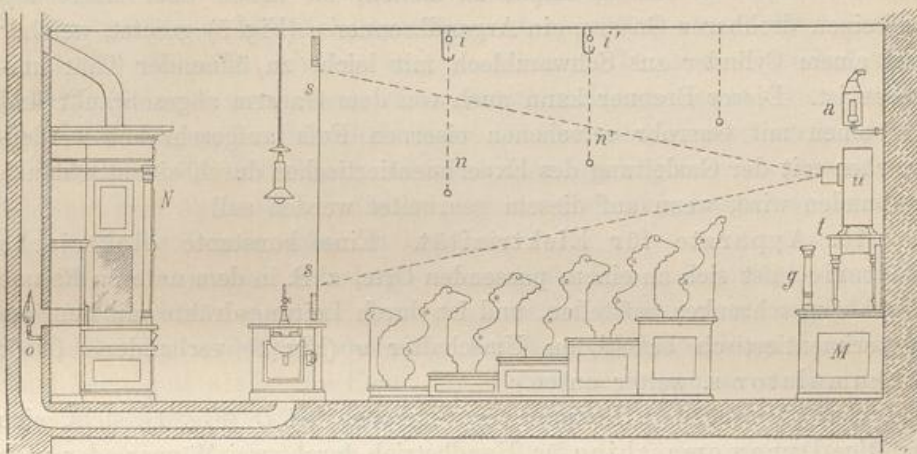


Fig. 5. Hörsaal, senkrechter Längsschnitt.

Mikroskops *u* dient ein auf dem Podium stehender Tisch *t*, und zur Beleuchtung eine LINNEMANN'sche Zirkonlampe, welche durch zwei von den Gasometern hergeführte Röhren mit an der Wand befestigten Hähnen gespeist wird (oder eine elektrische Bogenlampe). Die Bilder werden über die Köpfe der Schüler hinweg auf einen Schirm *s, s* projiziert, welcher aus einem 2 m hohen, 2,5 m langen, mit Zeichenpapier überspanntem Holzrahmen hergestellt ist. Er ist auf zwei starken, auf einem Fußgestell stehenden Latten auf- und abschiebbar und transportabel. Man kann ihn auch zwischen den Bänken aufstellen, wenn man hellere Bilder mit weniger starker Vergrößerung haben will. Auch ist er für die objektive Darstellung von Spektralversuchen mittels der LINNEMANN'schen Lampe oder durch elektrisches Bogenlicht zu benutzen und wird dann passend zur linken Seite des Experimentiertisches in der durch die Linie *D E* (Fig. 1) angedeuteten Lage aufgestellt, während man die Versuche auf dem Experimentiertisch ausführt.

Verzichtet man darauf, den Schirm transportabel zu machen, so ist es bequemer, einen Rollvorhang von $2\frac{1}{4}$ m breitem Shirting anzuwenden, welchen man in zwei Haken, die in der Decke befestigt sind, einhängt.

Damit die Träger der mittleren Gaslampen n und n' (Fig. 5) über den Sitzbänken beim Projizieren der Bilder vom Podium nach dem Experimentiertisch hin nicht stören, sind diese nahe an der Decke in Kugelgelenken i und i' beweglich und können während der Versuche mittels einer an einem Stabe befestigten Gabel in horizontale Lage gebracht und in an der Decke befestigte Haken eingehenkt werden. Selbstverständlich sind die Fenster des Hörsaales mit Verdunkelungsvorrichtungen versehen. Um beim Auswechseln der Bilder rasch Licht zu haben, ohne den Verdunkelungsvorhang empor zu ziehen, ist neben dem Mikroskop auf einen drehbaren Gasarm ein Argandbrenner a (Fig. 5) gesetzt, welcher mit einem Cylinder aus Schwarzblech mit leicht zu öffnender Thür umgeben ist. Dieser Brenner kann auch von dem Gasarm abgeschraubt und auf einen mit Gasrohr versehenen eisernen Fuß aufgeschraubt werden, welcher mit der Gasleitung des Experimentiertisches durch einen Schlauch verbunden wird, wenn auf diesem gearbeitet werden soll.

10. Apparate für Elektrizität. Eine konstante elektrische Batterie läßt sich an einem passenden Orte, z. B. in dem unteren Raume des Abzugsschranks aufstellen, und ist durch Leitungsdrähte mit dem am Experimentiertisch befestigten Umschalter u (Fig. 6) verbunden. (Über Akkumulator s. weiter unten.)

Seitlich von dem Podium der Sitzbänke bei Q (Fig. 1) steht eine kräftige Dynamomaschine für Handbetrieb durch zwei Männer oder auch für Maschinenbetrieb durch einen $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ pferdigen Gas- oder Elektromotor. Sie liefert Ströme bis 50 Volt und 18 Ampère. Ihre Polklemmen sind dauernd mit zwei Leitungsdrähten verbunden, welche unterhalb des Gestells der Maschine an zwei starke kupferne Schienen angeschraubt sind, die zu den in einem Kanal unter dem Fußboden liegenden 2 mm starken, mit Guttapercha überzogenen Leitungsdrähten führen, welche zu den hierfür bestimmten Klemmen des Experimentiertisches geführt und mit denselben verlötet sind. Die Dynamomaschine besteht aus einem festen eisernen Gestell, welches die Triebräder trägt, einem starken Tischblatt aus Holz und der eigentlichen, mit starken Schrauben auf dem Tischblatt zu befestigenden Maschine. Sie kann, wenn sie außer Gebrauch gesetzt werden soll, leicht abgenommen und in einem Kasten verschlossen werden, in welchem sie im physikalischen Kabinett ihre Aufbewahrung findet.

11. Kanäle für Wasser- und Gasleitung und elektrische Leitungsdrähte. Unter dem Fußboden des Hörsaals sind mit Holz ausgekleidete Kanäle x x (Fig. 1) angebracht, in welchen die Gas- und

Wasserleitungsröhren, die Bleiröhren für Sauerstoff und Leuchtgas von den Gasometern und für Luft von dem Wassertrommelgebläse, die Leitungsdrähte von der Dynamomaschine, die Röhren für die Tischventilation und die Leitungsdrähte von den konstanten elektrischen Batterien (oder dem Akkumulator) liegen. Die Gas- und Wasserröhren treten bei v ein; erstere verzweigen sich in Kanälen z, z, z (Fig. 1) nach dem Abzugsschrank und nach dem Experimentiertisch, wo sie in der weiter unten beschriebenen Weise weitergeführt sind; letztere führen in denselben Kanälen eben dahin und außerdem durch die Kanäle p und q zum Waschapparat und zu den Gasometern. Die Kanäle sind mit gut schließenden aufschraubbaren Pfosten bedeckt, welche nach dem Lösen der Schrauben in Stücken von circa $1\frac{1}{2}$ m Länge, wenn nötig, herausgehoben werden können.

In der Nähe der Eintrittsstelle v ist ein Stück dieser Deckpfosten mit einem Charnier versehen und in einen aufklappbaren Deckel verwandelt, welchen man durch einen Einsteckschlüssel leicht heben kann. Unter ihm liegen die Haupthähne für die Gas- und Wasserleitung.

Gestattet die Örtlichkeit nicht, die hier beschriebene Anordnung der Schränke und Apparate einzuhalten, so dürfte es doch ratsam sein, wenigstens folgende Regeln dabei zu beachten:

Der Abzug muß unbedingt seinen Platz hinter dem Experimentiertisch beibehalten und so gelegen sein, daß die Schüler einen vollen Überblick über den Innenraum desselben haben. Befindet sich an der Rückwand keine gut ziehende Esse, mit welcher er verbunden werden kann, so muß wenigstens dafür Sorge getragen werden, daß die aus ihm abzuleitenden Gase ihren Abweg durch ein Thonrohr finden, welches durch die Decke des Zimmers geführt ist und sich weiter oben in ein Rohr von verbleitem Eisenblech fortsetzen kann; es muß unbedingt bis über das Dach hinausgeführt und dort mit einer Ventilationskappe versehen werden, welche höher gelegen ist, als die Dachfirsten aller umliegenden Gebäude. Ist eine Geradeführung des ganzen Rohres auf diesem Wege nicht möglich, so sollen bei den Wendungen wenigstens die scharfen Ecken vermieden, auch das Rohr streckenweise womöglich nicht horizontal, sondern schräg nach oben geführt werden. Endlich darf sich das Rohr an keiner Stelle verengern, sondern soll im Gegenteil nach oben allmählich erweitert werden. Diese Anordnungen sind durchaus nötig, wenn der Abzug seine Dienste als ein solcher wirklich in zuverlässiger Weise leisten und nicht umgekehrt als ein Zuzug wirken soll, der bei ungünstigen Witterungsverhältnissen die Gase aus dem Hörsaale nicht ableitet, sondern in denselben zurückführt.

Dasselbe gilt von dem Rohre, welches mit der Ventilationsöffnung des Experimentiertisches verbunden ist. Wenn hierfür keine

besondere Esse vorhanden ist, so führt man in dem toten Raum *o* hinter dem Abzugsschrank, der, wie erwähnt, 35 cm von der Rückwand absteht, ein Thonrohr parallel mit dem anderen bis über das Dach, doch dürfen beide Rohre nicht allzu dicht nebeneinander liegen, damit die Abzugskappen sich nicht stören. Im Notfalle können oberhalb des Abzugsschranks beide Rohre zu einem weiteren mit doppeltem Querschnitt vereinigt werden, in welchem Falle an der Verbindungsstelle eine Klappe anzubringen ist, der man von unten her durch eine Zugvorrichtung drei verschiedene Stellungen geben kann: 1. Abschluß des Rohres vom Abzug, 2. Abschluß des Rohres vom Tisch und 3. Öffnung beider Röhren. Doch möchte ich diese Einrichtung nur als Notbehelf empfehlen.

In den unteren Teilen der Rohre sind Gasbrenner, *o* (Fig. 5), mit weiter Öffnung angebracht, um während des Arbeitens Lockflammen darin zu entzünden, welche den Zug beschleunigen.

Bei der Wichtigkeit, welche auf die zweckmäßige Ausführung dieser Einrichtungen zu legen ist, dürfte es geraten sein, daß der Lehrer die Anordnung und Überwachung derselben beim Bau selbst übernehme, da die bauführenden Techniker mit den Anforderungen einer guten Ventilation für Räume, in denen chemisch gearbeitet wird, meist nicht genügend vertraut sind.

Als weitere Regel, welche bei der Aufstellung der Schränke und Apparate im chemischen Hörsaal zu beachten ist, muß gelten, daß die Chemikalien dem Experimentator so nahe wie möglich zur Hand sind. Deshalb empfiehlt es sich am meisten, die Chemikalienschränke, wenn es irgend angeht, an der Rückwand unmittelbar neben dem Abzugsschrank auf beiden Seiten desselben aufzustellen (wie in Fig. 1: *c*, *d* und *e*). An der einen Seitenwand finden dann die Schränke für Glas- und Porzellanapparate und die Gasometer Platz und der Raum zwischen den Fenstern kann für schmälere Regale zum Wegsetzen von Lampen, Glühöfen, Holzklötzchen, eisernen Schalen u. dergl. benutzt werden.

Die Röhren für die Gas- und Wasserleitung müssen unmittelbar vom Hauptrohre der StraÙe, nicht von der Gas-, bezw. Wasserleitung des Hauses, abzweigen, genügend weit sein, direkt bis in den Hörsaal geführt und hier mit Haupthähnen versehen werden. Von hier aus gehen Abzweigungen zum Experimentiertisch und zum Abzugsschrank, von der Wasserleitung auch noch zu den Gasometern und zum Wassertrommelgebläse in den Kanälen unter dem Fußboden, in denen auch die Bleirohre für den Wasserablauf, sowie die bleiernen Gasleitungsröhren von den Gasometern und vom Wassertrommelgebläse und endlich die elektrischen Leitungsdrähte Platz finden. Die Kanäle müssen, wie oben bereits gesagt wurde, geöffnet werden können, dürfen deshalb nicht fest verdielt,

sondern müssen mit starken, abnehmbaren Pfosten bedeckt sein. Dafs beim Legen der Röhren, namentlich der für die Gasleitung dienenden, besondere Sorgfalt auf Dichtung und vorgängige Prüfung auf starken Druck mittels der Luftpumpe und des Quecksilbermanometers Bedacht genommen werden muß, bedarf wohl nur der Erwähnung.

EXPERIMENTIERTISCH.

Der Experimentiertisch (Fig. 6 Vorderansicht, Fig. 7 obere Ansicht des Tischblattes) ist 5,80 m lang und 0,95 m hoch; er ist ganz aus Eichenholz gearbeitet und das Tischblatt eine dreifach gut verleimte Eichenholzplatte von 4 cm Dicke: die mittlere Platte mit längs, die obere und untere mit quer gerichteten Holzfasern. Sie kann sich infolgedessen weder nach oben noch nach unten werfen. An der dem Experimentator zugekehrten (vorderen) Seite hat das Tischblatt eine Ausziehplatte von 60 cm Länge und 60 cm Breite für die pneumatische Wanne *V* und dicht daneben einen Ausschnitt *v* von 16 cm Länge und 15 cm Breite für das Ventilationsrohr. Unter dem Tischblatt ist seiner ganzen Länge und Breite nach ein freier offener Raum von 8 cm Höhe gelassen, welcher an der Vorderseite durch ein herausnehmbares Brett verschlossen ist. In diesem Raume verzweigen sich die zu den Brennern führenden Gasröhren.

Gasleitung. Das Gasrohr (2 cm weit) steigt innerhalb des Tisches an der linken vorderen Kante desselben auf bis zum Tischblatt und geht dann unterhalb des letzteren dicht hinter dem herausnehmbaren Brett der ganzen Länge des Tisches entlang. An sechs verschiedenen Stellen sind unterhalb des Tischblattes vor dem herausnehmbaren Brett Hähne angebracht, von denen die oben erwähnten Gasröhren unterhalb des Tischblattes abzweigen und in die an der hinteren Kante des Tisches hervortretenden Hähne endigen. Vier dieser Hähne, *a*, *b*, *c*, *d*, sind für die gewöhnlichen Lampen bestimmt, die Mündungsöffnung ihrer Schlauchstücke beträgt 5 mm. Zwei andere Hähne, *e* und *f*, endigen in zwei weiteren Schlauchstücken von 8 mm Öffnung. Die Schlauchstücke *a*, *b*, *c*, *d* sind drehbar, gestatten also die Anlegung eines Gummischlauchs nach jeder Richtung. Die Schlauchstücke *e* und *f* dagegen sind fest. Hierdurch wird manche Bequemlichkeit erreicht: man kann nach Anlegung der Gaschläuche die Lampen nach jedem Orte des Tisches schieben, ohne die Schläuche zu knicken, und die Flammen von vorn aus regulieren, ohne

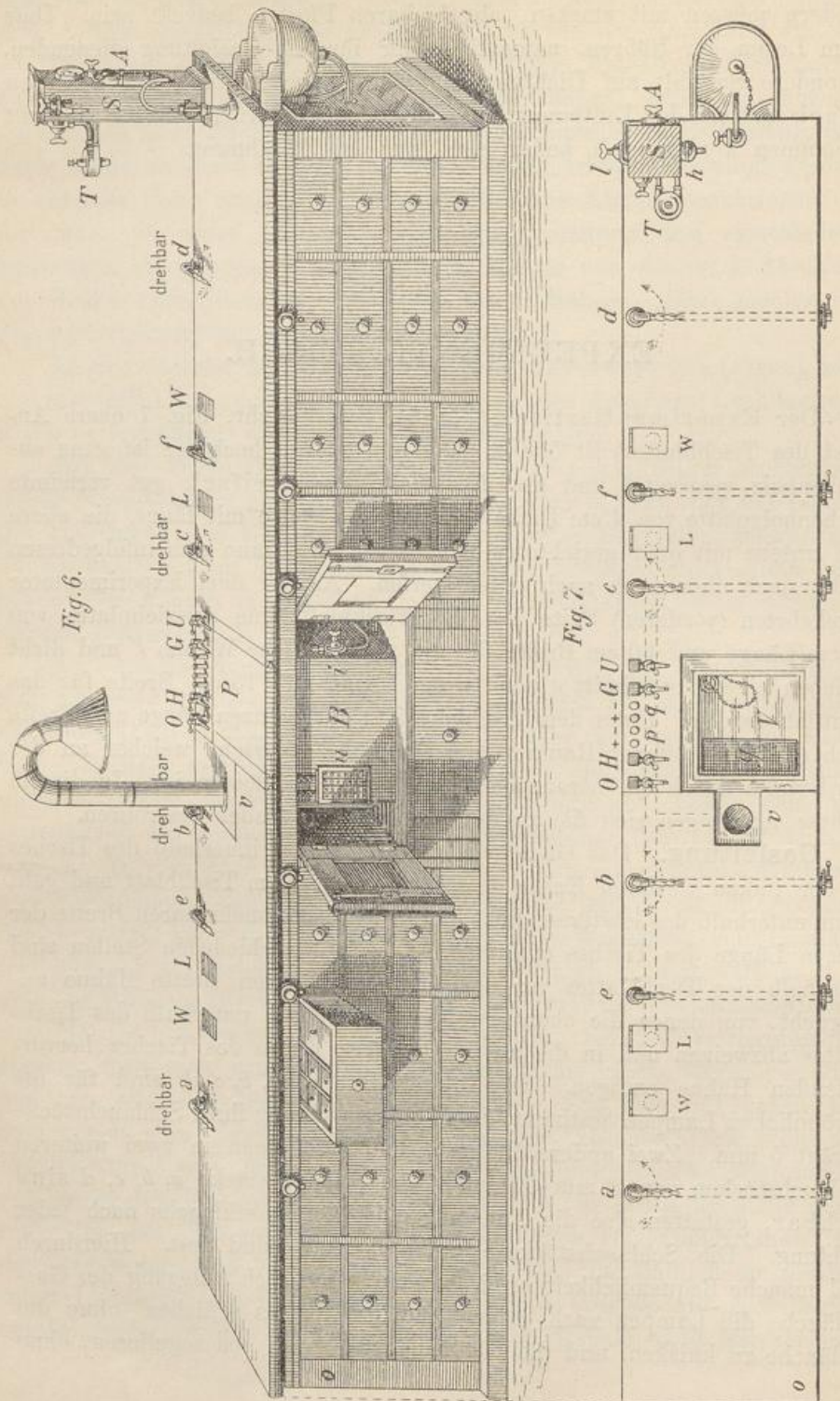


Fig. 6 u. 7. Experimentiertisch.

über den Tisch zu greifen. Die Bohrung der Hähne ist so bewirkt, daß, wenn die Wirbel derselben nach oben stehen, der Hahn geöffnet, und wenn sie nach unten stehen, geschlossen ist. Man hat also zwischen Öffnung und Schluß $\frac{1}{2}$ Umdrehung, wodurch selbst bei sehr weiter Durchbohrung der Hähne ein dichter Schluß ermöglicht ist. In dem aufsteigenden Teile des Gasrohres an der linken Tischkante ist bei *o* außerdem noch ein Haupthahn für die Tischleitung mit abziehbarem Schlüssel angebracht, welcher jedesmal nach Beendigung des Unterrichtes abzuschließen ist.

Wasserleitung. Die Wasserzu- und -ableitungsröhren liegen an der Rückwand des Tisches innerhalb desselben in einem 10 cm breiten senkrechten Raum zwischen letzterer und der hinteren Seite der Kästen, welcher Raum für diese Leitungen freigelassen ist. Die Zuleitungsröhren führen zur pneumatischen Wanne und zu der auf der rechten hinteren Ecke des Tischblattes aufgerichteten vierkantigen Säule *S*.

Diese Säule *S* trägt an ihrer vorderen Fläche oben einen gewöhnlichen Wasserhahn *h* mit Schlauchstück, durch welchen man mittels Kautschukschlauches Wasser auf den Tisch leiten kann. An der zweiten rechten Fläche ist eine ARZBERGER-ZULKOWSKY'sche Luftpumpe, *A*, angebracht, deren Saugrohr unter dem Tischblatt nach dem Hahn *U* geführt ist. An der linken Seitenfläche der Säule endlich ist eine RABE'sche Turbine, *T*, befestigt. Der Abfluß aller drei Apparate geht im Innern der Säule zum Hauptabflußrohr.

Außerdem gehen von diesem Hauptabflußrohr noch zwei senkrechte Kanäle nach oben, deren Öffnungen auf dem Tischblatte mit zwei Klappen, *W*, *W*, verschließbar sind. Sie dienen dazu, um Wasser oder andere Flüssigkeiten durch Schläuche direkt vom Tische abzuleiten.

Ventilation. Das Ventilationsrohr *v* des Tisches geht, wie schon erwähnt, neben der pneumatischen Wanne senkrecht nach unten und ist unter dem Fußboden nach der Ventilationseße geführt (s. Fig. 5). Es ist aus verbleitem Eisenblech angefertigt und darf nicht weiter (eher enger) sein, als der untere Teil der Esse. Es dient zur Abführung schädlicher Gase, welche auf dem Experimentiertisch entwickelt werden, und erhält zu diesem Zwecke als abnehmbaren Aufsatz einen Rauchfang von verbleitem Eisenblech (Fig. 8), dessen Einrichtung aus der Abbildung klar ist. Soll dieser genügend wirksam sein, so ist ein besonders kräftiger Luftstrom, also gute Erwärmung der Esse, nötig, welche schon vor der Benutzung durch Anzünden der Lockflamme zu bewirken ist. Eine andere, von BUNSEN (durch HEUMANN) empfohlene Einrichtung des Rauchfangs (Fig. 9) gestattet, Gefäße, aus denen sich schädliche Dämpfe entwickeln, unmittelbar anzuhängen und überdies durch eine Öffnung von oben her

während der Operation feste oder flüssige Substanzen nachzuschütten, Gase einzuleiten u. dergl.

Ist der Ventilationskanal durch eine gut ziehende Esse sehr wirksam, so können auch Gase aus offenen Gefäßen durch ihn unmittelbar vom Tische aus abgeleitet werden; man stellt zu diesem Zwecke über die Öffnung von *v* einen etwa 30 cm weiten und 30—40 cm hohen, beiderseits offenen Glascylinder und in diesen hinein neben *v* oder mittels

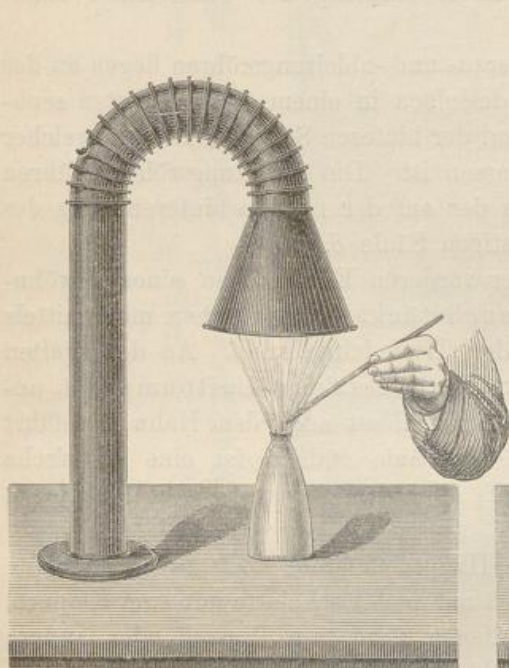


Fig. 8. Offener Rauchfang.

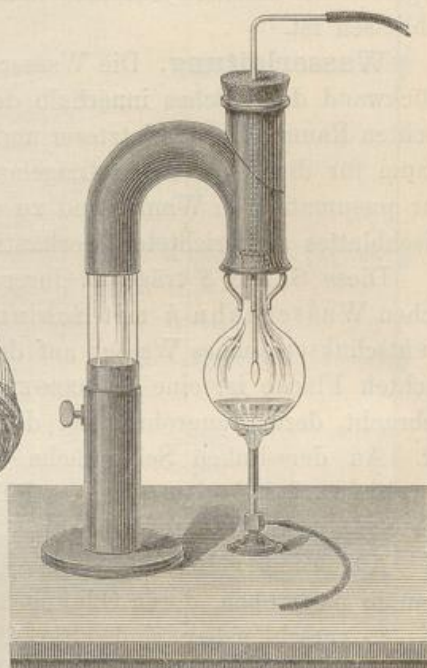


Fig. 9. Geschlossener Rauchfang.

eines Dreifußes darüber das Gefäß, dessen Dämpfe abgeführt werden sollen; der Cylinder wird oben lose bedeckt.

Zwei engere Luftkanäle, *L*, *L*, führen vom hinteren Rande des Tischblattes aus nach unten zum Ventilationsrohr *v* und sind oben für gewöhnlich mit Klappen bedeckt. Sie dienen zum Hineinhängen von Gasschläuchen, aus denen schädliche oder übelriechende Gase entströmen, behufs rascher Abführung derselben vom Tisch.

Hähne für Sauerstoff, Leuchtgas und Luft. In der Mitte des Tisches befinden sich außer den Gashähnen am hinteren Rande des Tischblattes noch vier andere Hähne, *O*, *H*, *G*, *U*. Die beiden ersteren sind mit den großen Standgasometern verbunden und dienen zur Zuführung von Sauerstoff, bezw. Wasserstoff oder Leuchtgas. Der Hahn *G* führt

zum Wassertrommelgebläse und bringt einen Luftstrom zum Betrieb der Gebläselampe und zu anderen Zwecken. Der vierte Hahn *U* steht mit der Wasserluftpumpe *A* in Verbindung und wird beim Evakuieren benutzt.

Polklemmen. Um elektrische Ströme auf den Experimentiertisch zu leiten, sind in der Mitte desselben vier Polklemmen, *p* und *q*, angebracht. Die ersteren beiden stehen durch starke Leitungsdrähte mit der Dynamomaschine in Verbindung, die letzteren beiden führen zum Umschalter *u* (Fig. 6), welcher im Innern des Tisches auf der Holzumrahmung der pneumatischen Wanne angebracht ist. Von diesem aus gehen die Leitungsdrähte unter dem Fußboden zu den konstanten galvanischen Batterien (BUNSEN-POGGENDORFF und LECLANCHÉ), welche im unteren Raume des Abzugsschranks aufgestellt sind. Die Einrichtung und Benutzung dieser Apparate ist weiter unten ausführlich beschrieben. Man kann die beiden Klemmen *p* auch noch mit zwei Leitungsdrähten verbinden, welche im Innern des Abzugsschranks auf dem Tischblatt desselben an geeigneter Stelle in zwei Polklemmen endigen, um dadurch, wenn es erwünscht ist, den Strom einer größeren BUNSEN'schen Salpetersäurebatterie auf den Experimentiertisch zu leiten (s. w. u. S. 30). Alle Polklemmen sind durch abschraubbare Kapseln bedeckt, um sie gegen die Einwirkung der Laboratoriumsdämpfe zu schützen.

Pneumatische Wanne mit Brücke. Diese ist aus Zinkblech und innen mit Bleiplatten ausgekleidet. Sie ist 50 cm lang, 45 cm breit und 65 cm tief, welche Dimensionen ausreichend sind, um selbst große Cylinder darinnen durch Untertauchen mit Wasser zu füllen. (Wenn es sich um die Entwicklung kleinerer Gasmengen handelt, pflegt man kleine pneumatische Wannen von Blech oder Glas, oder auch Krystallisationschalen mit eingelegtem Untersatz anzuwenden; s. w. u. „Gasentwicklungsapparate“.) Die Brücke *g* der pneumatischen Wanne *V* (Fig. 7) kann aus starkem, mit Asphaltlack überzogenem, verbleitem Eisenblech hergestellt werden. Sie steht mit ihren senkrecht nach unten gebogenen Enden unmittelbar auf dem Boden der Wanne und kann darin verschoben werden.

Die ganze Wanne ist mit einem gut anschließenden Holzbassin *B* (Fig. 6) umgeben und steht mit diesem auf einem starken, gut unterstützten Brette im Innern des Tisches. Dieser Raum ist an der vorderen Tischwand durch zwei mit Pasquillschloß versehenen Thüren verschließbar. Durch den frei bleibenden Raum links neben der Wanne ist das senkrechte Rohr für die Ventilation geführt und sind auch hier die Leitungsdrähte von der konstanten Batterie im Abzugsschrank bis zum Umschalter *u* gezogen. Der noch übrig bleibende Raum kann zur Aufbewahrung von Glasstäben, kleineren Fußcylindern und dergl. benutzt werden. An der rechten Seite des Holzkastens ist bei *i* der Wasserzuflußhahn für die

pneumatische Wanne angebracht, und der noch übrige Raum dient zweckmäßig zum Einsetzen von Probierglasgestellen.

Tischblatt. Das Tischblatt ist, wie schon erwähnt, 4 cm dick und ganz aus Eiche. Es muß aus gutem, astfreiem Holze gearbeitet und dreifach verleimt sein (siehe oben S. 13), damit es sich nicht wirft. Die glatte Oberfläche wird mehrmals mit heißem Leinöl getränkt und nach vollständigem Trocknen desselben abgeschliffen. Auf keinen Fall darf es mit gewöhnlichem Firnis oder Lack überstrichen werden, welcher bald durch überlaufende spirituöse Flüssigkeiten beschädigt werden, auch beim Niedersetzen warmer Glasgefäße an diese ankleben würde. Sollte es nach längerem Gebrauch sehr unansehnlich werden, so kann man es mit bestem Asphaltlack streichen lassen, welchen man mehrmals in dünner Lage aufträgt.

Es ist anzuraten, zum Schutze des Tischblattes einige Arbeitsbretter zur Verfügung zu haben, welche man beim Arbeiten unterlegt, sei es, um das Tischblatt beim Kochen oder Glühen gegen die strahlende Wärme der Lampe zu schützen, sei es, um überlaufende oder beim Zerspringen von Gefäßen ausfließende Flüssigkeiten aufzufangen. Diese Arbeitsbretter sind 65 cm im Geviert, 1¼ cm dick und aus leichtem Erlenholz gearbeitet. Sie sind aus Rahmen und Füllung zusammengestemmt, damit sie sich nicht werfen.

Die ausziehbare Platte über der pneumatischen Wanne ist in einer Nut verschiebbar und soll sehr gut eingepaßt sein, damit sie ebensowohl leicht beweglich ist, als auch möglichst dichten Schluß bewirkt. Da das Wasser in der Wanne zeitweilig stehen bleibt, muß die Platte an ihrer unteren Fläche mit Zinkblech beschlagen werden, weil sie sich sonst durch Einwirkung der Feuchtigkeit wirft und in der Nut festklemmt.

Quecksilberbrett. Arbeiten mit Quecksilber darf man nie auf dem freien Tischblatt vornehmen, sondern bedient sich dabei als Unterlage des Quecksilberbrettes, welches man über der pneumatischen Wanne nach Herausnehmen der Deckplatte einlegt. Es hat dieselbe Dicke wie letzteres, ist aber, mit Ausnahme eines 4 cm breiten Randes, in der Mitte um 1,5 cm vertieft. Quecksilber, welches beim Experimentieren überfließt, sammelt sich in der Vertiefung und läßt sich nach dem Herausnehmen des Brettes ohne Verlust in einer Schale wieder sammeln. Ein solches Brett reicht für die gewöhnlichen Arbeiten mit der Quecksilberwanne aus. Soll es zu Experimenten dienen, bei denen man eine Wanne mit Senkrohr braucht, z. B. zu den am Schluß dieses Werkes beschriebenen Versuchen über die volumetrischen Verhältnisse verschiedener Gase unter Anwendung des galvanischen Lichtbogens, so läßt es sich auch für diesen Zweck unter Benutzung des leeren Raumes der pneumatischen Wanne,

wie am genannten Orte ausgeführt ist, leicht herrichten, worauf hiermit verwiesen sei. Man erspart hierdurch die Herstellung eines besonderen Raumes am Experimentiertisch für die Quecksilberversuche.

Schubkästen. Die Schubkästen des Tisches sind 41 cm breit und 61 cm lang; ihre Tiefe beträgt in den beiden oberen Reihen 12 cm, in der dritten 14 cm und in der untersten 23 cm (alles im Lichten). Sie sind außen an der Vorderseite mit deutlich sichtbaren Nummern versehen und im Innern durch etwas niedrige Quer- und Längsscheidewände in verschiedene Abteilungen geteilt, in denen die zum Experimentieren nötigen Gerätschaften untergebracht werden, so daß man dieselben immer zur Hand hat. Diese Scheidewände sind, wie die Kästen selbst, von Eichenholz, 1 cm dick und sowohl am Boden, als auch in den Seitenwänden eingefügt und eingeleimt. Die hierdurch entstehenden Fächer sind teils offen, so daß man die darin liegenden Geräte mit einem Blicke übersieht, teils sind sie mit einem hinten durch Charnier verbundenen und vorn mit einem Knopf versehenen Deckel verschließbar, auf welchem die Namen der darin liegenden Geräte verzeichnet sind. Die Deckel werden am besten aus 2 mm starkem Eisenblech hergestellt; sie sind oben weiß lackiert mit Schrift, unten mit einem dunkleren Lack überzogen. Die Deckel der hinten befindlichen Fächer haben das Charnier nicht an der Kante ihrer hintersten Wand, sondern ein Stück weiter vor, damit man nicht genötigt ist, die Schubkästen ganz herauszuziehen. Die in der ersten Auflage dieses Werkes von mir beschriebenen Zinkeinsatzkästen haben sich wegen der Hinfälligkeit des Materials nicht als besonders zweckmäßig erwiesen, und ich möchte diese Einrichtung deshalb nicht wieder empfehlen. Bei denjenigen Fächern, welche offen bleiben, ist ihr Inhalt durch (geschriebene oder gedruckte) Etiketten bezeichnet, welche man an eine der inneren Seitenwände oder auch an beide so anklebt, daß sie nach dem Aufziehen des Kastens leicht in die Augen fallen.

Die Herrichtung der zahlreichen zur Unterbringung der Geräte und Utensilien dienenden Fächer verteuert zwar die Einrichtung des Experimentiertisches nicht unwesentlich, doch sind die Vorteile, die man dadurch gewinnt, nicht zu unterschätzen. Denn da man den Unterricht in verschiedenen Klassen zu erteilen hat und deshalb genötigt ist, mit verschiedenen Assistenten zu arbeiten, so ist ohne diese Ordnung eine Verlegung von Gerätschaften auf falsche Örter gar nicht zu umgehen, woraus manche Verdrießlichkeit erwächst. Auch sind die Gerätschaften bei dieser Einrichtung immer leicht zu kontrollieren. Ich lege deshalb eine Liste sämtlicher Fächer mit den darin enthaltenen Gerätschaften an und führe außerdem für letztere ein alphabetisch geordnetes Verzeichnis mit Angabe des Ortes, wo sie zu finden sind. Dies gilt,

nebenbei bemerkt, auch für alle übrigen Apparate, die in den Schränken des Hörsaals untergebracht sind, nicht minder auch für die Chemikalien, so daß auch jeder weniger gewandte und weniger umsichtige Gehilfe sich immer leicht zurechtfinden kann.

Geräte. An derjenigen Tischseite, von welcher das Licht kommt und auf welcher am meisten experimentiert wird, müssen die am häufigsten gebrauchten Utensilien zu finden sein; sie liegen in der obersten Kastenreihe. Die andere Seite des Tisches und die unteren Reihen nehmen die weniger oft gebrauchten Gerätschaften auf. Bei einer Länge des Tisches von 5,80 m reichen die drei obersten Reihen zur Unterbringung aller nötigen Utensilien aus, und die unterste Kastenreihe bleibt ganz zur freien Verwendung übrig. Gestattet der Raum nicht, dem Tische diese Länge zu geben, so läßt sich leicht, indem man auch diese Reihe mit benutzt, eine Anordnung finden, wodurch der Mangel an Länge ausgeglichen wird. Es ist aber auch ganz gut thunlich, fünf Kastenreihen anzubringen, indem man jede Reihe um einige Centimeter erniedrigt, wodurch dann die untere Reihe immer noch zur freien Benutzung übrig bleibt.

Die innere Einrichtung der Kästen ist auf Seite 21 (linke Tischseite) und Seite 22 (rechte Tischseite) bildlich dargestellt.

Linke Seite.

1. Kasten, ohne Einteilung: Werkzeuge, wie Hammer, große Raspeln und Feilen, Kneipzange, Handsäge, Handbeil, Stemmeisen etc.
2. Kasten, ohne Deckel:
 1. Große Glasstäbe, gerade eiserne Drähte von verschiedener Stärke mit Lichthülsen (gerade und umgebogen), Phosphorlöffel.
 2. Thermometer (in Pappkapseln).
 3. Aräometer (in Pappkapseln).
3. Kasten, mit Deckel:
 1. Drahtnetze, Asbestpappe.
 2. Pinsel, Röhrenhalter.
 3. Gerade kurze Glasröhren von 3—5 mm äußerer Weite, an der einen Seite durch Ausziehen etwas verjüngt, mit Korken.
Dieselben, von 6—8 mm äußerer Weite, mit Korken.
Dieselben, gebogen, mit Korken.
 4. Gerade kurze Glasröhren von 3—5 mm äußerer Weite, an der einen Seite verjüngt, ohne Korken.
Dieselben von 6—8 mm äußerer Weite, ohne Korken.
Dieselben gebogen, ohne Korken.
 5. Mittellange Glasröhren: a) gerade (gleichweit), an der einen Seite

Werkzeuge	Asbestpappe, Asbestpapier	Glasplatten	Grosse Glasstäbe	Lange Glasröhren	Gebogene, weite Glasröhren, T-stücke, Winkel etc.	Drahtnetze	Pipetten, ungeaicht	Leitungsdrähte etc.	Wachsstöcke, Lichte, Ausstreicher	Bindfaden, Zwirn, Seidenschnur	Handbesen, Flederwische, Fadern etc.	Elieketten	Baumwolle	Blechschalen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nägel	Schrauben	Porzellansachen	Thermometer, Ardo-meter	Lange gebogene Glasröhren	Probiergläser	Kurze Glasröhren mit Korken	Pipetten, geaicht	Leitungsdrähte etc.	Lötrohrgeschäfte	Grobe Wischtücher	Handbesen, Flederwische, Fadern etc.	Kautschuk	Kolorieren	Holzklotze
		Glasplatten, Uhrgläser	Draht, Phosphor, Licht-hälsen etc.	Lange Glasröhren	Gebogene, weite Glasröhren, T-stücke, Winkel etc.	Kurze Glasröhren ohne Kork	Pipetten, ungeaicht	Leitungsdrähte etc.	Vaseline, Talg, Schmierwachs	Drahtrollen	Handbesen, Flederwische, Fadern etc.	Kautschuk	Feine Wischtücher, Putzleder	Holzklotze

Tinte, Federn, Siegelack	Zindhölzer
Bücher	Bücher
Schlüssel	Bücher

19

Körbe	Körbe
do.	do.
do.	do.
Korkbohrer, Korkbohrer- schärfer, Korkpresse	do.

23

Retorten, schwer schmelzbar	Retorten, schwer schmelzbar
Probier- schwer	glä- ser,
	schmelz- bar

27

Grobes Löschpapier	Sandpapier
Grünes Glanzpapier, geschnittenes	Conceptpapier, Grünes Glanzpapier Filterpapier

18

Filter	Faltenfilter
Filter	Filter
Filter	Filter

22

Bürettenröhren, Blechhülsen	Bürettenröhren, Blechhülsen
Bohmische Röhren	Bohmische Röhren
Bohmische Röhren	do.

25

Quetsch- hähne	Klemmen	Horn- Cha- sachen motte
Grosse Grosse Löffel Spatel	Kleine Kleine Löffel Spatel	

17

Kurze Kautschukschläuche	Kurze Kautschukschläuche
Kasten für feine Geräte	Kasten für feine Geräte

21

Retorten, untubuliert	Retorten, untubuliert
-----------------------	-----------------------

25

Flach-, Rund-, Boiss- Zange putzer	Kleine Federn Röh- ren- Bohrer	Kork- zieher, Bohrer	Schraubenzieh- er
Tiegel- zangen, Pin- cetten	Messere, Schere	Feilen Feilen △ ○	Meissel, Feilen

15

Handwage, Gewichte	Handwage, Gewichte
Kasten für feine Geräte	Kasten für feine Geräte

20

Retorten, tubuliert	Retorten, tubuliert
---------------------	---------------------

24

verjüngt, bzw. zu einer Spitze ausgezogen; b) an der einen Seite rechtwinklig, spitzwinklig oder stumpfwinklig umgebogen.

4. Kasten, mit Deckeln:
 1. Wachsstücke, Lichte, Ausstreicher für Gasbrenner.
 2. Vaseline, Talg und Schmierwachs.
 3. Lötrohrgeräte: ein gewöhnliches Lötrohr, ein Gaslötrohr mit angesetztem Schlauch und eingestecktem Glasröhrenstück zur Verbindung mit dem Gaslampenschlauch, eine Kohlensäge, ein Kohlenbohrer, ein DANIELL'scher Hahn.
 4. Lötrohrkohlen, Retortenkohle.
 5. Späne und Sprengkohlen.
5. Kasten, mit Deckeln:
 1. Etiketten.
 2. Kautschukstöpsel.
 3. Kautschukallongen, Platten und T-Stücke von Kautschuk.
 4. u. 5. Platingerätschaften, Silbertiegel.
6. Kasten, ohne Deckel:
 1. Asbestpappe, Asbestpapier.
 2. Nägel von verschiedener Länge in einem besonderen herausnehmbaren Kasten.
 3. Schrauben in einem besonderen herausnehmbaren Kasten.
7. Kasten, ohne Deckel:
 1. Längere gerade Glasröhren, eng und weit, offen und zu Spitzen ausgezogen.
 2. Längere Glasröhren, gebogen.
8. Kasten, ohne Deckel:
 1. Pipetten, geaicht.
 2. Pipetten, nicht geaicht.
9. Kasten, mit Deckeln:
 1. Bindfaden, Zwirn, Seidenschnur.
 2. Kupfer- und Eisendraht auf Rollen.
 3. Grobe Wischtücher.
10. Kasten, mit Deckeln:
 1. Baumwolle.
 2. Werg.
 3. Kolatorien.
 4. Feine Wischtücher, weiches Putzleder, beide nur zum Putzen von Glas und Metallsachen.
11. Kasten, ohne Deckel:
 1. Quecksilberwanne, Porzellantiegel, Porzellanschiffchen und kleine Porzellanschälchen.

2. Kleinere runde Glasplatten mit Ausschnitt.
3. Kleinere runde Glasplatten ohne Ausschnitt.
4. Mattgeschliffene Glastafeln.
5. Größere runde Glasplatten ohne Ausschnitt, Uhrgläser.
12. Kasten, ohne Deckel:
 1. Gebogene weite Glasröhren, T-Stücke, Winkel etc.
 - 2., 3. u. 4. Probiergläser, Vorrat.
13. Kasten, ohne Einteilung: Leitungsdrähte für elektrische Versuche.
14. Kasten: Handbesen, Flederwische, ausgerissene Gänsefedern zum Reinigen und Auswaschen von Röhren.
15. Kasten, ohne Deckel:
 1. Blechschalen.
 2. Holzklötze.

Rechte Seite.

16. Kasten, mit Deckeln:
 1. Flachzange, Rundzange und Beifszange.
 2. Taubenfedern und Röhrenputzer.
 3. Bohrer und Korkzieher.
 4. Meißel und Schraubenzieher.
 5. Tiegelzangen und Pincetten.
 6. Messer und Scheren.
 7. Dreikantige Feilen und Glasmesser.
 8. Runde Feilen.
17. Kasten, mit Deckeln:
 1. Quetschhähne.
 2. Klemmen.
 3. Große Löffel.
 4. Große Spatel.
 5. Hornsachen: Messer, Blätter, Kapsulaturen.
 6. Chamotteuntersetzer.
 7. Kleine Löffel.
 8. Kleine Spatel.
18. Kasten, ohne Deckel:
 1. Grobes, weiches Löschpapier zum Reinigen von Glassachen.
 2. Sandpapier.
 3. Grünes Glanzpapier in Quart geschnitten.
 4. Grünes Glanzpapier in Oktav geschnitten.
 5. Konzeptpapier und grünes Glanzpapier in Bogen.
 6. Filtrierpapier in Bogen.
19. Kasten, ohne Deckel:
 1. Tinte, Federn, Siegelack etc.

2. Zündhölzer.
3. u. 4. Bücher.
5. Schlüssel.
6. Bücher.
20. Kasten, ohne Deckel:
 1. Handwage, Gewichte.
 2. Einsatzkasten für feine Geräte.
21. Kasten, ohne Deckel:
 1. Kurze Kautschukschläuche.
 2. Einsatzkasten für feine Geräte.
22. Kasten, mit Deckel:
 1. Runde Filter.
 2. Faltenfilter.
 3. bis 7. Runde Filter verschiedener Größe.
23. Kasten, ohne Deckel:
 1. bis 8. Korke verschiedener Größe.
 9. Korkbohrer, Korkbohrschärfer, Korkpresse.
24. Kasten, ohne Einteilung und Deckel: Retorten, tubuliert.
25. Kasten, ohne Einteilung und Deckel: Retorten, untubuliert.
26. Kasten, ohne Deckel:
 1. Lange Bürettenröhren, ungeaicht; halbcylindrische Blechhülsen von verschiedener Weite und Länge zum Einführen von Pulvern in Röhren, und als Unterlage für Glasröhren beim Glühen.
 2. Längere böhmische Röhren.
 3. u. 4. Kürzere böhmische Röhren.

27. Kasten:

1. Retorten, böhmisch.
- 2., 3. u. 4. Probierröhrchen, böhmisch.

Die Kästen der unteren Reihe bleiben frei für: Größere Retorten, Kugelvorgänger, Kolbenvorgänger, Vorstöße etc.

Der Kasten unter der pneumatischen Wanne ist für zerbrochenes Glas und Porzellan bestimmt.

Die Einsatzkästen für feinere Geräte im 20. und 21. Kasten dienen zum Aufbewahren metallener Geräte, welche, wenn sie in den Kästen offen liegen, sehr bald durch Rosten verderben würden. Sie werden deshalb in diesen Einsatzkästen untergebracht, von denen Fig. 10 eine äußere Ansicht, Fig. 11 einen Längsdurchschnitt giebt. Diese Kästen sind aus hartem Holze sorgfältig gearbeitet und dürfen keine Fugen haben; der Deckel ist durch ein Charnier befestigt; er ist wie der Kasten mit einem breiten Rande versehen, deren Flächen mit Flanell beschlagen sind. Drei Ösen sind auf dem Kastenrand befestigt und gehen durch ent-

sprechende Löcher des Deckels, wenn dieser zugeklappt wird. Drei dazu gehörige Haken sind auf der Oberfläche des Deckels angebracht und können durch längere Hebelarme scharf angezogen werden. Sie greifen in die Ösen ein und pressen den Deckel fest auf. Dieser Verschluss hält sehr dicht und ist leicht zu öffnen. Man bewahrt in den Kästen: mehrere feine kleinere Scheren, eine Papierschere, ein gutes scharfes Messer zum Korkschneiden

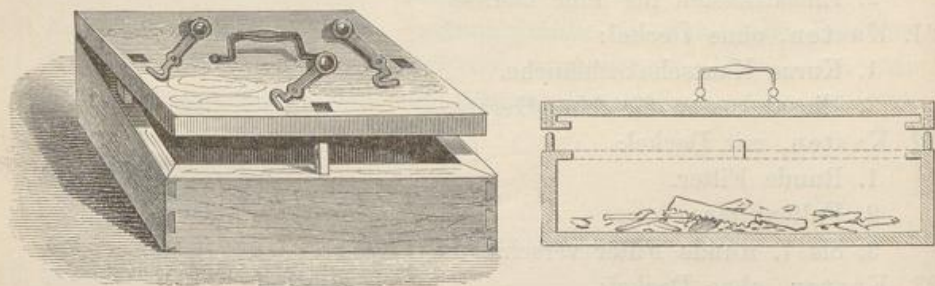


Fig. 10–11. Kasten für feinere Metallgeräte.

und anderen Zwecken, mehrere Pincetten, eine Tiegelzange mit Platin-kappen, einen stählernen mineralogischen Ambos, denselben noch besonders in einem Holzkasten verschlossen, einen Stahlhammer, polierte Metallbleche, überhaupt alle besseren Metallgeräte, welche blank erhalten werden müssen.

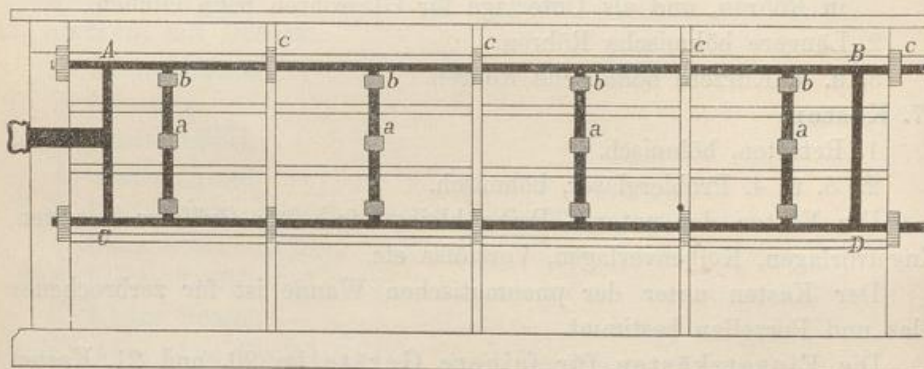


Fig. 12. Kastenverschluss, rechte Seite, geschlossen.

Kastenverschluss. Der Experimentiertisch ist mit einer Vorrichtung versehen, durch welche sämtliche Kästen, wenigstens die der drei oberen Reihen, durch einen Griff auf einmal verschlossen werden können. Diese Einrichtung ergibt sich aus der Skizze in Figur 12 und 13. An der Rückwand der Kästen innerhalb des Experimentiertisches sind breite Holzleisten, die zugleich als Schlagleisten für die Kästen dienen, ange-

bracht; auf ihnen läßt sich in den Führungen *c, c, c, c* ein eiserner Rahmen *ABCD* durch einen aus der Seitenwand des Experimentiertisches herausragenden Griff um 2—3 cm hin- und herschieben. Eiserne Querschienen, *a, a, a, a*, verbinden die Seitenschienen dieses Rahmens. Die Kästen sind an ihrer Rückwand mit eisernen Haken, *b, b, b, b*, versehen, welche so gestellt sind, daß beim Einschieben des Rahmens die Querschienen unter die Haken greifen und dadurch diese festhalten, so daß die Kästen nicht herausgezogen werden können. Durch ein Schloß an der äußeren Seitenwand des Tisches kann der Rahmen in dieser Stellung festgehalten werden. Sollen die Kästen frei gemacht werden, so zieht man nach dem Öffnen des Schlosses den Rahmen an seiner Handhabe heraus.

ABZUG.

In dem Abzug für schädliche Gase, dem Digestorium oder der Nische, auch Abzugsschrank oder Abzugskapelle genannt (Fig. 14 vordere Ansicht, Fig. 15 senkrechter Durchschnitt), werden alle

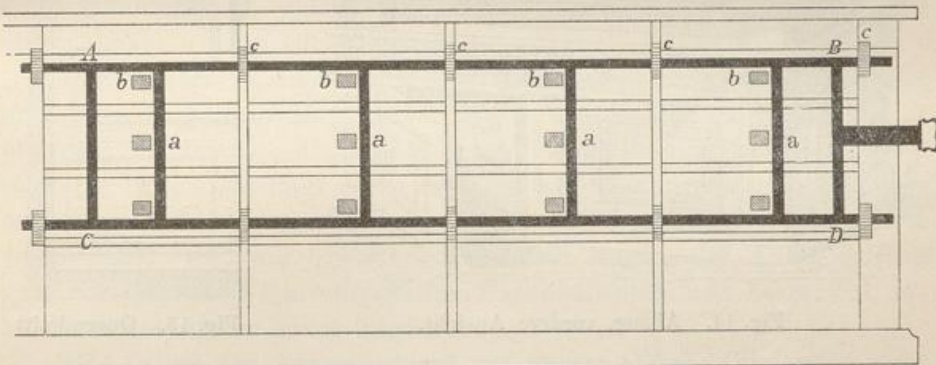


Fig. 13. Kastenverschluss, linke Seite, geöffnet.

diejenigen Operationen vorgenommen, bei denen sich größere Mengen übelriechender oder gesundheitsgefährlicher Gase entwickeln. Er besteht aus einem allseitig verschließbaren Raum, durch dessen dachförmige Decke ein Rohr, *a*, in die Zugesse *b* (Fig. 1) führt. Zur Erzeugung eines kräftigen Luftstroms muß im unteren Teile dieses Rohrs eine nicht zu kleine Lockflamme, *e*, brennen. Für diese, sowie für einen festen weiteren

Schlauchhahn, *b*, und zwei drehbare (von denen in der Figur nur einer, *c*, sichtbar ist) auf dem Tischblatt des Arbeitsraums ist ein Gasleitungsrohr vom Hauptrohr unter dem Faßboden abgezweigt, welches in dem Kanal *z* (Fig. 1) liegt. Es ist im Innenraum des Abzugsschranks unter dem einen Schubkasten desselben hingeführt und verzweigt sich dort dicht hinter der Vorderwand des Schrankes in fünf Gasröhren von gewöhnlicher

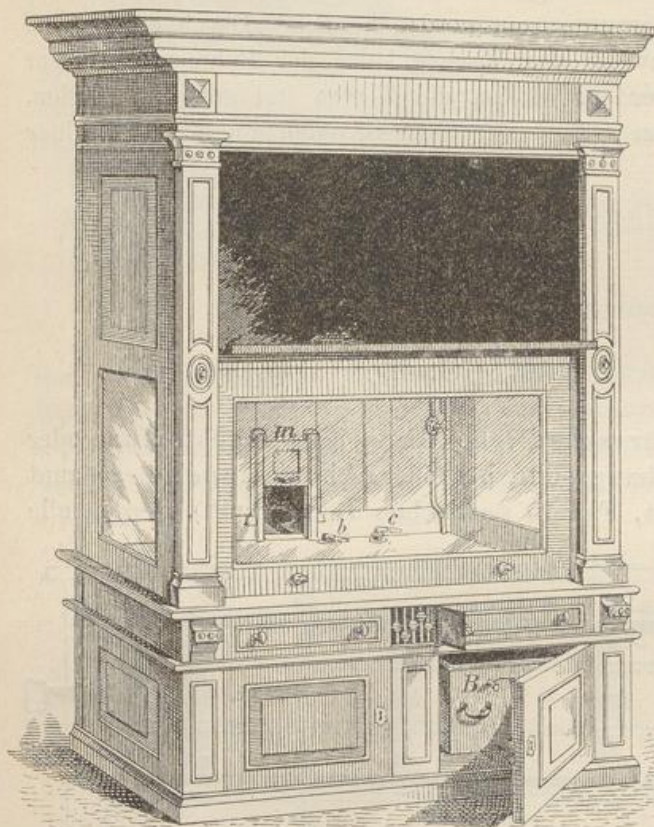


Fig. 14. Abzug, vordere Ansicht.

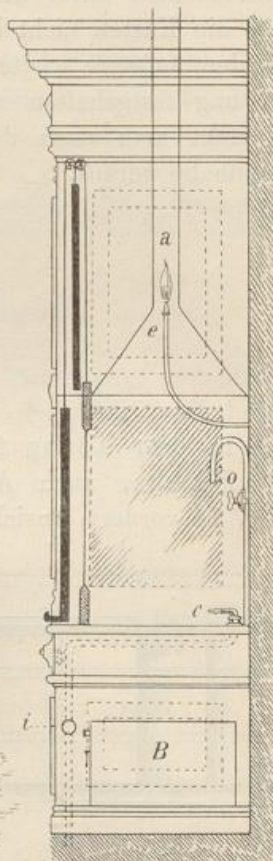


Fig. 15. Querschnitt.

Weite; diese sind mit Gashähnen versehen, welche durch ein an der Vorderwand befindliches Thürrchen (in der Figur 14 geöffnet) zugänglich sind. Die Hähne liegen nicht alle nebeneinander, sondern sind so, wie es die Figur zeigt, angeordnet: der linke Hahn führt zu dem linken Schlauchstück (in der Figur nicht sichtbar), der rechte zu dem rechten Schlauchstück *c*; der oberste zu der Lockflamme *e* im Abzugsrohr *a*, der mittelste zu dem weiteren Schlauchstück *b*, und der unterste endlich gehört zu einem Gasleitungsrohr, welches zu der mit dem Ventilationsrohr des Experimentier-

tisches verbundenen Zugesse *a* (Fig. 1) führt und die darin brennende Lockflamme *o* (Fig. 5) speist. Um letztere anzuzünden, ist in der Hinterwand des Arbeitsraumes eine Öffnung angebracht, welche durch ein mit Gegengewichten versehenes Schiebefenster, *m*, verschlossen ist. Von hier aus führt in luftdichter Verbindung mit der ausgeschnittenen Öffnung ein kurzer Kanal in die Esse. Das Schiebefenster hat einen Holzrahmen, welcher zwischen zwei Holzschienen läuft, und wird durch zwei seitlich angebrachte Gegengewichte balanciert. Durch einen leichten Druck nach oben oder unten läßt es sich leicht öffnen und verschließen. Ein Metallverschluß ist vermieden, weil ein solcher sehr bald rosten würde.

Durch diese Einrichtung der Gasleitung kann man im Arbeitsraum des Abzugsschranks zwei gewöhnliche Lampen durch die beweglichen Schlauchhähne und einen größeren Gasofen durch den weiteren, feststehenden Schlauchhahn speisen und die Flammen von vorn aus bei herabgelassenem Fenster regulieren. Ebenso lassen sich die beiden Lockflammen von außen anzünden und löschen. Hierbei sei bemerkt, daß man bei dem Gebrauch des Abzugs vorteilhaft beide Lockflammen anzündet und das hintere Schiebefenster öffnet, wodurch zu gleicher Zeit ein Abzug der Gase durch beide Essen erreicht wird; natürlich muß die Tischventilation verschlossen bleiben.

Das Hauptgasleitungsrohr des Abzugsschranks, welches in der rechten Seite dicht neben der Holzwand vom Fußboden her aufsteigt, besitzt einen Haupthahn, *i*, welcher von außen durch einen Einsteckschlüssel abgeschlossen werden kann.

Das vordere Fenster des Abzugsschranks ist auf- und abschiebbar und durch Gegengewichte, welche sich im Innern der seitlichen Pilaster bewegen, balanciert. Ebenso die vor diesem Fenster sich bewegendes schwarze Tafel. Die linke Seitenwand ist mit einem festen und die rechte mit einem aufschiebbaren und durch Riegel festzustellenden Glasfenster verschlossen. Da, wie bereits S. 3 erwähnt wurde, der Abzugsschrank ganz vor die neben ihm aufgestellten Chemikalienschränke hervortritt, erhält sein Innenraum volles Tageslicht.

Das Innere des Abzugs ist gut mit weißer Ölfarbe (Zinkweiß, nicht Bleiweiß) gestrichen.

In den unteren, durch Türen zu verschließenden Räumen des Abzugsschranks wird die weiter unten zu beschreibende konstante galvanische Batterie *B* untergebracht. Sie steht in zwei auf Rollen beweglichen Holzkästen mit Deckel, welche an starken eisernen Handhaben hervorgezogen werden können, damit man sie aus dem Schrank herausfahren kann. Wenn die Elemente herausgenommen und frisch gefüllt werden sollen, schiebt man einen 70 cm langen, 50 cm breiten Holzuntersatz

von der Höhe des unteren Sockels dicht an diesen heran. Die Leitungsdrähte der Elemente treten durch die Seitenwände der Kästen heraus und werden in den Kanal unter dem Fußboden, in welchem der horizontale Teil des Tischventilationsrohres liegt, gelagert, steigen von hier aus innerhalb des Experimentiertisches neben dem Ventilationsrohr auf und sind zu dem Umschalter, welcher an der vorderen Wand der pneumatischen Wanne befestigt ist, geführt; dieser endlich ist durch Leitungsdrähte mit den Klemmen q, q (Fig. 7) des Experimentiertisches verbunden (s. o. S. 14). Damit die Drähte das Herausfahren der Batteriekästen nicht hindern, sind sie da, wo sie aus letzterem austreten, auf etwa 1 m Länge zu Spiralen zusammengewickelt, welche sich beim Herausfahren dehnen.

Außer diesen Leitungsdrähten liegen in demselben Kanal unter dem Fußboden noch zwei andere von 2 mm dickem, mit Guttapercha überzogenem Kupferdraht, welche mit zwei Polklemmen an der hinteren Wand des Arbeitsraumes des Abzugsschranks fest verlötet sind, um vorkommenden Falles mit einer größeren BUNSEN'schen Batterie, die innerhalb des Abzugsschranks aufgestellt werden kann, verbunden werden zu können. Die Klemmen sind wie die auf dem Experimentiertisch mit fest aufzuschraubenden Kapseln versehen, um sie gegen die Dämpfe des Abzugs zu schützen.

Die beiden anderen Enden dieser dicken Leitungsdrähte sind unter dem Fußboden zum Experimentiertisch geführt und mit den beiden Klemmen p, p , welche zur Dynamomaschine führen, durch Lötung verbunden. Wird diese Batterie gebraucht, so versäume man nicht, die Drähte an den Klemmen der Dynamomaschine zuvor zu lösen, weil, wenn dies nicht geschieht, die Batterie durch den Draht v des Induktors und der Magnete an der Maschine geschlossen sein würde.

Die Vorderwände der Seitenpilaster des Abzugsschranks sind so eingerichtet, daß sie im Notfall bis zu ihrer halben Höhe abnehmbar sind, damit man die schwarze Schiebetafel, welche in Nuten hinter ihnen läuft, falls einmal eine Reparatur an ihr nötig werden sollte, leicht herausnehmen und wieder einsetzen kann, was sonst seine großen Schwierigkeiten haben würde, da alle Teile des Schrankes, sobald er einmal aufgesetzt ist, fest zusammengefügt sind. Aus gleichem Grunde ist auch der Sims des Schrankes in der Höhe der Rollen, über welche die Schnüre des Schiebefensters und der schwarzen Tafel laufen, auf beiden Seiten mit Thüren versehen, durch welche man neue Schnüre, falls die alten zerrissen sind, einziehen und mit den Gegengewichten verbinden kann.

Die in der ersten Auflage beschriebenen Glasröhren, welche vom Innern des Abzugsschranks ausgehen, oberhalb desselben an der Decke

des Zimmers bis über den Experimentiertisch führen, und zur Leitung von Gasen, die unter dem Abzug entwickelt werden, durch lange herabhängende Kautschukschläuche bis auf die Platte des Experimentiertisches dienen, sind weggelassen. Sie waren namentlich dazu bestimmt, um bei einer länger fortgesetzten Entwicklung von Chlor oder schwefliger Säure die Verbreitung dieser Gase im Raume des Hörsaals zu vermeiden. Diese Einrichtung ist jetzt entbehrlich geworden, weil man sowohl zur Entwicklung von Chlor, als auch von schwefliger Säure kontinuierlich wirkende Apparate hat, bei denen der Strom durch einfachen Hahnschluß unterbrochen werden kann, wie bei der Entwicklung von Wasserstoff, Kohlensäure etc. Man nimmt daher die Entwicklung dieser Gase, wenn man sie längere Zeit durch geschlossene Gefäße oder Röhren leiten will, direkt auf dem Experimentiertisch vor und senkt die Schläuche, durch welche die abziehenden Gase austreten, in die Luftkanäle des Experimentiertisches. Wenn offene Cylinder mit einem der genannten Gase gefüllt werden sollen, wird der Abzug benutzt. In beiden Fällen ist also eine Leitung des Gases von diesem zum Experimentiertische ausgeschlossen, wodurch das Experimentieren wesentlich vereinfacht wird.

An der Hinterwand des Abzugsschranks im Innern des Arbeitsraumes ist noch ein Wasserleitungsrohr mit Hahn, *o*, angebracht, welches man zur Speisung eines Wasserbades mit konstantem Niveau benutzen kann.

GASOMETER.

1. Große Standgasometer. Die großen Standgasometer finden ihre Hauptanwendung für die Ansammlung und Benutzung größerer Quantitäten Sauerstoff, Leuchtgas oder Wasserstoff, wenn man mit diesen Gasen längere Zeit unter Druck zu arbeiten hat, z. B. für Schmelzversuche mit Gebläselampen, Glühlicht für Projektionszwecke etc. Durch die Entwicklung der Industrie für komprimierte Gase ist zwar der Sauerstoff als Handelsartikel leichter zugänglich geworden; doch möchte ich deshalb die Beschreibung dieser Gasometer und ihrer Verbindung mit dem Experimentiertisch hier nicht umgehen, weil ihr Vorhandensein im Hörsaal doch mancherlei Vorteile bietet, die der mit ihnen zu arbeiten Gewöhnte wohl zu schätzen weiß.

Die großen Gasometer haben etwa die Höhe des Experimentiertisches und sind aus starkem Kupferblech angefertigt (Fig. 16 und 17).

Ihre obere Decke ist halbkugelig oder, behufs Verminderung der Höhe, flach gewölbt und durch Eisenstangen von außen verankert, damit sie

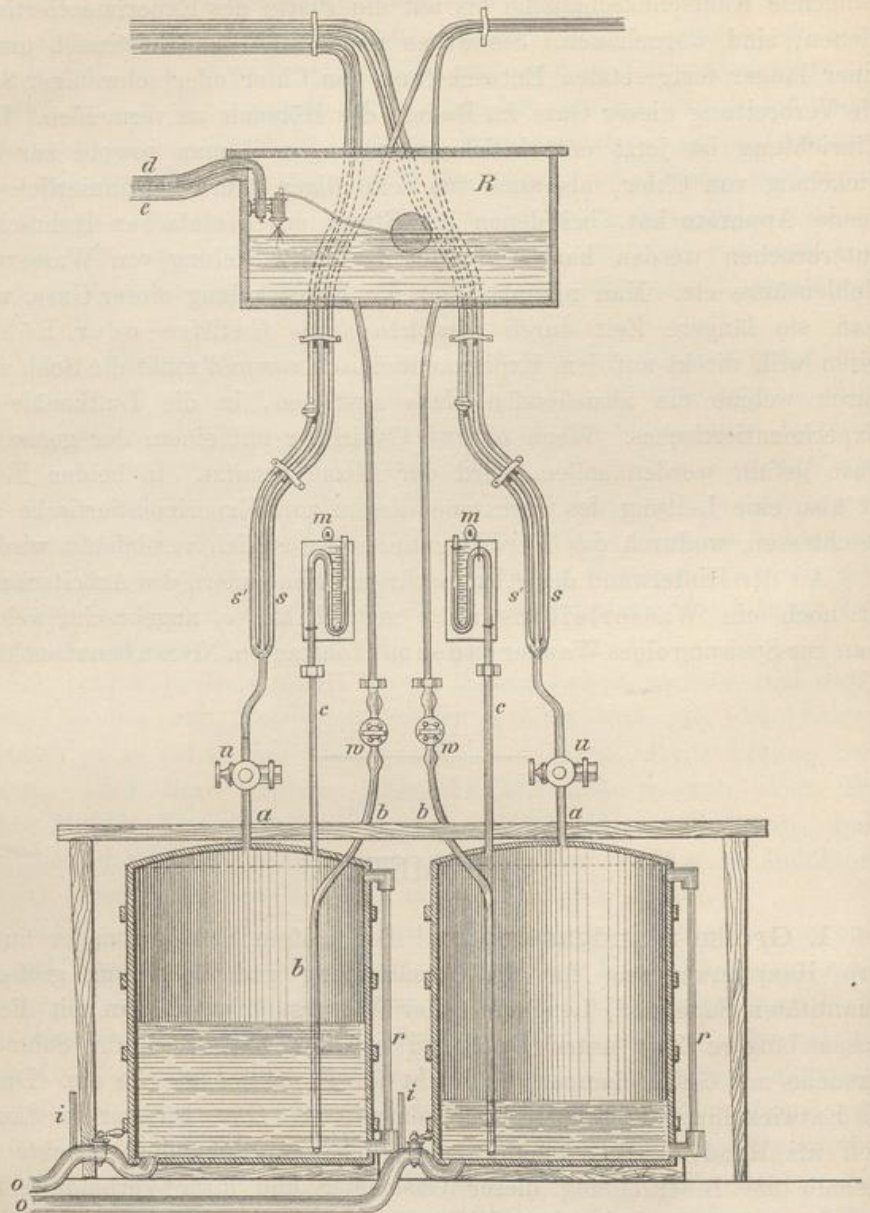


Fig. 16. Standgasometer.

durch starken Gasdruck nicht aufgetrieben werde. Sie setzen das Vorhandensein einer Wasserleitung voraus. Von dem höchsten Punkt der gewölbten Decke erheben sich die Gasableitungsrohre *a*, welche nach der

hinter den Gasometern befindlichen Wand umbiegen und an dieser bis zur Decke aufsteigen. Von hier aus biegen sie wieder nach unten um, steigen an derselben Wand hinab und werden unter dem Fußboden in den dafür hergerichteten Kanälen xx bis zum Experimentiertisch (Fig. 1) geführt, wo sie mit den Hähnen O und H verbunden sind. Ein zweites Rohr b ist luftdicht durch die Decke des Gasometers bis fast auf den Boden desselben geführt und dient zur Zuleitung des Wassers aus einem 1,8 m oberhalb des Gasometers an der Wand befestigten Wasserkasten, welcher als Reservoir dient. Dieser Wasserkasten ist durch das Steigrohr d mit der Wasserleitung verbunden, so daß sich der Wasserstand in ihm durch ein Schwimmkugelventil selbst reguliert. Ein Überlaufrohr e , welches beim Versagen des Schwimmkugelventils in Wirksamkeit tritt, führt neben dem Steigrohr hinab bis zum Ausguß. Von der oberen Wand eines jeden Gasometers führt außerdem noch ein drittes Rohr c ab, welches mit einem an der Wand hängenden Quecksilbermanometer m verbunden ist.

Vom Boden eines jeden Gasometers geht ein zuerst knieförmig nach unten und dann etwas nach oben gebogenes Rohr o ab, welches mit einem leicht zu handhabenden, möglichst weiten Hahn verschlossen und mit dem Abfluß der Wasserleitung verbunden ist. Damit durch den Fall des abfließenden Wassers bei geöffnetem Hahne auf den Inhalt des Gasometers nicht eine saugende Wirkung ausgeübt werde, welche veranlassen könnte, daß Gas aus demselben herausgesaugt wird, ist jene Abflußröhre dicht neben dem Hahne mit einem 30 cm langen, 1 cm weiten, aufwärtsstehenden, oben offenen Bleirohr i verbunden, durch welches bei raschem Wasserabflusse Luft eingesogen wird, so daß in dem Gasometer durch das ablaufende Wasser nur derjenige Zug ausgeübt ist, welcher der Höhe des Wasserstandes in ihm entspricht.

Die Gasableitungsröhren a sind ungefähr 15 cm oberhalb des Tisches mit einem T-förmig durchbohrten Hahne u (Fig. 16 und 17, besonders abgebildet in Fig. 18) versehen, von welchem noch ein kurzes, horizontales Rohr abgeht. Durch verschiedene Stellung (U^I , U^{II} , U^{III} , U^{IV} , Fig. 18) kann man die Gasometer verbinden:

1. mit der äußeren Luft durch die kleine Abströmungsröhre (U^I),
2. mit dem auf dem Experimentiertische befindlichen Hahne (U^{II}),
3. mit dem Experimentiertische und der äußeren Luft (U^{III}) und
4. kann man den Inhalt des Gasometers ganz abschließen, während man das Rohr des Experimentiertisches mit dem Abströmungsröhre verbindet (U^{IV}).

Die Ableitungsröhren a für das Gas müssen an der Wand bis über die Höhe des Wasserkastens hinaufgeführt werden, eine Vorsichtsmaßregel, die sich als recht notwendig erwiesen hat. Denn wenn sie

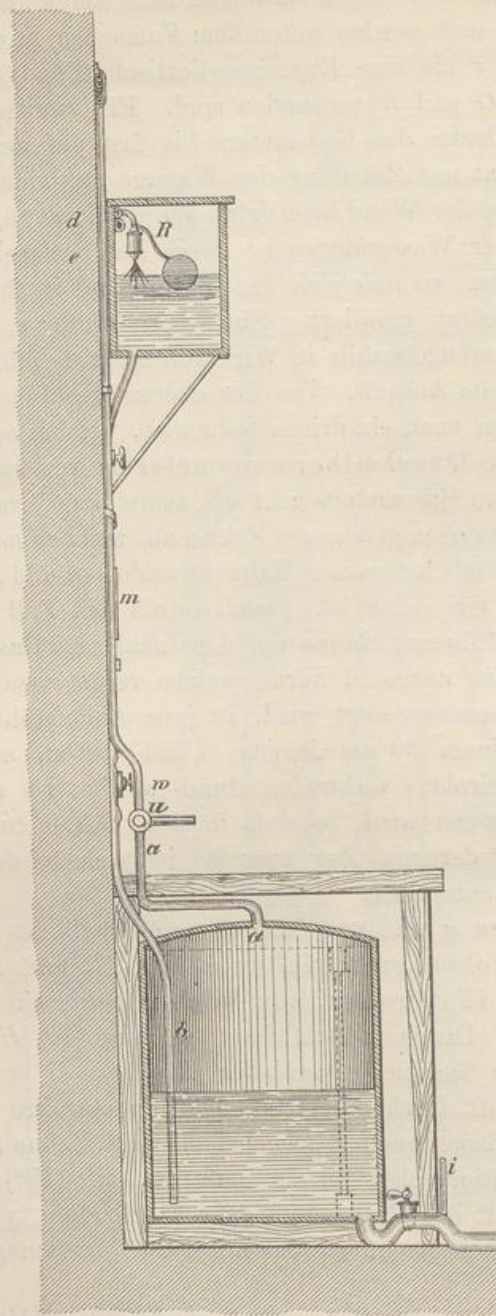


Fig. 17. Standgasometer.

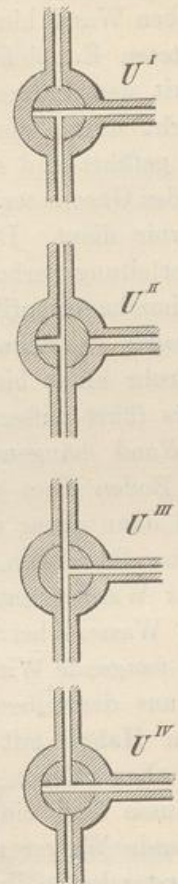


Fig. 18.

schon unterhalb desselben umbiegen, um nach dem Kanal im Fußboden und von da zu den Hähnen *O* und *H* auf dem Experimentiertisch zu gehen, so kann es bei unaufmerksamen Arbeiten vorkommen, daß der Wasserzufluß durch den Hahn *w*, wenn der Gasvorrat im Gasometer erschöpft ist, nicht zeitig genug geschlossen wird, wodurch dann Wasser in die Gasableitungsröhren gelangt und diese rasch bis zu den Hähnen *H* und *O* füllt. Der Eintritt dieses höchst unangenehmen Zwischenfalls ist bei der obigen Einrichtung vermieden, weil sich die Gasableitungsröhren höchstens bis zur Höhe des Wasserstandes im Wasserkasten füllen können.

Braucht man den Sauerstoff bloß auf dem Experimentiertisch, so ist ein einfaches Gasableitungsrohr oberhalb *u* genügend. Durch die in der Fig. 16 abgebildete Einrichtung kann man den Sauerstoff nach drei verschiedenen Stellen leiten: das mittlere oder Hauptrohr führt zum Experimentiertisch, das auf der rechten Seite abzweigende Nebenrohr *s* liefert den Sauerstoff, welcher zur Speisung der Zirkonlampe dient, wenn dieselbe für das Projektionsmikroskop auf dem Podium hinter den Sitzbänken benutzt werden soll. Es ist hier mit einem Hahn verschlossen, welcher nur beim Gebrauch der Lampen geöffnet wird. Endlich zweigt sich von dem Hauptrohr auf der linken Seite noch ein drittes Rohr *s* ab, welches nach dem Physikzimmer geführt ist und auf dem Experimentiertisch desselben endigt. Es wird benutzt, wenn im Physikzimmer mit dem Sciopikon, das ebenfalls durch eine Zirkonlampe zu erleuchten ist, gearbeitet wird. In diesem Falle wird der Hahn *o* geöffnet, welcher sonst immer verschlossen bleibt.

Die Füllung der Gasometer kann von dem Experimentiertische aus durch die auf demselben befindlichen Hähne außerordentlich leicht und mit größter Sicherheit geschehen. Vor Beginn der Gasentwicklung hat man die Gasometer zuvörderst ganz mit Wasser zu füllen, indem man den Hahn bei *i* schließt, *w* öffnet und *u* in die Stellung *U*¹ bringt, bis Wasser aus dem Abströmungsrohre (Fig. 18) ausfließt. Die Art und Weise, wie man weiter bei der Füllung verfährt, wird am besten aus der Beschreibung der Sauerstoff- und Wasserstoffbereitung klar werden.

1. Sauerstoffbereitung. Hierzu dient ein eiserner Topf *p* (Fig. 19) mit fest aufschraubbarem Deckel, welchen man sich aus einem Papinischen Topfe herstellen lassen kann, wie man solche für den Küchengebrauch in jeder Eisenhandlung käuflich erhält. Das Sicherheitsventil wird abgemacht, die Öffnung fest verschlossen, und an Stelle des Dampfableitungsrohres wird ein eisernes, etwa 1 cm weites umgebogenes Rohr luftdicht eingeschraubt; dies muß lang genug sein, um eine für den Kautschukschlauch nachteilige Erwärmung zu verhüten. Ein Dreifuß und eine hinreichend große Lampe vervollständigen den Entwicklungsapparat. Außerdem gehören noch eine

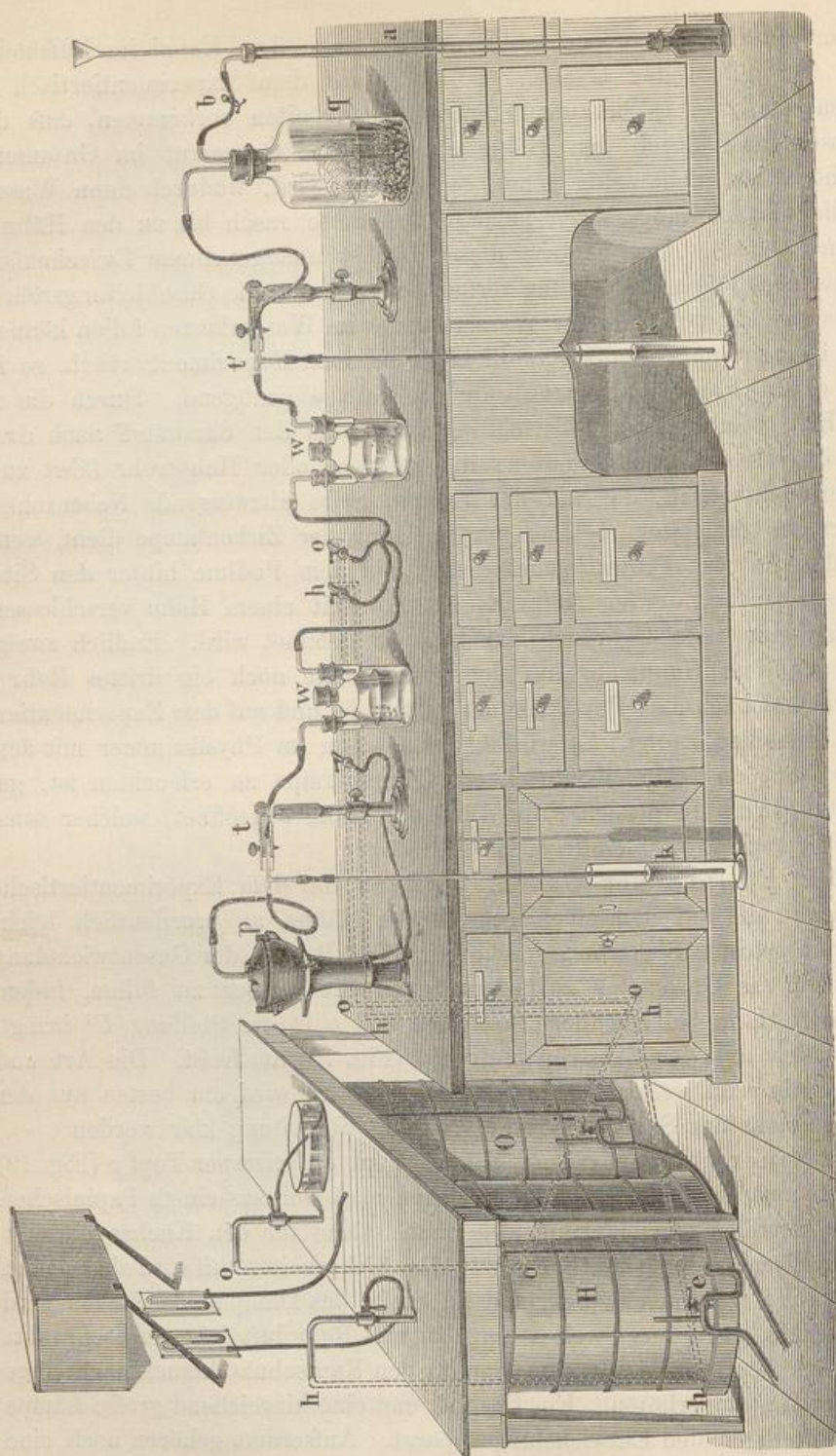


Fig. 19. Füllung der Gasometer.

T-förmige Glasröhre und eine Woulfe'sche Waschflasche *w* dazu. Das horizontale Stück des T-Rohrs, welches in den Retortenhalter *t* eingeklemmt ist, wird einerseits durch einen weiten Kautschukschlauch mit der eisernen Gasableitungsröhre und andererseits mit der Waschflasche, das senkrechte Stück mit einem etwa 1,3 m langen Glasrohr verbunden, welches fast bis auf den Fußboden reicht und unten in einen zur Hälfte mit Wasser gefüllten Fußcylinder *k* eintaucht.* Das Gasableitungsrohr der Woulfe'schen Flasche setzt sich durch einen hinreichend weiten Kautschukschlauch mit dem Hahne *o* des Experimentiertisches in Verbindung.

Zur Füllung eines Gasometers von etwa 0,9 m Höhe und 0,6 bis 0,7 m Durchmesser, welcher etwa 300 l faßt, braucht man circa 1,20 kg chlorsaures Kali, welches man in gepulvertem Zustande mit 800 Gramm feingepulvertem Braunstein innig mischt.** Diese Mischung bringt man in den eisernen Topf, fettet den Rand (der übrigens sorgfältig aufgeschliffen sein muß) etwas ein (doch so, daß nichts von dem durch die Wärme schmelzenden Talg im Innern des Topfes herabfließen kann), schraubt den Deckel fest, bringt den Apparat in der oben beschriebenen Weise mit dem T-Rohr und der Waschflasche in Verbindung und den T-förmig durchbohrten Hahn *u* des Gasometers in die Stellung U^{IV} (Fig. 18), während man über das Abströmungsrohr ein Stück Kautschukschlauch schiebt und selbiges in eine mit Wasser gefüllte Schale (Fig. 19) eintauchen läßt. In dieser Zusammenstellung ist der Apparat für den Beginn der Gasentwicklung eingerichtet. Um sich aber von dem dichten Verschlusse aller Verbindungen zuvor zu überzeugen, schließt man den Wasserzulußhahn *w* (Fig. 16 und 17), bringt den Hahn *u* für einen Augenblick in die Stellung U^{II} und öffnet den Hahn *o* auf dem Experimentiertische, sowie den Wasserabflusshahn des Gasometers. Ist alles hinreichend dicht, so muß das Wasser aus dem Fußcylinder *k* (Fig. 19) bis auf etwa 0,9 m aufsteigen und in diesem Stande unveränderlich verharren. Denn es bildet sich im Gasometer durch Wasserabfluß ein Vacuum, welches sich durch die Gasleitungsröhre und das Wasser der Waschflasche hindurch bis zur T-Röhre und in den Gasentwicklungsapparat fortpflanzt. Sollte der Deckel des letzteren nicht fest schließen, so würde ein allmähliches Sinken des Wassers in der genannten Röhre eintreten, was man zu korrigieren hätte. Nachdem man sich auf diese

* Statt dessen kann man auch einen kleinen engen, mit Quecksilber gefüllten Fußcylinder auf den Tisch setzen und das senkrechte Glasrohr entsprechend verkürzen.

** Um sicher zu sein, daß der Braunstein mit keiner brennbaren Substanz gemischt war, prüft man eine Probe des Gemenges vor dem Einschütten in den Topf durch Erhitzen in einem eisernen Löffel; sie darf nicht verpuffen, sondern muß ruhig Gas entwickeln.

Weise von der Dichtigkeit aller Verschlüsse überzeugt hat, bringt man den Hahn u in die Stellung U^I , schließt den Wasserabflusshahn des Gasometers und öffnet den Hahn w , welcher für das abgeflossene Wasser aus dem Reservoir neues hinzubringt, bis aus dem über das Abströmungsrohr geschobenen Kautschukschlauche Wasser ausströmt. Hierauf schließt man den Wasserhahn w , lüftet die Verbindung zwischen dem Gasentwicklungstopfe und dem T-Rohre, dreht den Hahn u in die Stellung U^{IV} und stellt die gelüftete Verbindung wieder her. Wollte man das Lüften unterlassen und den Hahn u sogleich in die Stellung U^{IV} bringen, so würde sich der Druck der äußeren Luft durch u und o bis in die Woulfe'sche Flasche fortpflanzen und die Flüssigkeit derselben durch das T-Rohr hinaus, möglichenfalls auch etwas davon in den Gasentwicklungsapparat treiben. Ist alles soweit geordnet, so leitet man die Gasentwicklung durch Untersetzen der Lampe ein. Der Sauerstoff verdrängt die Luft und treibt diese durch die Waschflasche, den Hahn u und den über das Abströmungsrohr geschobenen Kautschukschlauch ins Freie.

Der Wasserstand in k muß höher sein, als in der Woulfe'schen Flasche, da sonst das Gas durch k entweichen würde. Man prüft nach einiger Zeit das aus dem Abströmungsrohre austretende Gas mittels eines glimmenden Spans, und sobald man Entflammung desselben beobachtet, wird der Hahn u rasch aus der Stellung U^{IV} in die Stellung U^{II} gebracht, worauf sofort das Wasser aus k in der Röhre aufsteigt, da ein partielles Vacuum im ganzen Apparat entsteht. Man hat es nun ganz in der Hand, den Druck im Apparate durch Stellung des Wasserabflusshahnes am Gasometer zu regulieren. Sind alle Verbindungen absolut dicht, so läßt man ihn während der ganzen Gasentwicklung vollständig geöffnet. Hatte sich aber bei der Prüfung eine geringe Undichtigkeit gezeigt, dadurch, daß das Wasser in dem Sicherheitsrohre k allmählich sank, so ist es geraten, den Hahn so weit zuzudrehen, daß das Wasser in der Röhre nur einige Centimeter über dem Wasserspiegel in k steht, wodurch die Gefahr des Eindringens von Luft durch die Undichtheit wohl ziemlich vermieden ist.

Diese Gasentwicklung ist vollkommen gefahrlos, selbst wenn sie durch starkes Erhitzen noch so rasch von statten geht. Im schlimmsten Falle könnte etwas Gas durch k entweichen; allein wenn die Durchbohrung des Wasserabflusshahnes vom Gasometer groß genug ist, so kann auch dieser Fall nicht eintreten. Natürlich müssen alle Rohrverbindungen genügende Weite haben. Vorsichtshalber ist anzuraten, das gebogene eiserne Rohr des Gasentwicklungstopfes vor der Zusammenstellung des Apparates durch einen Putzer zu reinigen. Es setzt sich bei jeder Entwicklung feiner, durch den Sauerstoff mit fortgerissener

Braunsteinstaub mit Wasser darin ab, was bei wiederholtem Gebrauche leicht zu einer Verstopfung führen kann.

Die Handhabung des Apparates erscheint nach der oben gegebenen Anweisung für die Stellung der Hähne etwas umständlich, allein in Wirklichkeit ist sie es nicht, und man kann sehr leicht mit einiger Übung eine solche Gewandtheit darin erlangen, daß man zu allen beschriebenen Manipulationen nur wenige Minuten gebraucht. Zum Füllen eines Gasometers von genannter GröÙe ist, einschliesslich der Mischung, Zusammenstellung und Prüfung der Apparate, kaum eine Stunde erforderlich. Nur möchte ich hier noch darauf aufmerksam machen, daß, solange in dem Gasometer geringerer Druck als eine Atmosphäre herrscht, kein Hahn in der Weise geöffnet werden darf, daß das Innere des Gasometers mit der Atmosphäre in Verbindung kommt, weil sonst Luft eindringen würde. Andererseits hat man beim Auseinandernehmen des Apparates darauf acht zu geben, daß zuerst die Verbindung zwischen Gasentwicklungsapparat und T-Röhre aufgelöst wird, weil umgekehrt leicht aus den schon angegebenen Gründen Flüssigkeit aus dem Apparate zurückgedrückt werden kann.

Als Lampe benutze ich jetzt an Stelle des früher angewendeten und in Fig. 19 gezeichneten Fünfzehnbrenners mit Vorteil eine Butzkelampe mit 3 Brennringen, welche in dem Abschnitte „Lampen“ beschrieben und abgebildet ist. Anfangs wird nur der innere Ring geöffnet, und allmählich werden erst die beiden äußeren mit in Thätigkeit gesetzt, was einfach durch allmähliches Aufdrehen des Hahnes erfolgt. Wenn sich der ganze Apparat bei der Prüfung als vollkommen dicht erwiesen hat und man infolgedessen den Wasserabflusshahn des Gasometers ganz offen lassen kann, und man überdies die Lampe nicht zu schnell ganz aufdreht, so vollendet sich die Gasentwicklung dauernd bei Unterdruck mit außerordentlicher Gleichmäßigkeit und geht ohne Zwischenfall so ruhig zu Ende, daß sie gar keiner weiteren Aufmerksamkeit bedarf.

2. Wasserstoffentwicklung. Hierzu gehört eine etwa vier Liter fassende, mit doppeltdurchbohrtem Kork verschlossene Flasche *q* und eine mit derselben verbundene Waschflasche *w'* (Fig. 19). Letztere wird, wie bei der Sauerstoffentwicklung, mit dem Hahne *h* des Experimentiertisches verbunden. Die zweite Durchbohrung des Korkes der Flasche *q* ist mit einem bis fast auf den Boden von *q* reichenden Glasrohre versehen, welches durch einen Kautschukschlauch mit Quetschhahn *b* mit der aus der Figur deutlich zu ersiehenden Einrichtung *a* verbunden ist. Nachdem man den Wasserstoffgasometer ganz mit Wasser gefüllt und den Apparat in der angegebenen Weise auf seine Dichtigkeit geprüft hat, leitet man die Gasentwicklung dadurch ein, daß man den Quetschhahn *b* öffnet und

Salzsäure durch den Trichter von *a* eingießt. Sobald die Entwicklung hinreichend lebhaft ist, schließt man *b* und überläßt den Apparat sich selbst, bis neues Nachgießen von Säure nötig wird. Um dies auszuführen, füllt man erst den Trichter vollständig mit Säure und öffnet dann den Quetschhahn, worauf die Säure durch *b* und *a* eingesogen wird. Füllt sich die Flasche *q* im Laufe der Entwicklung zu stark, so entleert man sie folgendermaßen: der Kautschukschlauch, der mit dem Hahne *b* geschlossen ist, wird von der Röhre *a* abgezogen, während der Quetschhahn geschlossen bleibt. Dann hängt man das Ende des Schlauches in ein leeres Gefäß, faßt den Quetschhahn mit der Hand, um ihn jeden Augenblick öffnen zu können, drückt den Schlauch, welcher *q* und *t'* verbindet, mit den Fingern fest zusammen und öffnet den Quetschhahn *b*, worauf durch den Druck des sich entwickelnden Wasserstoffgases die Flasche sehr rasch entleert wird; dann läßt man den Quetschhahn sich wieder schließen, hebt den Druck zwischen *q* und *t'* auf, schiebt das abgezogene Schlauchende wieder auf die Röhre von *a* und läßt durch Öffnen des Quetschhahnes wieder neue Säure aufsaugen.

Auch diese Gasentwicklung ist außerordentlich rasch und bequem auszuführen. Man wird aber selten in der Lage sein, Wasserstoffgas in solchen Quantitäten zu gebrauchen, da man statt dessen in den meisten Fällen, so namentlich bei Versuchen mit dem Sauerstoffgebläse, Leuchtgas anwenden und den Gasometer, wenn nötig, damit füllen kann. Hierüber etwas anzuführen, ist kaum nötig, da man die Füllung einfach dadurch erreicht, daß man den Hahn *H* des Experimentiertisches durch einen Kautschukschlauch mit einem der Gashähne verbindet, beide Hähne öffnet, *u* in die Stellung *U^{II}* bringt und den Wasserabflusshahn des Gasometers aufmacht. Nur überzeuge man sich, daß nicht durch irgend einen falschen Griff oder eine falsche Hahnstellung (z. B. dadurch, daß man den Hahn *u* in die Stellung *U^{III}* oder *U^{IV}* bringt) Luft mit eingesogen werden kann, oder daß nicht etwa vor dem Einleiten des Gases noch Luft in dem Gasometer vorhanden war.

2. Große Glockengasometer. Da der Besitz größerer Gasometer viele Versuche in hohem Grade erleichtert, die hier beschrieben aber nur da, wo eine Wasserleitung vorhanden ist, benutzt werden können, so lassen sich in Ermangelung einer solchen auch Glockengasometer (Fig. 20 und 21) anwenden. Die Einrichtung derselben ist allerdings viel einfacher und die Herstellung weniger kostspielig, dagegen sind sie nicht ganz so bequem zu handhaben, wie die oben beschriebenen. Kleinere Exemplare dieser Art werden aus Zinkblech, größere aus Eisenblech hergestellt. Die Glocke taucht in Wasser, welches ein für allemal in dem Apparate bleibt und, wenn nötig, mit einer Ölschicht bedeckt werden kann.

Bei der Füllung erleichtert man die Glocke durch Anbringung eines entsprechenden Gegengewichts, während man beim Gebrauch das Gewicht entweder ganz oder zum Teil abnimmt oder auch, wenn nötig, die Glocke durch Auflegen von Gewichten noch beschwert. — Unter Umständen

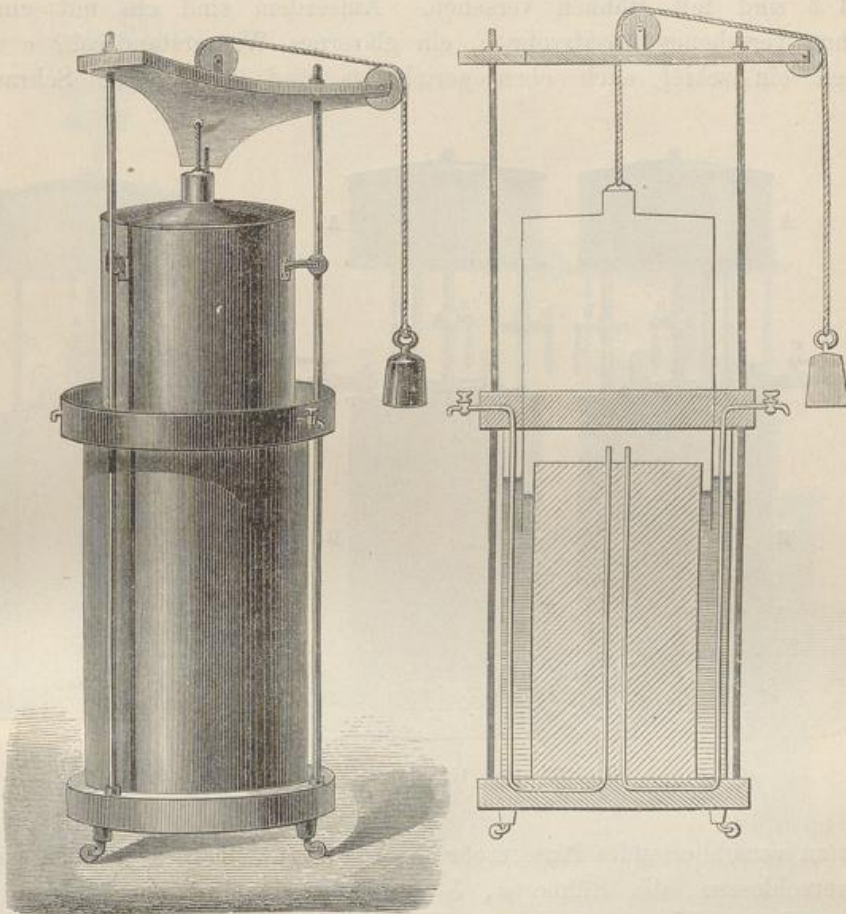


Fig. 20 und 21. Großer Glockengasometer.

können kleinere Apparate dieser Art sogar vorteilhafter sein, als die vorher beschriebenen Standgasometer, da man sie nach Anbringung von Rollen mit Leichtigkeit von einem Orte zum anderen fahren kann, während erstere am Orte feststehen.

Wo die Verhältnisse die Anschaffung größerer Gasometer der einen oder anderen Art nicht gestatten, ist man auf die Benutzung der bekannten kleineren angewiesen.

3. Kleine Gasometer verschiedener Form. In Figur 22 bis 24 ist der PEPYS'sche Gasometer abgebildet. Ein cylindrisches geschlossenes Blechgefäß *B* ist mit einem offenen Blechgefäße *A* durch zwei Röhren *a* und *b* in einer Weise, die sich aus den Figuren leicht erkennen läßt, verbunden; die dritte Röhre dient nur als Stütze: *a* und *b* sind mit Hähnen versehen. Außerdem sind ein mit einem Hahne versehenes Ansatzrohr *c*, ein gläsernes Wasserstandsrohr *e* und unten ein schief nach oben gerichtetes und durch eine Schraube

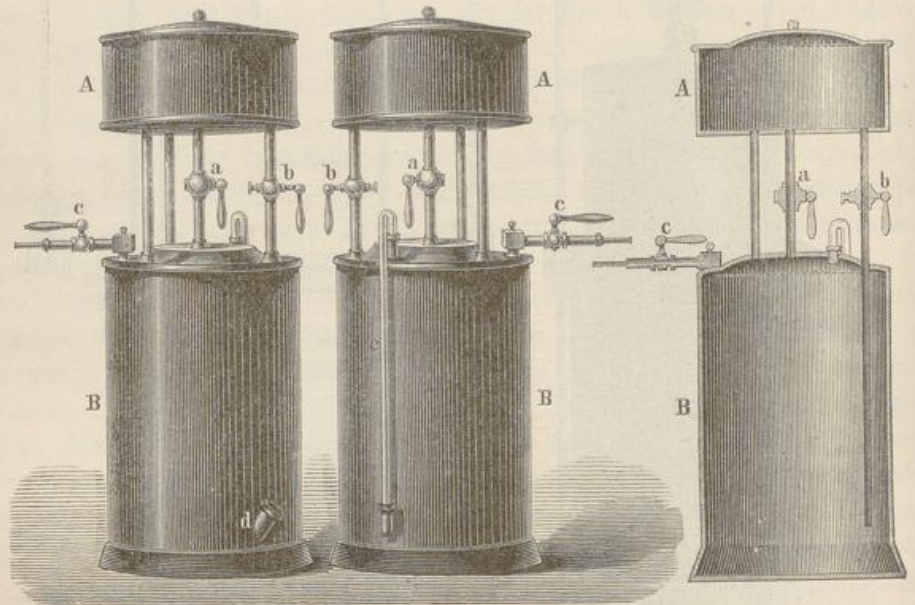


Fig. 22—24. Gasometer nach PEPYS.

fest zu verschließendes Ansatzrohr *d* vorhanden. Beim Gebrauche bleibt *d* verschlossen, die Hähne *a*, *b* und *c* werden geöffnet und in das obere Gefäß Wasser gegossen. Dies verdrängt die in *B* enthaltene Luft durch *c*. Ist *A* ganz mit Wasser gefüllt, so werden alle Hähne geschlossen, der Gasometer über eine Wanne gestellt, der Verschluss von *d* abgeschraubt und das Gasentwickelungsrohr in das offene Ansatzrohr eingeführt. Das Gas steigt im Gefäße *A* auf, sammelt sich darin an und verdrängt das Wasser, welches ausfließt. Zuletzt wird *d* wieder verschraubt.

Die einfachste und billigste Form des PEPYS'schen Gasometers zeigt Fig. 26. Der Apparat ist aus Zinkblech, unlackiert und hat statt des oberen Wassergefäßes nur einen Trichter.

Figur 25 ist ein Glasgasometer, nach demselben Prinzip konstruiert.

Figur 27 endlich stellt einen kleineren Glockengasometer zum Gebrauche auf dem Experimentiertische dar, dessen innere Einrichtung mit Figur 20 und 21 übereinstimmt.

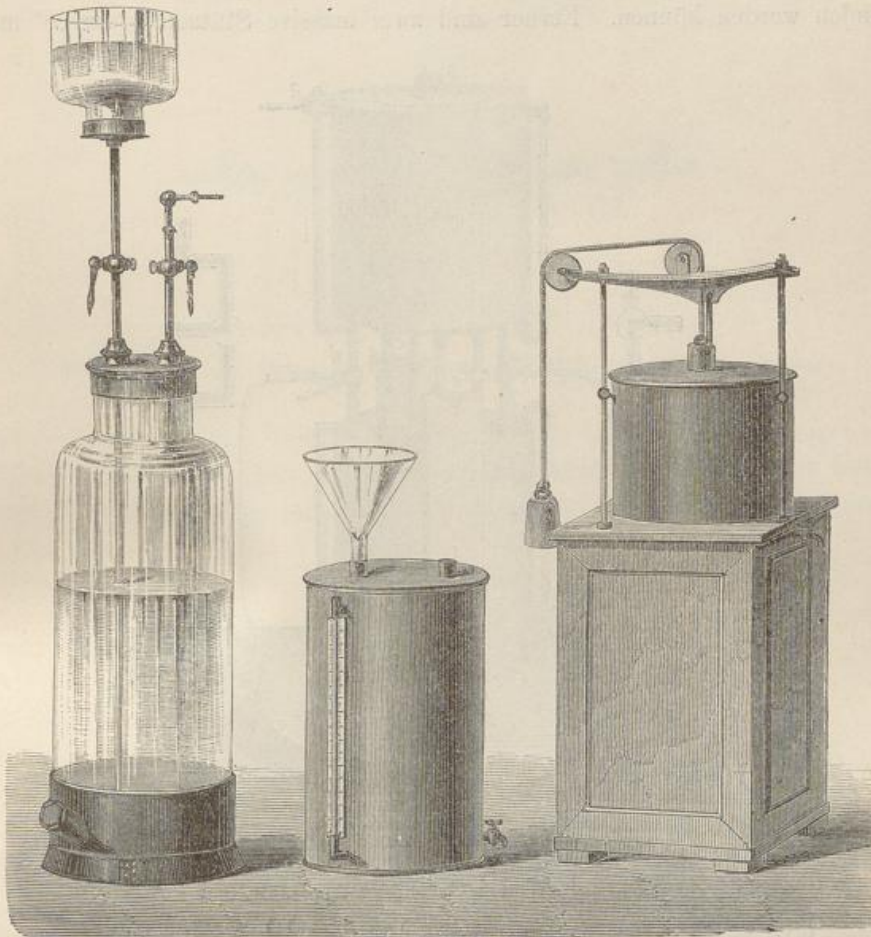


Fig. 25—27. Glasgasometer. Zinkblechgasometer. Kleiner Glockengasometer.

4. Wendegasometer. Ein zu vielen Zwecken verwendbarer Gasometer, der zugleich als Aspirator dienen kann, ist in Figur 28 abgebildet. Derselbe besteht aus zwei hohlen Trommeln aus Kupferblech, A, A' , jede mit einem Wasserstandsrohr versehen und durch die Röhren a, a', b, b' in folgender Weise miteinander verbunden: a' reicht von dem Deckel der oberen Trommel bis beinahe zum Boden der unteren, a vom Boden der oberen bis zum Deckel der unteren. Beide sind mit einfach durchbohrten

Hähnen versehen. b und b' verbinden die beiden Deckel der Gasometer und tragen in ihrer Mitte zwei rechtwinkelig durchbohrte Hähne (siehe die nebenstehenden Detailzeichnungen). Von dem Rohre b' gehen zwei rechtwinkelig umgebogene Röhren zu den Hähnen d und d' , durch welche sie mit dem Boden der oberen, bezw. unteren Trommel verbunden werden können. Ferner sind zwei massive Stützen c und c' mit

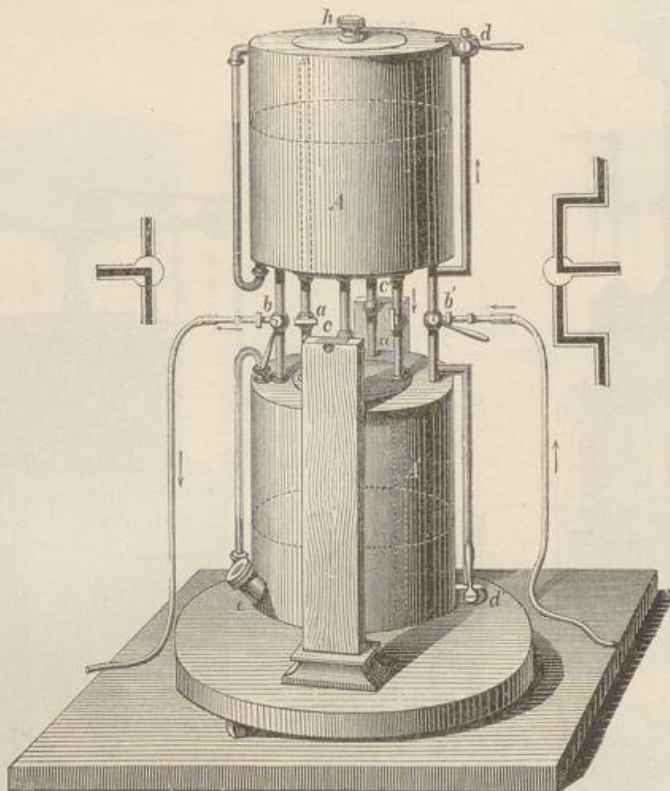


Fig. 28. Wende-Gasometer-Aspirator.

horizontalen massiven Achsen vorhanden, durch die der ganze Apparat drehbar aufgehängt werden kann. Statt dessen können auch die Hahnröhren b und b' , entsprechend verdickt, als Drehachsen benutzt werden. Diese Achsen endigen dann auferhalb in Gasausströmungsröhren und können hier mit Kautschukschläuchen verbunden werden. Man fülle die obere Trommel durch h , während alle Hähne geschlossen sind, mit Wasser und schraube h wieder zu; dann bringe man die Hähne in die in der Figur bezeichnete Stellung. Man übersieht leicht, daß, während das Wasser aus A durch a' nach A' abfließt, Luft durch b' eingesaugt und durch b ausgeblasen werden muß. Sobald alles Wasser hinuntergeflossen ist, dreht

man a' und d zu und bringt die Hähne b und b' in eine solche Stellung, daß ihre Hebel genau horizontal stehen. Dadurch werden die beiden Trommeln vollständig voneinander getrennt. Nun wendet man den Apparat um, öffnet zunächst den Hahn b , dann der Reihe nach a' , d'

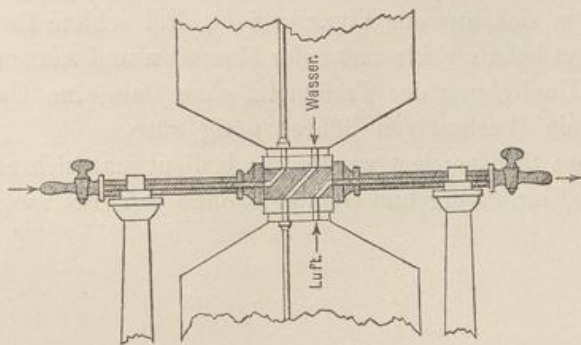


Fig. 29. Wende-Gasometer-Aspirator nach H. SCHIFF und MARANGONI.

und b' , wonach die Luft wieder wie vorher in beiden Richtungen zu strömen beginnt. — Man kann den Apparat auch als gewöhnlichen Gasometer benutzen, indem man ihn folgendermaßen füllt: die volle Trommel

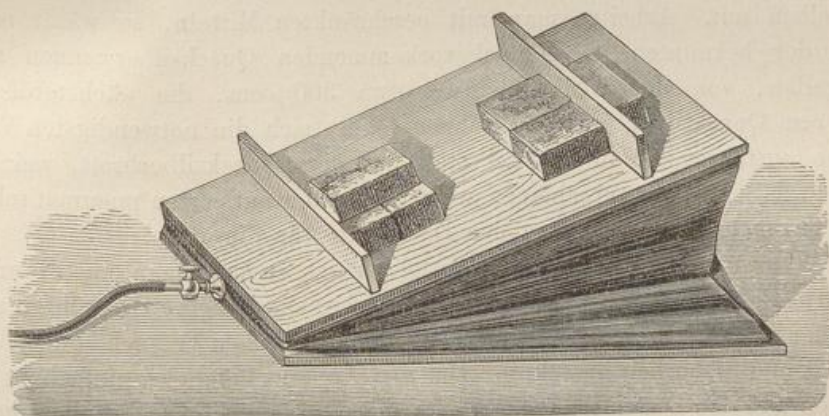


Fig. 30. Kautschukbeutel für Gase.

wird nach oben gebracht, der Wasserabflusshahn geöffnet, ebenso der Gasausströmungshahn für die untere Trommel, dann verbindet man den Saughahn b' mit der Gasentwickelungsflasche und öffnet rasch jenen, sowie den Hahn d . Die Gasentwickelung darf hierbei selbstverständlich nicht rascher sein, als das Wasser aus A nach A' abfließen kann; um deshalb vor Störungen bewahrt zu sein, schaltet man mittels eines

T-Rohres eine Sicherheitsröhre ein, wie bei dem Füllen der großen Gasometer (Fig. 19).

Einfacher wird der Zweck des vorbeschriebenen Apparates durch die in Figur 29 dargestellte Konstruktion von H. SCHIFF und MARANGONI* erreicht. Der Luftstrom tritt auch hier durch die Drehungsachse ein und aus, welche, wie sich aus der Figur ergibt, drei schiefe Durchbohrungen hat; hier genügt behufs Fortsetzung der blasenden und saugenden Wirkung eine einfache Umdrehung der Trommeln, ohne daß eine Umstellung von Hähnen oder ein Wechsel von Röhren nötig wäre.

Sollen Gase transportiert werden, so bedient man sich eines Gummisacks, dessen Einrichtung und Gebrauch ohne weiteres aus der Figur 30 ersichtlich ist.

QUECKSILBER.

Arbeiten mit Gasen über Quecksilber können in keinem Laboratorium umgangen werden. Die dazu nötigen Apparate müssen überall vorhanden sein. Der hohe Preis des Quecksilbers spricht aber bei der Auswahl derselben mit. Arbeitet man mit beschränkten Mitteln, so wählt man eine der bekannten im Handel vorkommenden Quecksilberwannen aus Porzellan, von denen die kleinste etwa 300 ccm, die nächstgrößere 500 ccm Quecksilber faßt. Mit ihnen lassen sich die notwendigsten Versuche ausführen. Man arbeitet stets auf dem Quecksilberbrett, welches man, wie Seite 18 vorgeschlagen wurde, über der entleerten pneumatischen Wanne nach der Entfernung der Deckplatte für diese einlegt.

Wenn man über reichlichere Mittel verfügt, so kann man eine eiserne Wanne mit Senkrohr anwenden, in welches sich längere Glasröhren eintauchen lassen. Hiermit lassen sich alle eudiometrischen Versuche mit Leichtigkeit und Sicherheit ausführen. Um den Apparat möglichst einfach zu gestalten und den Quecksilberbedarf aufs äußerste Maß einzuschränken, kann man etwa folgende Größenverhältnisse einhalten. Die Wanne ist rechtwinkelig aus Gußeisen, im Lichten 15 cm lang und 6 cm breit. Der Boden steigt treppenförmig auf, wodurch das Innere der Wanne ihrer Länge nach in drei Abteilungen von abnehmender Tiefe geteilt wird. Die tiefste Abteilung ist 6 cm breit; sie reicht bis auf den Boden; die Stufe der zweiten Abteilung ist 2 cm hoch und 4 cm breit. Die zweite Stufe ist

* *Zeitschr. f. anal. Chemie*, Bd. 26, S. 331. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 885.

ebenfalls 2 cm hoch und 5 cm breit. Die beiden Längswände der Wanne sind ausgeschnitten und mit starken, dicht eingesetzten Glasplatten verschlossen. In der Mitte der tiefsten Abteilung ist das Senkrohr von unten her in den Boden fest eingeschraubt. Es ist aus Schmiedeeisen, im Lichten $2-2\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser und so lang, daß es, wenn die Wanne auf dem Quecksilberbrett steht, bis auf den Boden der (entleerten) pneumatischen Wanne reicht. Hat letztere die auf Seite 17 angegebene Tiefe, so kann man, wenn die Wanne bis zur zweiten Stufe gefüllt ist, die Röhren bis zu 70 cm Quecksilberdruck einsenken, was für endiometrische Versuche unter allen Umständen ausreichend ist. Zum Füllen des Senkrohrs in der Wanne bis zur zweiten Stufe sind dann etwa 450 ccm Quecksilber nötig, und rechnet man noch 350 ccm für die Füllung der einzusenkenden Apparate, so reicht man im ganzen mit einem Quecksilbervorrat von 800 ccm aus. Diese Größenverhältnisse sind freilich sehr beschränkt und für das Experimentieren nicht besonders vorteilhaft. Ich empfehle daher eine Wanne von 10—12 cm Breite und 24 cm Gesamtlänge (im Lichten) mit Stufen von je 2 cm Höhe und 6, bzw. 10 cm Breite. Der Quecksilberbedarf zur Füllung bis zur zweiten Stufe einschließlich des Senkrohrs beträgt dann 900—1200 ccm.

Wenn die Wanne zu gleicher Zeit für physikalische Versuche, z. B. zur Demonstration des Verhaltens der Dämpfe im Vacuum dienen soll, so giebt man dem Senkrohr eine Tiefe von 80 cm und setzt die Wanne auf ein vierbeiniges festes Tischchen von entsprechender Höhe, mit durchbohrtem Tischblatt.

Die in größeren Laboratorien gebräuchliche Einrichtung zum Auf- und Abschrauben der Wanne und Versenken derselben unter das Tischblatt mittels Zahnstange und Trieb ist hier weggelassen, da sie die ganze Einrichtung sehr verteuern würde und für Schulzwecke entbehrlich ist. Ebenso ist von der Einrichtung eines Quecksilberablaufs durch ein in dem Quecksilberbrett angebrachtes seitliches Loch in ein untergestelltes Gefäß Abstand genommen, weil bei Benutzung der pneumatischen Wanne als Senkraum diese Einrichtung nicht leicht auszuführen ist und bei mangelnder Vorsicht auch leicht Quecksilber in die letztere gelangen und zum Verderben derselben Anlaß geben könnte. Das Quecksilberbrett ist im Gegenteil ganz dicht und die Vertiefung desselben nach allen vier Seiten etwas geneigt (s. S. 18), damit jede Gefahr des Eindringens von Quecksilbertropfen in die für das Senkrohr vorhandene Durchbohrung vermieden ist. Da die ganze Einrichtung nur zeitweilig gebraucht wird, so wird die Wanne nach jedesmaliger Benutzung entleert, zuerst durch Ausschöpfen und dann durch Ausgießen in einen breiten und flachen Porzellannapf und aus diesem mittels Trichter in das für das Quecksilber bestimmte

Standgefäß. Das in das Quecksilberbrett übergelaufene Quecksilber läßt sich ebenfalls durch Ausgießen leicht beseitigen.

Am Ende dieses Werkes sind mehrere schöne Versuche über Verbrennung, Dissoziation und volumetrische Umwandlung von Gasen beschrieben, zu deren Ausführung das Quecksilberbrett noch mit einer Aufhängevorrichtung für Röhren zu versehen ist. Diese wird dort beschrieben werden und es sei hiermit darauf verwiesen.

Reinigung von Quecksilber. a) Reinigung durch Filtration. Ist das Quecksilber bloß mechanisch verunreinigt, z. B. durch Oxydstaub u. dgl., so genügt eine ein- oder mehrmalige Filtration. Das Filter wird aus festem Schreibpapier hergestellt und unten ganz nahe über seiner Spitze von innen nach außen mit einer feinen Nähnadel einmal durchstochen. Man setzt es in einen passenden Trichter und gießt es voll Quecksilber, welches dann in feinen Tröpfchen durch das Loch rinnt, während schließlich die Verunreinigungen am Papier hängen bleiben.

Um mechanisch verunreinigtes Quecksilber durch Leder zu filtrieren, bedient man sich eines von PFAUNDLER* konstruierten Apparates, welcher aus einer ziemlich engen eisernen Röhre mit oben aufgekittetem Glastrichter besteht. Der unterste Teil der Röhre ist cylindrisch erweitert und an seinem Ende mit einem Schraubengewinde versehen, auf welches eine Überwurfschraube, mit Abflußöffnung in der Mitte versehen, aufgesetzt werden kann. In diesem erweiterten Teil werden einige Scheibchen sämisch gegerbten Leders durch die Schraube so eingeklemmt, daß das Quecksilber an den Rändern derselben nicht vorbeidringen kann. Füllt man den Apparat mit dem zu filtrierenden Quecksilber, so wird es durch eigenen Druck durch das Leder gepreßt und läuft in höchst feinen Tröpfchen unten ab. Der ganze Apparat ist in einem geeigneten Holzgestell zu befestigen und so aufzustellen, daß das untere Ablaufende beinahe den Boden des Aufnahmegefäßes berührt, um dadurch eine etwaige Oxydation der feinen Quecksilbertröpfchen durch die Luft zu verhüten.

b) Reinigung auf chemischem Wege. Enthält das Quecksilber fremde Metalle (Zink) aufgelöst, welche durch den Gebrauch hineingekommen sind, so schüttelt man dasselbe mit verdünnter Salpetersäure oder auch mit einer konzentrierten Lösung von Eisenchlorid (LOTHAR MEYER), die mit dem vierfachen Volumen Wasser verdünnt ist, wäscht dann mit Wasser gehörig aus, gießt das Wasser ab, befreit das Quecksilber in einer offenen Schale durch Filtrierpapier von dem anhaftenden Wasser und trocknet es durch Erwärmen. Das reine Metall muß über eine trockene Porzellan- oder Glasfläche laufen, ohne daran zu adhären.

* Chem. Centr.-Blatt 1859, S. 473.

Hat man größere Mengen Quecksilber zu reinigen, so bedient man sich eines von LOTHAR MEYER angegebenen Apparates.* Derselbe (s. Tafel am Ende dieses Werkes Fig. 28) besteht aus einer 1,3—1,5 m langen und etwa 3 cm weiten Glasröhre, deren unteres Ende schräg abgeschliffen ist. Sie steht mit letzterem auf dem Boden eines starkwandigen Glasgefäßes, dessen innere Weite 5 cm, und dessen Höhe 13—15 cm beträgt; etwa 1 cm unterhalb des oberen Randes ist ein seitliches Ausflusrohr angeschmolzen. Die lange Glasröhre wird durch ein festes Stativ gehalten, welches außerdem oberhalb der Röhre noch ein etwa 2 cm langes, 3 cm weites, unten mit einem Ausflusshahne versehenes Glasrohr trägt, das zur Aufnahme des zu reinigenden Quecksilbers bestimmt ist (hierzu läßt sich das untere Ende eines weiten Bürettenrohres anwenden, das man unten mit Kautschukschlauch, feiner Ausflusröhre und Schraubenquetschhahn versieht). Das unterste weite Glasgefäß wird zuvörderst zu etwa $\frac{1}{3}$ mit Quecksilber und dann die lange offene Röhre mit Eisenchloridlösung gefüllt. Man stellt den Hahn so, daß das Quecksilber in ganz dünnem Strahle aus der Ausflussspitze des Bürettenrohres fließt und in Form feiner Tröpfchen in die Eisenchloridlösung fällt. Indem es diese durchsinkt, lösen sich die fremden Metalle; die feinen Tröpfchen werden durch den Druck der Quecksilbersäule vereinigt und fließen in dem Maße, wie das unreine Quecksilber von oben zufließt, aus der seitlichen Ausflusröhre ab. Sollte es nach einmaligem Durchfließen noch nicht rein genug erscheinen, so gießt man es oben noch einmal auf. War das Quecksilber so verunreinigt, daß es die Ausflusröhre verstopft, so filtriert man es zuerst durch ein Papierfilter (s. o.). Das Auswaschen mit Wasser, Abtrocknen etc. geschieht wie oben angegeben.

Um es vom Wasser völlig zu befreien, wird es im Vakuum getrocknet.

Um das Quecksilber vor dem Einfallen in die zum Reinigen bestimmte Flüssigkeit vorher möglichst fein zu verteilen, läßt man dasselbe nach KARSTEN** zunächst durch ein Rohr A (Fig. 31) laufen, in welches unten ein Stück Bambusrohr dicht eingekittet ist. Hierdurch werden zugleich die mechanischen Verunreinigungen zurückgehalten. Das Rohr B ist 4 cm weit, 120 cm lang, am unteren Ende verengt und um-

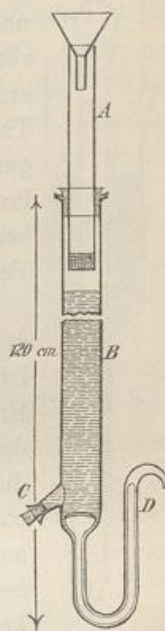


Fig. 31.

* *Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft*, Bd. 12, S. 437. — *Chem. Centr.-Blatt* 1879, S. 474.

** *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, Bd. 8, S. 135. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 651.

ARENDE, Technik. 3. Aufl.

gebogen. Dieser untere, U-förmig gekrümmte Teil wird mit Quecksilber gefüllt und darüber verdünnte Salpetersäure (1 Teil konzentrierte Säure und 50 Teile Wasser) gegossen. Hält man das Rohr *A* durch Nachgießen immer gefüllt, so läuft das gereinigte Quecksilber unten kontinuierlich durch *D* ab. Die verunreinigte Säure kann durch *C* abgelassen und durch neue ersetzt werden.

Nach BRÜHL* wendet man zur Reinigung Chromsäuremischung an, welche man durch Auflösung von 5 g Kaliumdichromat unter Zusatz von etwa 5 ccm Schwefelsäure in 1 l Wasser dargestellt und mit dieser Flüssigkeit das Quecksilber tüchtig schüttelt. Das Metall verwandelt sich hierdurch teilweise und vorübergehend in rotes Chromat, und man hat so lange zu schütteln, bis dieses rote Pulver wieder verschwunden ist und die wässrige Lösung schön grün gefärbt erscheint. Durch Waschen mit Wasser und darauffolgendes Trocknen und Filtrieren (wie oben beschrieben) wird die Reinigung vollendet. Die Apparate von L. MEYER und KARSTEN lassen sich für diese Reinigungsflüssigkeit nicht anwenden, weil beim bloßen Durchfließen des Quecksilbers durch dieselbe der Verlust viel größer ist als beim Schütteln.

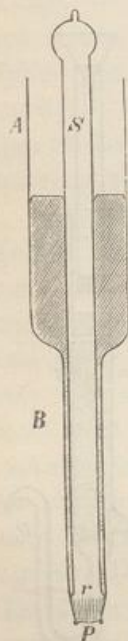


Fig. 32.

In neuester Zeit ist von PALMAER** der in Fig. 32 abgebildete Apparat zum Reinigen des Quecksilbers empfohlen worden. Die Figur stellt denselben in $\frac{1}{4}$ der natürlichen Größe dar. Er besteht aus einem cylindrischen Glasgefäß *A*, welches an der engeren Röhre *B* angeschmolzen ist. In der unteren Mündung der letzteren ist ein Glaspfropf *P* eingeschliffen, auf welchem etwa 40–50 feine Ritze *r* angebracht sind. Durch den angeschmolzenen Glasstab *S* kann *P* leicht eingesetzt und dann herausgenommen werden. Nachdem der Apparat in die Flüssigkeit (verdünnte Salpetersäure, Eisenchloridlösung etc.) eingetaucht ist, welche die beigemengten Metalle auflösen soll, gießt man in *A* Quecksilber ein; sobald eine Drucksäule von etwa 7 cm erreicht ist, wird durch *r* das Quecksilber als in der Flüssigkeit aufsteigender feiner Regen hindurchgepreßt.

Auch durch einen längere Zeit hindurchzusaugenden Luftstrom läßt sich Quecksilber, welches oxydierbare Metalle enthält, von diesen befreien. Nach CRAFT*** dient hierzu eine 1,5 m lange und 5 cm weite

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 12, S. 576. — *Chem. Centr.-Blatt* 1879, S. 474.

** *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 32, 1391. — *Chem. Centr.-Blatt* 1899, II, S. 81.

*** *Bulletin de la soc. chimique de Paris*, Bd. 49, S. 856. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 845.

Glasröhre, welche in einer schwach geneigten Holzrinne liegt. Sie ist an ihrem unteren Ende mit einem Stöpsel verschlossen, welcher ein senkrecht nach oben gebogenes Trichterrohr zum Nachfüllen von Quecksilber und ein zweites Rohr mit Hahn zum Ablassen desselben trägt. Das obere Ende der Röhre ist verschlossen und durch ein Glasrohr mit der Wasserpumpe verbunden. Man füllt die Röhre mit Quecksilber, setzt die Pumpe in Thätigkeit und saugt 24 Stunden lang Luft durch das Quecksilber. Die verunreinigenden Metalle, welche meistens aus Blei, Zinn und Zink bestehen, werden hierdurch vollständig oxydiert und schwimmen als Oxyde, mit Quecksilber gemischt, als schwarzer Staub obenauf; das Quecksilber erscheint spiegelblank und wird unten abgelassen. Der Apparat kann von frischem gefüllt werden, ohne daß man nötig hat, den Oxydstaub vorher zu entfernen. Silber wird auf diese Weise aus dem Quecksilber, wenn es darin enthalten ist, nicht beseitigt. CRAFT hat aber nie mehr als höchstens 0,01 g Silber in 1 kg Quecksilber gefunden.

c. Reinigung durch Destillation. Im Vakuum erfolgt die Destillation des Quecksilbers schon bei gelinder Wärme und läßt sich auf verschiedene Weise durch mehr oder weniger komplizierte Apparate ausführen.

Am einfachsten erscheint das Verfahren von BOHN,* welcher dazu ein gewöhnliches enges eisernes Gasleitungsrohr von 1,70 m Länge benutzt und dasselbe zu einem Hebel mit zwei parallelen Schenkeln von 0,90 bzw. 0,78 cm Länge und verbindendem Zwischenteil von 2 cm Länge umbiegt. Beide Schenkel werden mit reinem Quecksilber gefüllt, mit den Fingern verschlossen und umgekehrt in zwei Gefäße *A* und *B* unter Quecksilber getaucht. Das hierdurch entstehende Doppelbarometer wird in geeigneter Weise befestigt, dann das Quecksilber aus dem Gefäße *A*, in welches der kürzere Schenkel taucht, bis auf wenige Millimeter ausgeschöpft, so daß nur eben noch die Öffnung des Hebers geschlossen ist, und dann das längere Rohr etwa 7 cm unter der Quecksilberoberfläche durch die Flamme eines Bunsenbrenners, welchen man unter stumpfem Winkel daran spielen läßt, erhitzt, worauf das Quecksilber alsbald zu sieden beginnt und in den kürzeren Schenkel überdestilliert. Das zuerst aus dem Gefäß *A* sich ansammelnde Quecksilber wird ausgeschöpft und nach *B* zurückgegossen, bis das Destillat etwa die 6—10fache Menge des ursprünglich in dem Schenkel vorhandenen Quecksilbers beträgt, und dann hat man nur dafür zu sorgen, daß das Gefäß *A* zeitweilig entleert und *B* zeitweilig gefüllt wird.

* *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, Bd. 7, S. 389. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 163.

Einen Destillationsapparat anderer Form beschreibt KARSTEN*. In den Hals einer abgesprengten Flasche *C* (Fig. 33) ist ein 145 cm langes und (von außen) 1 cm weites Rohr mittels Kork dicht eingesetzt; das untere Ende desselben ist bei *D* umgebogen. Ein zweites 80 cm langes und 15 mm weites Glasrohr *B*, oben zu einer Kugel erweitert, ist, wie die Figur zeigt, über *D* gesteckt. Zu beachten ist, daß das innere

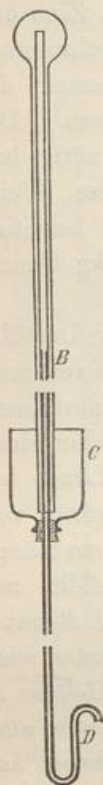


Fig. 33.

Rohr etwa 40 cm von seinem oberen Ende ab kapillar verengt ist, wie Fig. 34 in natürlicher Gröfse zeigt. Man gießt nun das Gefäß *C* voll Quecksilber, setzt *D* mit der Luftpumpe in Verbindung und evakuiert langsam, während man vorsichtig soviel Quecksilber in *C* nachgießt, daß dasselbe tropfenweise oben aus der Kugel von *B* in das engere Rohr überfließt. Dies wirkt durch seine Verengung als SPRENGEL'sche Pumpe und stellt ein vollkommenes Vakuum her. Man löst jetzt die Verbindung mit der Luftpumpe und erwärmt die Kugel durch einen Ringbrenner, worauf sofort die Destillation beginnt und ununterbrochen fortgeht. Der Stand des Quecksilbers in *B* hängt vom Barometerstand ab; wenn letzterer aber nicht allzusehr wechselt, kann man den Apparat Tag und Nacht gehen lassen und braucht in 24 Stunden nur etwa 2—3 mal Quecksilber nachzugießen. Durch ein zweites Gefäß, das man mit *C* durch einen Heber oder sonstwie verbindet, kann man übrigens für kontinuierlichen Nachfluß von Quecksilber sorgen. Der Apparat destilliert bei einem Gasverbrauch von 40 l pro Stunde reichlich 250 g Quecksilber.

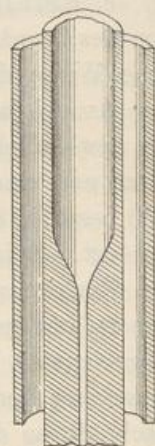


Fig. 34.

Zu gleichem Zweck dient der Apparat von NEBEL**, welcher in Fig. 35 abgebildet ist

und von seinem Erfinder folgendermaßen beschrieben wird. An einem festen hölzernen Rahmen ist der aus einem Stück bestehende Glasapparat *m a c g h* befestigt. Das Rohr *m* ist 6,5 mm weit und mündet in ein retortenartiges Rohr *a* von 42 mm Weite und 95 mm Länge. Aus *a* führt das nach unten umgebogene, 6,5 mm weite Rohr *b c d* ab, welches sich in das 1,3 mm weite Rohr *d e* verlängert; letzteres ist unten umgebogen und endigt in die 15 mm weite Kugel *f*, welche den 33 mm langen

* *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, Bd. 8, S. 135. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 651.

** *Repertorium der Physik*, Bd. 23, S. 236. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 684.

Schliff *g* und das 30 mm lange Glasgefäß *h* trägt. Die starkwandige Flasche *p*, welche 7 kg Quecksilber faßt, wird mit einem in Paraffin gekochten, durchbohrten Kork geschlossen und durch Draht verbunden. Aus ihr führt das Rohr *n* mit Hahn *o* ab. Die Flasche ruht in zwei Holzringen und kann durch diese in den Schlitz *t* auf- und abgeschoben werden. Das Glasgefäß *l* ist 110 mm lang, oben 46 mm und unten 29 mm weit und sitzt in einem Holzgefäße, welches durch den stellbaren Träger *v* vertikal auf- und abgeschoben werden kann. Durch diese beiden Verschiebungen läßt sich der Stand der beiden Röhren *m* und *n* so regulieren, daß ihr Abstand am unteren Ende 20 bis 30 mm beträgt. Der Bunsenbrenner *q* steht ebenfalls auf einem verschiebbaren Brette. Bei *ss* ist der obere Teil des Gestells durch Asbestpappe gegen das Verkohlen geschützt. Die Retorte *a* und die Einmündungsstelle des Rohrs *m* ist ebenfalls mit Asbestpappe dicht umgeben und diese durch ein Drahtnetz *r* mittels eines Drahtes am Querrahmen befestigt. Zum Verschließen des Schliffes *g* dient ein genau hinein passendes Glasrohr *u*, welches oben wellenförmig verjüngt ist und durch Kautschukschlauch mit der Luftpumpe verbunden werden kann. Die Gefäße *l*, *h* und *k* sind mit Holzplatten bedeckt. Die Höhendifferenz zwischen der Mitte des Gefäßes *a* und dem unteren Ende der Röhre *m* muß gleich dem mittleren Barometerstand des betreffenden Ortes sein. Die Röhre *de* ist 850 mm lang.

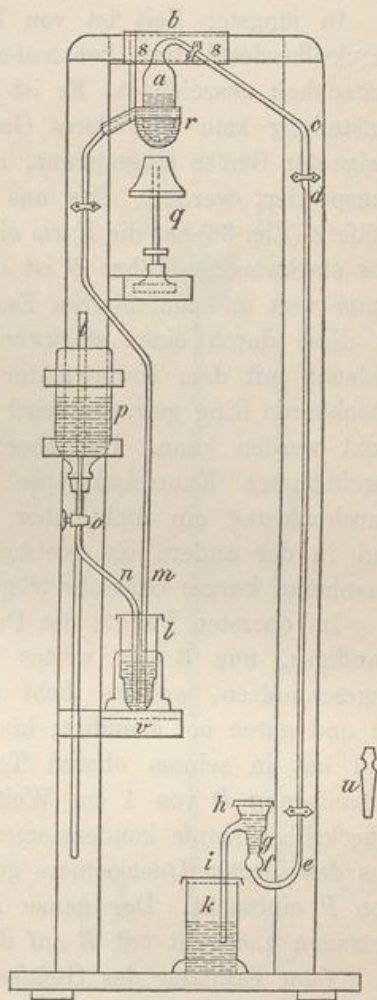


Fig. 35.

Beim Gebrauch füllt man zuerst die Quecksilberflasche und bringt sie nach dem Aufsetzen des Korkes und dem Verschluss des Hahnes *o* wieder an ihren Platz, dann öffnet man den Hahn, wodurch sich das Gefäß *l* teilweise mit Quecksilber füllt. Nun setzt man das Rohr *u* mit Kautschukschlauch ein und evakuiert, worauf sich die Retorte *a* bis zur Hälfte mit Quecksilber füllt. Jetzt kann die

Destillation beginnen. Ist die Kugel *f* mit destilliertem Quecksilber gefüllt, so läßt man die Luft langsam Zutreten und entfernt das Rohr *u*.

Der Apparat kann ununterbrochen in Thätigkeit bleiben. Er liefert bei mittlerer Flammengröße 500—600 g destilliertes Quecksilber pro Stunde.

In jüngster Zeit ist von DUNSTAN und DYMOND* ein Apparat für Quecksilberdestillation konstruiert worden, welcher sich durch größere Einfachheit auszeichnet. Er ist ganz aus Glas geblasen und verlangt zur Aufstellung kein besonderes Gestell, sondern kann in jedes Stativ von geeigneter Größe eingespannt, auch leicht von einem Orte zum anderen transportiert werden. Das aus starkem Glase bestehende Destillationsgefäß *A* (Fig. 36) hat die Form eines flachgedrückten Ellipsoids; die gleichfalls starkwandige Röhre *B* ist bis zu ihrem Fuße 1 m lang, im Lichten 3 mm weit und am unteren Ende bei *E* spitzwinkelig umgebogen. Hier ist diese durch einen starkwandigen, ungefähr 1 m langen Kautschukschlauch mit dem Hahntrichter *H* verbunden, welcher durch einen verschiebbaren Ring getragen wird und durch diesen leicht gehoben und gesenkt werden kann. Die obere Öffnung von *H* ist mit einem doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel verschlossen, welcher in seiner einen Durchbohrung ein dicht über dem Hahn *J* endigendes Trichterrohr *L* und in der andern ein rechtwinkelig umgebogenes, mit einem Hahn *K* versehenes kurzes Glasrohr trägt.

Im obersten Punkte des Destillationsgefäßes *A* ist ein zweites starkwandiges, nur 3 mm weites Glasrohr *C* von gleicher Länge wie *B* angeschmolzen, welches dicht um den Bauch von *A* nach unten geführt ist und unten bei *F* endigt; hier ist es zweimal rechtwinkelig umgebogen und hat in seinem oberen Teile, 5 cm unterhalb *A*, eine cylindrische Erweiterung *D* von 1 cm Weite und 10 cm Länge, in welcher sich die Quecksilberdämpfe kondensieren. Unter *F* wird das Gefäß zum Auffangen des destillierten Quecksilbers gesetzt, in welches das untere offene Ende von *F* eintaucht. Der ganze Apparat wird durch die feste Klemme *O* getragen und ruht mit *E* auf dem Fuße des Stativs.

Zum Erhitzen des Gefäßes *A* dient ein Ringbrenner gewöhnlicher Form. Auf diesen legt man ein kreisförmiges Stück Asbestpappe *N* (Fig. 37), welches so ausgeschnitten ist, daß es leicht über die Röhren *B* und *C* geschoben werden kann und die Brenneröffnungen frei läßt. Hierauf wird ein niedriger, oben offener Cylinder von Glas gesetzt, welchen man mit einer zweiten, in der Mitte kreisförmig ausgeschnittenen Scheibe aus Asbestpappe bedeckt. Diese mittlere Öffnung wird durch einen Deckel

* *Philosophical Magazine* [5], Bd. 29, S. 368. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, I, S. 179.

soweit geschlossen, daß die Flammen des Ringbrenners gerade gut brennen. Die Kugel *A* befindet sich also ganz in einem Luftbade und ist vor der Berührung mit kalter Luft geschützt. Hierdurch wird verhindert, daß sich die Quecksilberdämpfe zum Teil schon im oberen Teil der Kugel

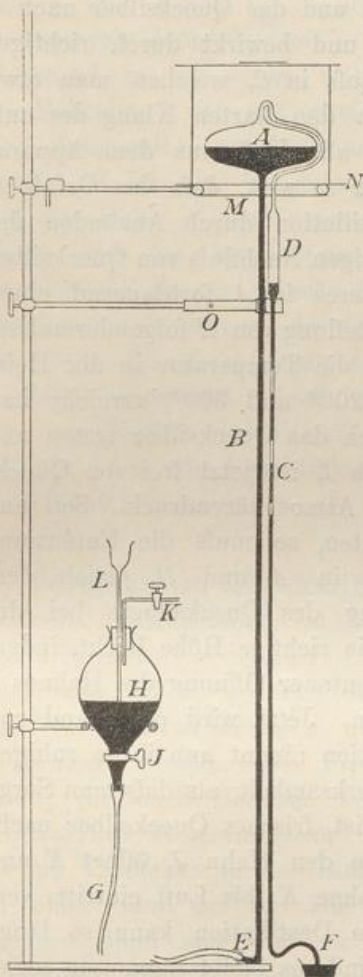


Fig. 36.

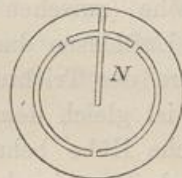


Fig. 37.

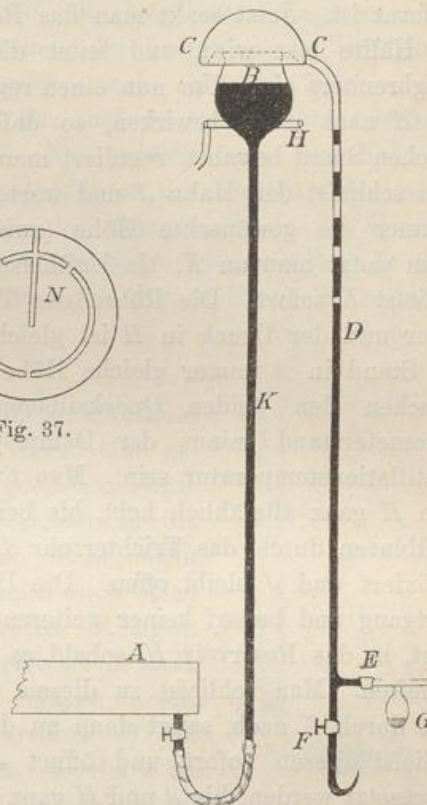


Fig. 38.

kondensieren, was ein Zurückfließen von Quecksilber und damit eine Verzögerung der Destillation zur Folge haben würde. Bleibt der Druck in der Gasleitung konstant, so ist die Temperatur des Luftbades von genügender Gleichförmigkeit; wird die Destillation aber längere Zeit, besonders über Nacht, fortgesetzt, so ist es geraten, einen der bekannten

Gasdruckregulatoren in die Leitung einzuschalten, welcher den Gasstrom bei steigendem Druck entsprechend hemmt.

Soll der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, so muß er zuvor im Innern vollständig ausgetrocknet werden; dann füllt man das Reservoir *H* mit gleichfalls völlig trockenem Quecksilber und hebt es mittels seines Tragrings so hoch, daß sich *A* ganz füllt und das Quecksilber nach *C* überläuft. Nun senkt man *H* ein wenig und bewirkt durch richtiges Stellen des Hahnes *J* einen langsamen Abfluß in *C*, welchen man etwa 5 Minuten lang unterhält, bis man durch den harten Klang des aufschlagenden Quecksilbers wahrnimmt, daß alle Luft aus dem Apparat entfernt ist. Jetzt senkt man das Reservoir so weit, daß das Gefäß *H* zur Hälfte leer wird, und leitet die Destillation durch Anzünden des Ringbrenners ein. Um nun einen regelmäßigen Nachfluß von Quecksilber aus *H* nach *A* zu bewirken, so daß letzteres in *A* fortdauernd einen gleichen Stand bewahrt, reguliert man die Stellung von *H* folgendermaßen. Man schließt den Hahn *J* und wartet, bis die Temperatur in der Heizkammer die gewünschte Höhe (zwischen 200° und 300°) erreicht hat. Dann saugt man an *K*, bis Luftblasen durch das Quecksilber treten und schließt *K* sofort. Die Röhre des Trichters *L* ist jetzt frei von Quecksilber und der Druck in *H* ist gleich dem Atmosphärendruck. Soll nun der Stand in *A* immer gleiche Höhe behalten, so muß die Entfernung zwischen den beiden Quecksilberspiegeln in *A* und *H* gleich dem Barometerstand minus der Dampfspannung des Quecksilbers bei der Destillationstemperatur sein. Man findet die richtige Höhe leicht, indem man *H* ganz allmählich hebt, bis bei momentaner Öffnung des Hahnes *J* Luftblasen durch das Trichterrohr *L* treten. Jetzt wird der Stand von *H* fixiert und *J* bleibt offen. Die Destillation nimmt nun ihren ruhigen Fortgang und bedarf keiner weiteren Aufmerksamkeit, als daß man Sorge trägt, in das Reservoir *H*, sobald es nötig ist, frisches Quecksilber nachzugießen. Man schließt zu diesem Zwecke den Hahn *J*, öffnet *K* und füllt durch *L* nach, saugt dann an dem Hahne *K*, bis Luft eintritt, verschließt diesen sofort und öffnet *J*. Die Destillation kann so lange fortgesetzt werden, bis *A* und *H* ganz leer sind; es bleibt dann nur soviel Quecksilber undestilliert zurück, wie in dem Rohre *B* enthalten ist. Wird der Apparat nicht mehr gebraucht, so wird der Hahn *J* zuge dreht und das Ende *F* des Rohres *C* bleibt in Quecksilber getaucht oder wird in anderer Weise geschlossen. Die Destillation kann dann in jedem Augenblick ohne weitere Vorbereitungen von neuem eingeleitet werden. — Soll der Apparat entleert werden, so verschließt man die Öffnung *F* mit dem Finger, neigt die Röhre vorsichtig, bis alles Quecksilber aus *C* nach *D* geflossen ist, und läßt langsam Luft eintreten.

Eine von FR. J. SMITH* angegebene Abänderung dieses Apparates bezweckt eine Beschleunigung der Destillation ohne Anwendung eines Luftbades. Das Destillationsgefäß *B* (Fig. 38) ist deshalb zu einer Haube *C* erweitert, an deren unteren Teil das Fallrohr *D* angeschmolzen ist; das in *C* kondensierte Quecksilber kann also nicht nach *B* zurückfließen, sondern fällt gleich in *D* herab. Die Röhre *K* ist 1 m lang und das als Reservoir dienende Gefäß *A* weit und flach, so daß sich der Quecksilberstand in demselben während der Destillation nur wenig ändert. Das Fallrohr *D* ist mit zwei Hähnen *E* und *F* versehen; *E* steht in Verbindung mit einer Luftpumpe und *F* endigt in einer umgebogenen Spitze. *H* ist ein Ringbrenner. Soll die Destillation beginnen, so wird der Hahn *F* geschlossen, *E* geöffnet, die Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt und der Ringbrenner entzündet; nach etwa 10 Minuten ist das Fallrohr *D* mit Quecksilber gefüllt, und etwa mit übergerissenes Metall sammelt sich in der Kugel *G*. Nun schließt man den Hahn *E* und öffnet *F*, während man ein zur Aufnahme des Destillats bestimmtes Gefäß untersetzt. Auch hier muß der Apparat, sowie das Quecksilber vor Beginn des Versuches vollständig getrocknet werden, da die geringste Spur von Feuchtigkeit ein Springen der erhitzten Röhre oder Kugel bewirken kann.

Verspritztes Quecksilber. Um verschüttetes Quecksilber aufzunehmen, empfiehlt DVOŘÁK** eine gebogene Pipette von der in Fig. 39 dargestellten Form. Saugt man bei *a*, so tritt das Quecksilber in die kugelförmige Erweiterung *b* und kann dann leicht transportiert werden. Die Pipette kann auch dazu dienen, ihr nach Belieben sehr kleine Mengen Quecksilber zu entnehmen. Man neigt sie so weit, daß ein Tröpfchen in der Biegung *d* hängen bleibt, und bläst dann bei *a*. Die Kapillarröhre *df* ist möglichst dünn und kurz zu nehmen. — Bei *e* ist ein Baumwollenpfropf eingeschoben, welcher verhindert, daß beim Saugen Staub oder Quecksilbertropfen in den Mund kommen.

Quecksilbertropfen, welche auf ebenem Boden liegen, werden leicht und sicher mit der Quecksilberzange nach

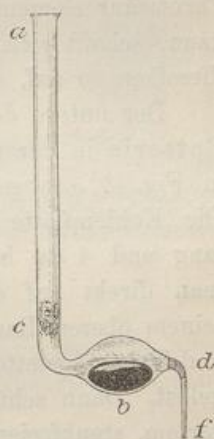


Fig. 39.
Gebogene Pipette.

* *Philosophical Magazine* [5], Bd. 29, S. 501. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, I, S. 181.

** *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, Bd. 11, Seite 338. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, II, S. 645.

TEGTMAYER* (Fig. 40) aufgehoben. Diese ist aus Stahl gearbeitet und ermöglicht das sichere Erfassen selbst kleinster Tröpfchen.

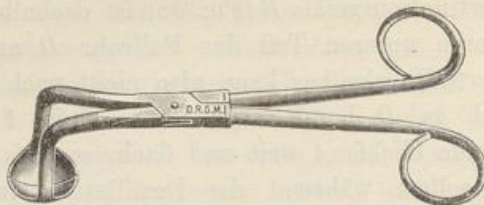


Fig. 40.

Quecksilberzange nach TEGTMAYER.

Aus engen, schwer zugänglichen Spalten läßt sich das Quecksilber auch mittels eines amalgamierten Zinkdrahts oder eines zugespitzten Streifen Zinkblech entfernen.

GALVANISCHE ELEMENTE.

Für kleinere Verhältnisse reichen 2 bis 4 BUNSEN'sche Elemente (Zink-Schwefelsäure, Kohle, Salpetersäure, Fig. 41c,) oder auch BUNSEN'sche Chromsäureelemente in der Flaschenform (Fig. 41, b) aus. Wer es haben kann, schafft sich eine oder zwei konstante Standbatterien an und stellt dieselben so auf, wie es in Fig. 42 gezeichnet ist.

Der untere der beiden Kästen enthält eine zwölfpaarige LECLANCHE-Batterie in der modifizierten Form ohne Thonzelle, wovon ein Element in Fig. 41, a abgebildet ist. Das Glas ist 30 cm hoch und 10 cm weit. Die Kohlenplatte 32 cm lang und 5 cm breit, die Zinkplatte 18 cm lang und 4 cm breit. Letztere ist in eine Holzplatte eingehängt, die man direkt auf den Rand des Glases legt. Das Glas wird zuerst an seinem oberen Rande 2 bis 3 cm breit mit einer Mischung von Wachs und Talg eingefettet, dann mit 2 l Wasser gefüllt und darin 300 g Salmiak gelöst. Dann schüttet man 200 g eines Gemisches aus gröblich gepulvertem, staubfreiem Braunstein und ebensolcher Retortenkohle hinein und taucht in dieses die Kohlenplatte, welche man am oberen Rande zuvor in geschmolzenes Paraffin eingetaucht und letzteres nach dem Erkalten an derjenigen Stelle, wo die Klemmschraube anfaßt, wieder abschabt. Dies, sowie das Einfetten des Glasrandes geschieht, um das Efflorescieren des Salmiaks zu verhüten. Die Zinkplatte wird dann der Kohlenplatte auf 2 cm Entfernung gegenüber gehängt; sie darf das Braunsteingemisch

* Chem. Centr.-Blatt 1899, I, 322.

nicht berühren. Die Elemente werden in vier Reihen à 3 Stück in den Kasten gestellt. Die Verbindung geschieht in Gruppen von drei (I), drei (II) und sechs (III), wie Fig. 43 zeigt. Die Poldrähte jeder Gruppe werden durch die vordere Wand des Kastens geführt und sind hier mit Klemmschrauben versehen (im ganzen sechs). Von diesen gehen sechs gut isolierte starke Leitungsdrähte unter dem Fußboden weg zum Experimentiertisch und endigen hier in dem Stöpselschalter (s. unten), sie sind mit den Nummern 1, 2, 3, 4, 5, 6 bezeichnet. Die Polklemmen 2 und 3, sowie 4 und 5 sind außerhalb durch Drähte verbunden. Diese

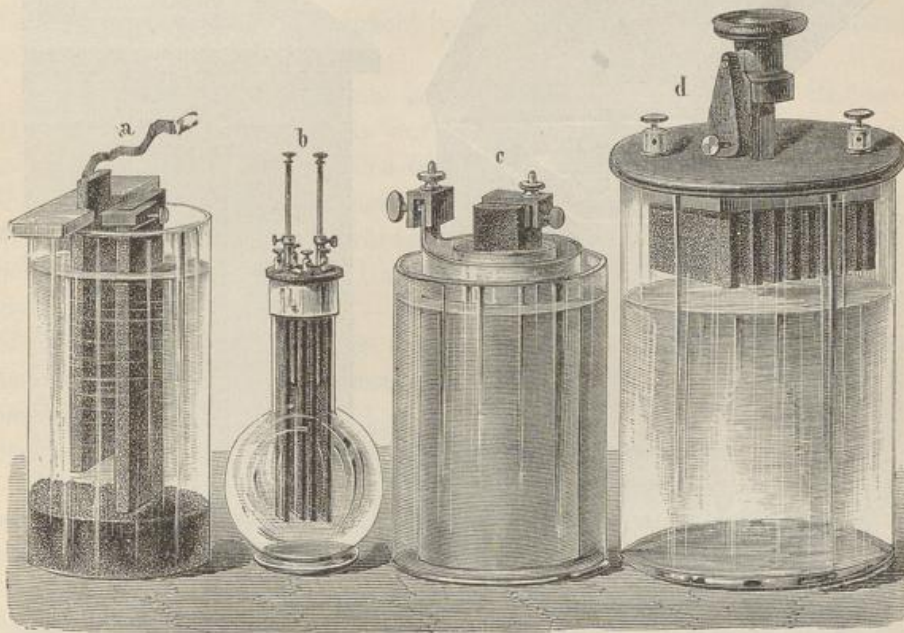


Fig. 41. Galvanische Elemente.

LECLANCHÉ-Batterie bedarf keiner besonderen Abwartung; sie steht, wenn man von Zeit zu Zeit das verdunstete Wasser durch Nachgießen ersetzt, jahrelang.

In neuester Zeit sind die LECLANCHÉ-Elemente unter dem Namen LECLANCHÉ-BARBIER durch mehrere Verbesserungen in eine Form gebracht worden, welche der oben beschriebenen in mehreren Beziehungen vorzuziehen sein dürfte, und deren Anschaffung, wenn nicht Elemente der älteren Form bereits vorhanden sind, zu empfehlen ist. Die vierseitig-prismatische Gestalt, welche der Erfinder den Gläsern zuerst gegeben hat, ist beibehalten worden. Der Braunstein wird aber nicht als loses Pulver angewendet, sondern ist mit einem Klebmittel zu einem Hohlzylinder

gepreßt, wodurch die Thonzelle vermieden ist. In die Lösung wird der cylindrische Zinkstab eingehängt. Das Wichtigste ist, daß durch eine passende Paraffin- und Gummidichtung die Verdunstung so gut wie ganz beseitigt und dadurch das Element viel dauerhafter geworden ist.

Der obere Kasten enthält eine Batterie von sechs Chromsäureelementen nach BUNSEN-POGGENDORFF, von denen eine in Fig. 41, *d* ab-

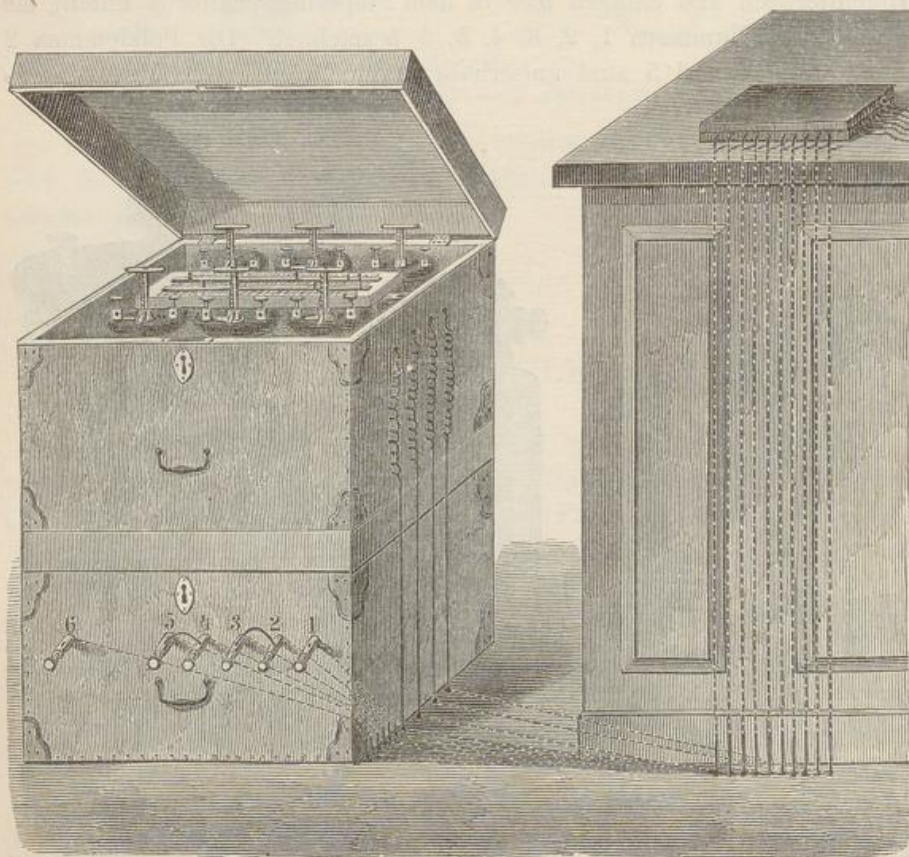


Fig. 42. Standbatterie.

gebildet ist. Vier (oder fünf) Kohlenplatten und drei (oder vier) dazwischen gestellte amalgamierte Zinkplatten sind an einem starken Stabe von Holz befestigt, welcher durch den dicht schließenden Holzdeckel geht, so daß das Ganze aufgezogen und in gehobener Stellung befestigt werden kann. Sämtliche Kohlenplatten sind auf einer dicken Rotgußplatte festgelötet, die mit der einen Klemmschraube auf dem Deckel leitend verbunden ist. Ebenso sind die Zinkplatten unter sich und mit der anderen Klemmschraube verbunden. Sie können behufs der Reinigung seitlich herausgezogen und

wieder eingesetzt werden. Das Glas faßt bis zum unteren Rande der Platten (wenn sie gehoben sind) 4 bis 4,5 l Flüssigkeit. Jedes Element muß einzeln eingetaucht werden, nicht wie bei BUNSEN die ganze Batterie zugleich.* Dies ist anscheinend weniger bequem, gewährt aber folgende Vorteile. Zuvörderst ist es dadurch ermöglicht, die Elemente mit dem Deckel dicht zu verschließen, wodurch Verdunstung besser verhütet wird. Ferner kann man jedes Element einzeln zur Wirkung bringen und beliebig mit jedem anderen kombinieren, um je nach Bedarf schwache oder starke Ströme zu erzeugen. Auch lassen sie sich mit Hilfe des in Fig. 43 (oben) abgebildeten Batterie-Umschalters, der gleich auf den Deckeln der Elemente im Kasten angebracht ist, in beliebiger Weise kombinieren (s. w. u.).

Die Füllung der Elemente geschieht mit der sogenannten Chromsäuremischung, welche man durch Auflösen von 1 kg Kaliumdichromat und 1,25 l konzentrierter Schwefelsäure in 10 l Wasser herstellt. Das Dichromat wird gepulvert angewendet und nicht gleich mit der ganzen Menge Wasser, sondern zuvörderst nur mit 2—3 l übergossen und die Schwefelsäure unter stetigem Umrühren allmählich zugesetzt. Unter Nachgießen der noch fehlenden 7—8 l Wasser wird unter stetem Umrühren die Lösung vollendet. Statt des schwerlöslichen Kaliumdichromats ist das leichter lösliche Natriumsalz $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O}$ durch WALTHER** empfohlen worden, von welchem sich eine weit konzentriertere Lösung herstellen läßt: auf 1 kg des käuflichen Salzes soll man etwa 0,9 l Schwefelsäure und $2\frac{1}{2}$ l Wasser anwenden. (Dieselbe Lösung kann man auch mit Vorteil anstatt der Salpetersäure in den BUNSEN'schen Kohlenelementen benutzen.)

Die Mischung dieser Lösungen ist eine solche, daß die durch Reduktion entstehende grüne Chromsulfatlösung schwerer ist, als die ursprüngliche rote Flüssigkeit und infolgedessen zu Boden sinkt. Da die Platten nur in das obere Drittel der Flüssigkeit eintauchen, so bleiben sie stets mit frischer Lösung in Berührung, bis die grüne Lösung zu ihnen hinauf dringt. Bedingung ist, daß die Elemente völlig ruhig stehen. Man achte sorgfältig darauf, daß nach jedesmaliger Benutzung die Platten sogleich wieder gehoben werden.

Wenn nach längerer Benutzung die Elemente frisch gefüllt werden müssen, so versäume man nicht, auch die Zinkplatten frisch zu amalgamieren. Man trennt sie von den Kohlenplatten und setzt sie in ver-

* *Pogg. Annal.*, Bd. 155.

** *Journal für praktische Chemie* [N. F.], Bd. 31, S. 527. — *Chem. Centr.-Blatt* 1885, S. 833.

dünnte Schwefelsäure, in welcher man zuvor eine angemessene Menge rotes Quecksilberoxyd gelöst hat, wobei sie nur soweit einzutauchen sind, daß die Rotgulfassung aufserhalb der Flüssigkeit bleibt. Hier soll der eingetrocknete Salzüberzug erweichen. Die anfänglich eintretende Wasserstoffentwicklung wird bald schwächer und hört schliesslich ganz auf, sobald sich die Platten durch Bildung eines dünnen Quecksilberüberzugs schwach amalgamiert haben. Sie werden dann herausgenommen, mit einer schmalen Stielbürste mechanisch gereinigt, mit metallischem Quecksilber übergossen (oder in solches eingetaucht) und so lange damit eingerieben, bis sie völlig blank erscheinen. — Wenn die Batterie sehr lange Zeit nicht in Gebrauch gewesen und infolgedessen der Salzüberzug auf den Zinkplatten sehr hart geworden ist, so ist das Amalgamieren eine mühsame und langwierige Arbeit, und führt meistens zu keinem guten Resultate. Es ist deshalb anzuraten, wenn in der Benutzung des Apparats voraussichtlich eine längere Pause eintritt, die Zinkplatten herauszunehmen und, solange der Überzug noch weich ist, zu reinigen. Man kann sie dann wieder einsetzen und braucht sich übrigens, da durch die Deckel der Elemente die Verdunstung verhütet ist, um sie bis zur völligen Erschöpfung der Lösung nicht weiter zu kümmern.

Die Einrichtung des Batterie-Umschalters und seine Verbindung mit den Elementen ist folgende: Auf einer Holzplatte sind zweimal sechs Messingstreifen, *A* bis *F* (Fig. 43), 6—7 mm breit und 2 mm dick, so wie es die Figur zeigt, nebeneinander befestigt. Diese sind mit den Polen der Elemente in ebenfalls leicht ersichtlicher Weise verbunden. Auf ihnen, durch Hartgummi isoliert, liegen querüber zwei andere ebenso breite und dicke Messingstreifen, welche mit $+$ und $-$ bezeichnet sind. Der $+$ -Streifen hat zwischen *C* und *C*, der $-$ -Streifen zwischen *D* und *D* eine Unterbrechung (weiter unten kurzweg „Lücke“ genannt), welche aber durch Einsetzen eines Messingstöpsels ausgefüllt werden kann. An den Kreuzungsstellen der Streifen $+$ und $-$ mit *A* bis *F* sind Durchbohrungen angebracht, in welche man Messingstöpsel einsetzen und dadurch die Verbindung der $+$ und $-$ -Streifen mit den Polen der Elemente herstellen kann. Stöpselt man z. B. *A*— und *A*+, so sind die Pole des Elements *A* mit den Streifen $+$ und $-$ in leitende Verbindung gebracht. Endlich kann auch noch Streifen *A*+ mit *B*—, *B*+ mit *C*— etc. verbunden werden, wenn man in die zwischen beiden angebrachte Bohrung einen Stöpsel einsetzt.

Jeder $+$ und $-$ -Streifen ist durch zwei starke, gut isolierte Drähte mit dem Tischumschalter (Fig. 43, unten, im Grundrifs) verbunden. Dieser besteht aus 10 Querstreifen, 1 bis 10, und sechs darauf liegenden isolierten Längsstreifen, *a* bis *f*. Streifen $+$ des Batterieumschalters ist

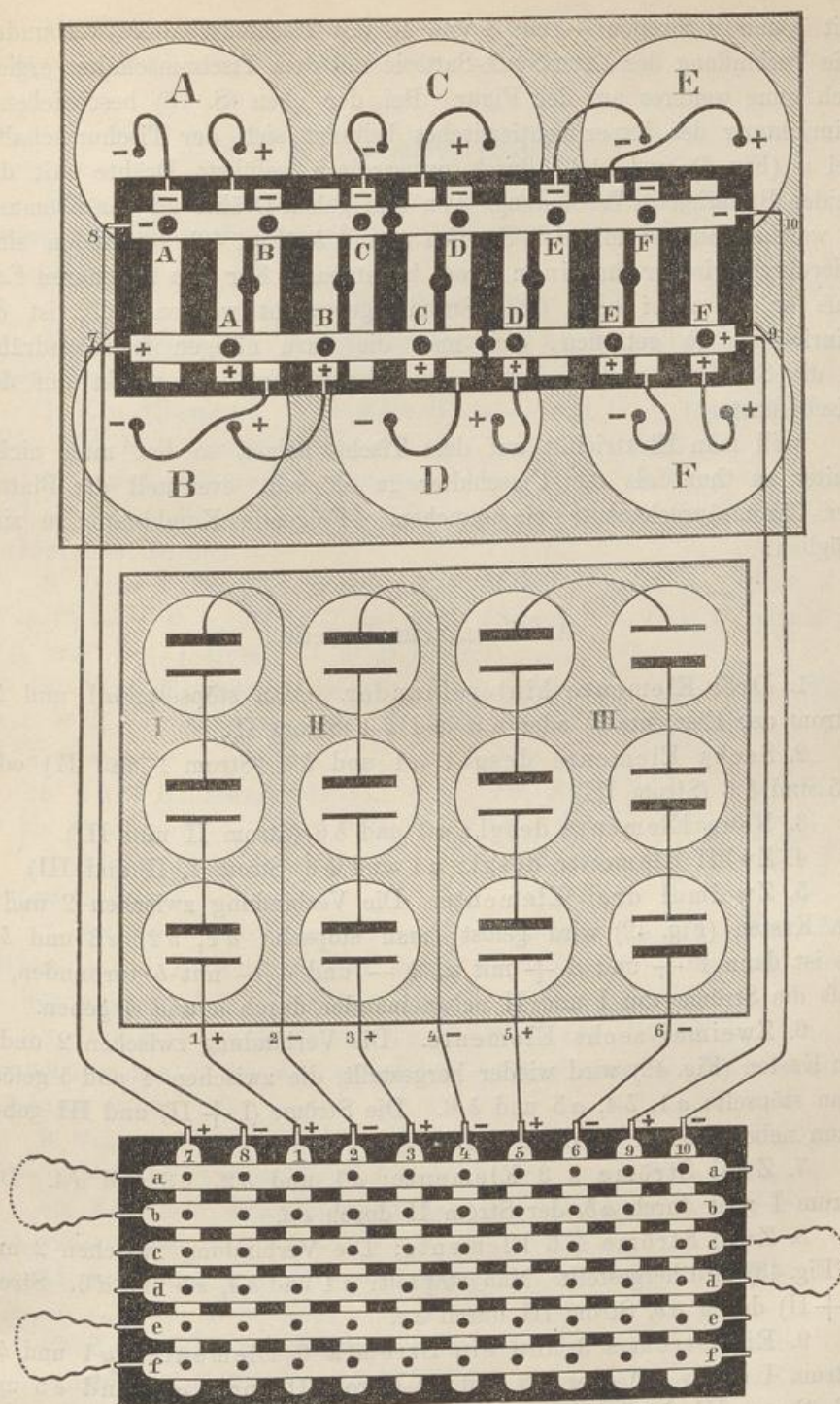


Fig. 43. Standbatterie, Grundriss, nebst Umschalter.

mit 7 und 9 Streifen — mit 8 und 10 des Tischumschalters verbunden. Die Verbindung der LECLANCHÉ-Batterie mit dem Tischumschalter ergibt sich ohne weiteres aus der Figur. Bei der oben (S. 13) beschriebenen Einrichtung des Experimentiertisches befindet sich der Tischumschalter bei *u* (Fig. 6) und steht durch unterirdisch geführte Drähte mit den beiden Batterien in Verbindung. Von ihm gehen Drähte zu den Klemmen *q*, welche dauernd mit den Streifen *a* und *b* (Fig. 43) verbunden sind. Hierdurch wird er für einen Strom benutzbar. Für den selteneren Fall, daß er für zwei oder drei Ströme gebraucht werden soll, ist die Einrichtung so getroffen, daß man die dazu nötigen Leitungsdrähte in die Streifen *c* und *d*, bzw. *e* und *f* einspannt und direkt auf den Tisch führt.

Will man Elektrizität auf dem Tische haben, so hat man nichts weiter zu thun, als den Umschalter zu stöpseln, eventuell die Platten der Chromsäureelemente einzutauchen. Folgende Kombinationen sind möglich:

A. LECLANCHÉ-Batterie.

1. Drei Elemente hintereinander. Man stöpselt: *a* 1 und *b* 2 (Strom der Elemente I) oder *a* 3 und *b* 4 (Strom II).
2. Sechs Elemente desgl.: *a* 1 und *b* 4 (Strom I und II) oder *a* 5 und *b* 6 (Strom III).
3. Neun Elemente desgl.: *a* 3 und *b* 6 (Strom II und III).
4. Zwölf Elemente desgl.: *a* 1 und *b* 6 (Strom I, II und III).
5. Zweimal drei Elemente. Die Verbindung zwischen 2 und 3 am Kasten (Fig. 42) wird gelöst; man stöpselt: *a* 1, *b* 2, *a* 3 und *b* 4. Es ist dann 1 + und 3 + mit *a*, 2 — und 4 — mit *b* verbunden, so daß die Ströme von I und II nebeneinander durch *a* und *b* gehen.
6. Zweimal sechs Elemente. Die Verbindung zwischen 2 und 3 am Kasten (Fig. 42) wird wieder hergestellt, die zwischen 4 und 5 gelöst. Man stöpselt: *a* 1, *b* 4, *a* 5 und *b* 6. Die Ströme (I + II) und III gehen dann nebeneinander durch *a* und *b*.
7. Zwei Ströme à 3 Elemente: *a* 1 und *b* 2, *c* 3 und *d* 4. Der Strom I geht durch *a* *b*, der Strom II durch *c* *d*.
8. Zwei Ströme à 6 Elemente: Die Verbindung zwischen 2 und 3 (Fig. 43) wird hergestellt. Man stöpselt: *a* 1 und *b* 4, *c* 5 und *d* 6. Strom (I + II) durch *a* *b*, Strom III durch *c* *d*.
9. Ein Strom à 3 und ein Strom à 6 Elemente: *a* 1 und *b* 2 (Strom I durch *a* *b*) oder *a* 3 und *b* 4 (Strom II durch *a* *b*) und *c* 5 und *d* 6 (Strom III durch *c* *d*).

10. Drei Ströme: $a1$ und $b2$ (Strom I durch ab), $c3$ und $d4$ (Strom II durch cd), $e5$ und $f6$ (Strom III durch ef).

B. Chromsäure-Batterie.

Wenn hier von einem der Elemente $A-F$ die Rede ist, so ist es selbstverständlich, daß seine Platten eingetaucht werden müssen.

I. Ein einziger Strom.

Man stöpselt am Tischumschalter: $a7$, $b8$, $a9$, $b10$, am Batterieumschalter die Lücke (s. oben).

1. Ein Element. Man stöpselt: $A -$ und $A +$ (Strom A) oder $B -$ und $B +$ (Strom B) etc.

2. Zwei Elemente hintereinander: $A -$, AB , $B +$ (Strom $A + B$) oder $B -$, BC , $C +$ (Strom $B + C$) oder $C -$, CD , $D +$ (Strom $C + D$) etc.

3. Drei Elemente desgl.: $A -$, AB , BC und $C +$ (Strom $A + B + C$) oder $B -$, BC , CD und $D +$ (Strom $B + C + D$) oder $C -$, CD , DE , $E +$ (Strom $C + D + E$) etc.

4. Vier Elemente desgl.: $A -$, AB , BC , CD , $D +$ (Strom $A + B + C + D$) oder $B -$, BC , CD , DE , $E +$ (Strom $B + C + D + E$) etc.

5. Fünf Elemente desgl.: $A -$, AB , BC , CD , DE , $E +$ (Strom A bis E) oder $B -$, BC , CD , DE , EF , $F +$ (Strom A bis F).

6. Sechs Elemente desgl.: $A -$, AB , BC , CD , DE , EF , $F -$ (Strom A bis F).

7. Zweimal ein Element nebeneinander: $A -$, $A +$, $B -$, $B +$ (Strom A und B nebeneinander durch ab und zwar $+$ durch 7 und 9, $-$ durch 8 und 10). Oder $B -$, $B +$, $C -$, $C +$ etc.

8. Dreimal ein Element desgl.: $A -$, $A +$, $B -$, $B +$, $C -$, $C +$ (Strom A neben B neben C , alle durch ab und zwar $+$ durch 7 und 9, $-$ durch 8 und 10).

9. Viermal ein Element desgl.: $A -$, $A +$, $B -$, $B +$, $C -$, $C +$, $D -$, $D +$ (Strom A , B , C , D).

10. Fünfmal ein Element desgl.: $A -$, $A +$, $B -$, $B +$, $C -$, $C +$, $D -$, $D +$, $E -$, $E +$.

11. Sechsmal ein Element desgl.: $A -$, $A +$, $B -$, $B +$, $C -$, $C +$, $D -$, $D +$, $E -$, $E +$, $F -$, $F +$.

12. Zweimal zwei Elemente desgl.: $A -$, AB , $B +$, $C -$, CD , $D +$ (Strom $A + B$ neben $C + D$ durch ab). Oder $B -$, BC , $C +$, $D -$, DE , $E +$; oder $C -$, CD , $D +$, $E -$, EF , $F +$.

13. Zweimal drei Elemente desgl.: $A-$, AB , BC , $C+$, $D-$, DE , EF , $F+$ (Strom A bis C neben D bis F , beide durch ab).

14. Dreimal zwei Elemente desgl.: $A-$, AB , $B+$, $C-$, CD , $D+$, $E-$, EF , F (drei Ströme nebeneinander durch ab).

II. Zwei getrennte Ströme.

Man stöpselt am Tischumschalter: $a7$, $b8$, $c9$, $d10$; am Batterieumschalter wird der Stöpsel aus der Lücke entfernt.

1. Ein und ein Element: $A-$, $A+$ und $D-$, $D+$ (Strom A durch $7a$, $8b$; Strom D durch $9c$, $10d$); oder $B-$, $B+$, $E-$, $E+$ etc.

2. Ein und zwei Elemente: a) $A-$, $A+$ und $D-$, DE , $E+$ (Strom A durch $7a$ und $8b$, Strom D bis E durch $9c$ und $10d$). Oder $B-$, $B+$ und $E-$, EF , $F+$ etc.

b) $A-$, $A+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$ (Strom A ebenso, Strom D neben E durch $9c$ und $10d$) etc.

3. Ein und drei Elemente: a) $A-$, $A+$ und $D-$, DE , EF , $F+$; oder umgekehrt. (Strom A durch $a7$ und $b8$, Strom D bis F durch $9c$ und $10d$.)

b) $A-$, $A+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$ (Strom A ebenso, Strom D neben E neben F durch $9c$ und $10d$).

4. Zwei und drei Elemente: a) $A-$, AB , $B+$ und $D-$, DE , EF , $F+$ oder $B-$, BC , $C+$ und $D-$, DE , EF , $F+$.

b) $A-$, $A+$, $B-$, $B+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$ (Strom A neben B durch $7a$ und $8b$ und Strom D neben E neben F durch $9c$ und $10d$) etc.

5. Drei und drei Elemente: a) $A-$, AB , BC , $C+$ und $D-$, DE , EF , $F+$ (Strom A bis C durch $7a$ und $8b$, Strom D bis F durch $9a$ und $10d$).

b) $A-$, $A+$, $B-$, $B+$, $C-$, $C+$ und $D-$, $D+$, $E-$, $E+$, $F-$, $F+$ (Strom A neben B neben C durch $7a$ und $8b$, Strom D neben E neben F durch $9c$ und $10d$).

Diese Einrichtung genügt allen Anforderungen, die man an eine für Vorlesungszwecke bestimmte Batterie stellen kann. Die LECLANCHÉ-Elemente sind für schwächere Wirkungen bestimmt, z. B. zum Verkupfern, Versilbern, Vergolden, Vernickeln. Die ganze Batterie, kombiniert nach $A, 4$ (s. oben S. 64), giebt schon eine ziemlich lebhaft Wasserzersetzung (die allerdings besser mit der Chromsäurebatterie ausgeführt wird) und erzeugt ein deutlich fühlbares Zucken in den Fingern, wenn man die Poldrähte mit den durch verdünnte Schwefelsäure befeuchteten Fingern berührt. Ferner lassen sich damit in der Elektrizitätslehre die elektro-

magnetischen Versuche (Telegraph, elektromagnetische Kraftmaschine etc.) sehr gut ausführen. Die Chromsäurebatterie wendet man an, wenn größere Elektricitätsmengen gebraucht werden, z. B. zur Elektrolyse von Wasser, Salzsäure, Ammoniak, zum Glühen und Schmelzen von Metalldrähten, zum Betriebe größerer Induktionsapparate und zu elektrischem Licht. (Der STÖHRER'sche Regulator mit Glycerin giebt mit 6 Elementen von der beschriebenen Größe in der Kombination B, I, 6 [S. 65] stundenlang ein gutes und gleichmäßiges Licht, welches schon zu kleinen elektrisch-optischen Versuchen ausreichend ist; und mit einem großen STÖHRER'schen Induktionsapparat lassen sich mit derselben Kombination jederzeit, solange die Batterie noch nicht erschöpft ist, Funken bis 7 cm Länge ziehen.)

Wer über reiche Mittel verfügt, schafft sich eine **Dynamomaschine** an, und zwar eine große für den Betrieb durch zwei Männer, oder noch besser durch eine einpferdige Gaskraftmaschine. Die mir zur Verfügung stehende von FRAAS in Wunsiedel giebt, wie schon erwähnt, bei schärfster Ausnutzung Ströme bis zu 50 Volt bei 18 Ampère (s. oben S. 10).

AKKUMULATOR.

1. **Akkumulator mit Straßenstrom.** Durch die sich immer mehr ausbreitende Errichtung elektrischer Centralen für Licht und Kraft selbst in kleineren Städten ist die Beschaffung einer Akkumulatoren-Batterie immer mehr erleichtert und sicherlich wird kein Lehrer einer höheren Schule die Gelegenheit unbenutzt lassen, sich dieses vorzügliche Hilfsmittel für seinen Unterricht, wenn die sonstigen Verhältnisse es gestatten, dienstbar zu machen. Eine Akkumulatoren-Batterie macht alle anderen galvanischen Apparate überflüssig, welche in Zukunft nur noch für Demonstrationzwecke im Physikunterricht Verwendung finden werden. Damit entfallen auch alle die oft recht mühseligen und zeitraubenden Arbeiten für Füllung, Reinigung und Reparatur der Elemente und — was besonders ins Gewicht fällt — ein galvanischer Strom steht immer zur Verfügung und ist mit größter Leichtigkeit momentan in Thätigkeit zu setzen, ohne daß man zu fürchten braucht, von der Batterie, wenn dieselbe einmal zu außergewöhnlicher Zeit gebraucht wird, im Stich gelassen zu werden. Zwar sind die Kosten für die Einrichtung einer Akkumulatorenbatterie mit allen dazu gehörigen Apparaten nicht unerheblich; aber es ist nur

eine einmalige Ausgabe erforderlich und der Betrieb gestaltet sich im ganzen erheblich billiger, als der mit galvanischen Elementen einschliesslich der recht kostspieligen Erhaltung und Erneuerung derselben durch Füllung und Reparatur.

Für den Chemieunterricht reicht eine Batterie von 6 Akkumulatorzellen der unten beschriebenen Form und Grösse aus. Da eine solche doch aber auch zu gleicher Zeit für den Physikunterricht, wo häufig stärkere Ströme gebraucht werden, Verwendung finden muss, so empfiehlt es sich, die doppelte Grösse zu nehmen, also einen Schrank mit 12 Akkumulatorzellen aufzustellen.

1. Die Batterie. Man wählt Akkumulatoren der „Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft in Hagen i. W.“, welche gerade für den Gebrauch in Schulen vorzüglich geeignet sind. Die passendste Grösse der Zellen ist etwa 20×20 cm im Querschnitt und 25 cm Höhe: Die Zellen (in Glasgefässen) sind in einem Holzschrank mit grossen Glas-thüren an der Vorderseite in zwei Reihen à 3 oder 6 übereinander aufgestellt und vorschriftsmässig mit einem Umschalter (s. unten) verbunden. Die Aufstellung besorgt die Fabrik, die Verbindung mit dem Umschalter der Mechaniker. Der Schrank ist im Innern mit einem säurefesten Lack ausgekleidet, welcher einen sichern Schutz gegen den Angriff des feinen Säurestaubes, der sich besonders gegen das Ende der Ladung entwickelt, darbietet.

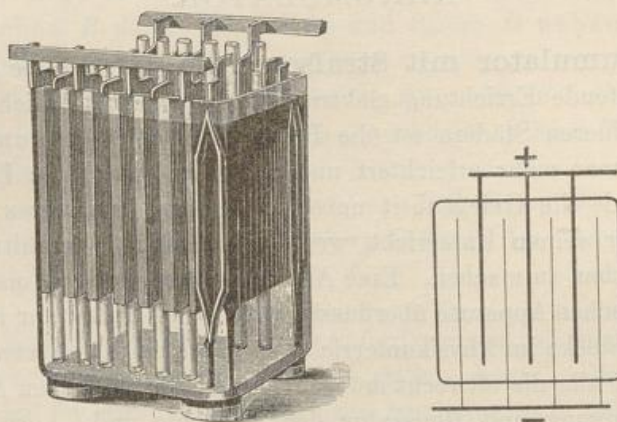


Fig. 44 a und b. Eine Akkumulatorzelle.

Jede Zelle (s. Fig. 44 a und b) enthält 4 Bleiplatten für den negativen Pol und zwischen denselben stehend 3 andere für den positiven Pol. Die —Platten sind nach der einen, die +Platten nach der andern Seite durch angegossene Lappen (Fahnen) nach oben verlängert und jede Abteilung

mit einer gemeinschaftlichen Bleileiste verlötet. Alle Platten hängen mit ihren Fahnen auf den obern Rändern zweier gegenüberliegenden Wände der Glasgefäße, welche so hoch sind, daß unterhalb der Platten noch ein Raum von 6—8 cm frei bleibt. Sie sind durch zwischen gestellte Glasröhren in richtiger Entfernung gehalten und innerhalb der Flüssigkeit voneinander völlig isoliert. So bilden alle zusammen mit der zwischen gegossenen verdünnten Schwefelsäure ein großplattiges Element. Die Schwefelsäure muß chemisch rein, besonders frei von Chlor sein und ist darauf zu prüfen. Sie soll bei der Füllung ein bestimmtes spezifisches Gewicht besitzen, welches in einer von der Fabrik mitgegebenen Instruktion vorgeschrieben ist. Da dieses sich während der Ladung und während des Gebrauchs fortwährend ändert (s. unten), so schwimmt behufs Beobachtung ihrer Konzentration in jeder, oder doch in einigen Zellen je ein besonders für diesen Zweck konstruiertes Aräometer mit flachem Quecksilbergefaß.

Die Aufstellung einer 6-zelligen Batterie in zwei Reihen à 3 Zellen übereinander im Schrank entspricht ganz derjenigen der 6 Elemente *A* bis *F* der oben (S. 65) beschriebenen Chrmsäurebatterie und auch über die Verbindung der Zellen mit dem Umschalter gilt ganz das dasselbst Gesagte. Hiernach ist bei einer 12-zelligen Batterie die Aufstellung in zwei Reihen à 6 Zellen übereinander leicht zu modifizieren.

2. Der Batterie-Umschalter. Derselbe ist an der Vorderseite des Akkumulatorschranks zwischen der oberen und unteren Glastüre in einer solchen Höhe befestigt, daß er leicht bedient werden kann. Für 6 Elemente kann man den auf S. 63 in Fig. 43 abgebildeten und beschriebenen Stöpselumschalter benutzen, dessen Verbindung mit den Zellen ganz so, wie dort angegeben, bewirkt wird. Nur ist zu beachten, daß die Längsstreifen — und + von den Querstreifen *A A* bis *F F* nicht, wie dort gesagt, durch Hartgummi, sondern durch dünne Schieferplättchen isoliert sein müssen, da bei unvorsichtiger Stöpselung während der Ladung Erwärmung der Streifen, Schmelzung des Hartgummis und infolgedessen Kurzschluß eintreten kann, der den ganzen Akkumulator in Gefahr bringen würde. Bei 12 Akkumulatorzellen kann der Umschalter an der Vorderseite des Schranks so eingerichtet werden, daß die 24 Poldrähte der Zellen mit ebensoviel Klemmen in Form von Flügelschrauben verbunden sind, welche in zwei horizontalen Reihen auf einer schmalen Marmorplatte an der Vorderseite des Schranks so übereinander stehen, wie Fig. 46 auf S. 78 zeigt. Die Klemmen der oberen Reihe sind die positiven, die der unteren die negativen Pole. Zur Verbindung der Pole dienen Streifen von mäßig dickem Kupferblech, welche so eingeschlitzt sind, daß sie bequem in die Flügelschrauben hineingeschoben und durch eine Umdrehung der-

selben fest angezogen werden können. In welcher Ordnung dies zu geschehen hat, ist weiter unten, wo über die Schaltung der Batterie zu sprechen ist, näher ausgeführt.

3. Das Schaltbrett für die Ladung und Entladung. Der Straßenstrom von der elektrischen Centralstation, welcher eine Spannung von 110 Volt hat, tritt zunächst durch die beiden Drähte *H* und *R* (Fig. 45) in den Verteilungskasten *K*, wo er, da er doch nicht allein für den Akkumulator dienen soll, in mehrere Zweige: *a*, *b*, *c* und *d* geleitet werden kann. Von diesen führt der eine, z. B. *a*, direkt auf den Experimentiertisch, der zweite *b* zu einer Bogenlampe, der dritte *c* zu einem Motor, der für den Betrieb einer Dynamomaschine (s. oben S. 67) bestimmt ist, und der vierte *d* geht nach dem Schaltbrett, um von dort aus zum Akkumulator geführt zu werden. Alle Zweige sind mit Bleisicherungen versehen, um die Wirkungen eines möglichen Kurzschlusses unschädlich zu machen. Diese vier Eintrittsstellen des Straßenstromes können von einem verschließbaren Kästchen umgeben sein, um Mißbräuche zu verhüten. Hier soll nur der Zweig, welcher zum Akkumulator führt, weiter verfolgt werden. Die anderen werden wohl in das Physikzimmer zu führen sein.

Zuerst tritt jener mit seinem $+$ Pole bei *m* in einen Widerstand *W* (Ladungswiderstand), der dazu bestimmt ist, die zu hohe Spannung des Straßenstromes auf die für die Ladung geeignete herabzumindern (s. unten). Dieser Widerstand besteht aus einer Reihe von Spiralen aus Nickelin oder einem anderen schlecht leitenden Material, welche einen genügend großen Querschnitt haben müssen, um sich beim Durchgang des starken Stromes nur ganz mäßig zu erwärmen. Sie sind so angeordnet, daß man durch Drehung einer Kurbel eine oder mehrere derselben beliebig ausschalten kann, um den Gesamtwiderstand nach Bedarf zu vermindern.

Auf dem Schaltbrett ist ferner ein Voltmeter, ein Ampèremeter und zwischen beiden ein Kommutator befestigt. Der Strom geht von der Widerstandskurbel *n* auf dem Schaltbrett über *v* nach dem $+$ Pole *k* des Batterieumschalters *B* und zweigt bei *e* einen Draht ab, welcher zum Voltmeter *V* führt. Dieser Zweigstrom geht bei seinem Austritt aus dem Voltmeter zu dem Verbindungsdraht *f* zwischen dem Ampèremeter *A* und dem Kommutator *U*. Das Ampèremeter ist andererseits mit dem Punkte *w* verbunden, von wo der Weg des Stromes weiter über *r* zum $-$ Pole *l* des Batterieumschalters *B* (hier für einen 6-zelligen Akkumulator gedacht) geleitet wird. Der Kommutator *U* ist so eingerichtet, daß durch seinen Wirbel *i* entweder, wie in der Figur gezeichnet ist, Verbindung zwischen 2 und 3, oder durch Drehung desselben um 120° (links herum) zwischen 1 und 2 hergestellt werden kann.

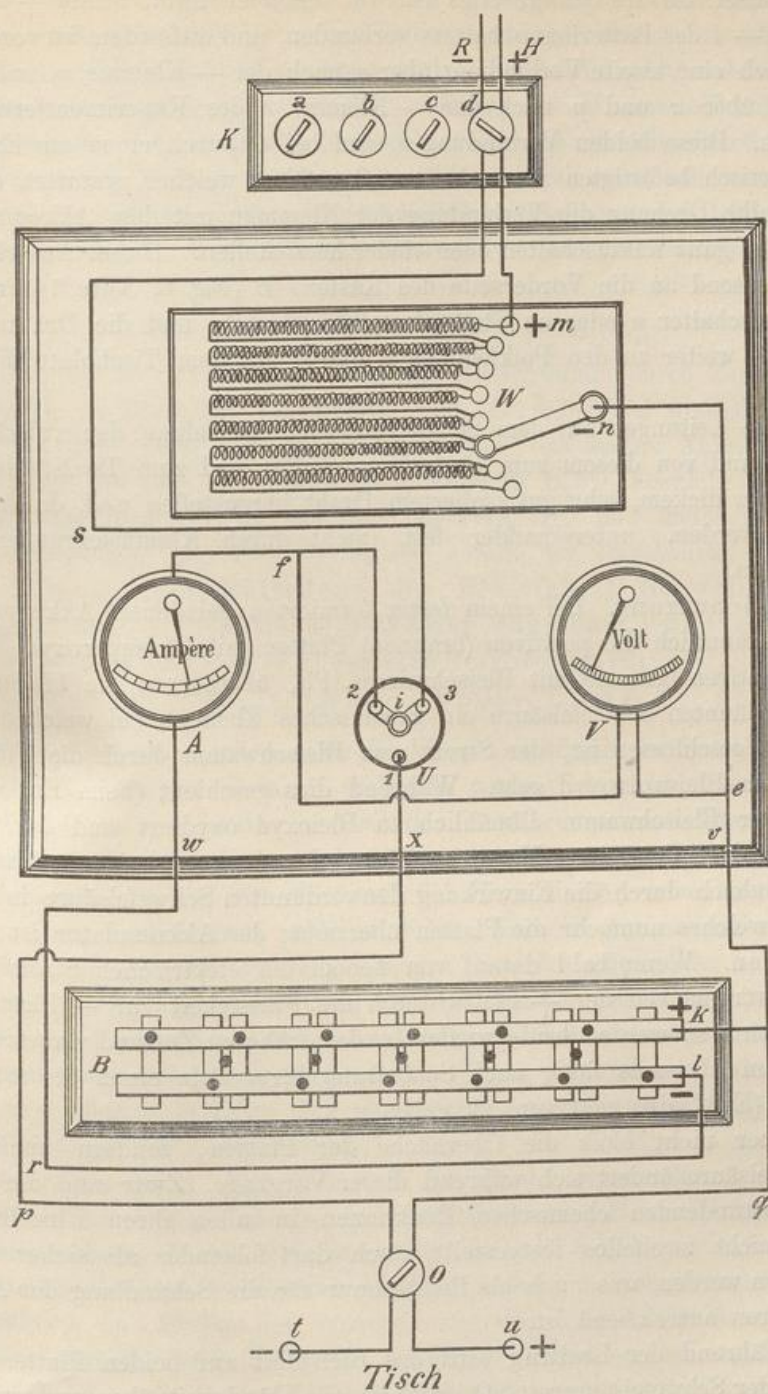


Fig. 45. Schaltbrett und Batterie-Umschalter.

Außerhalb des Schaltbrettes ist, wie schon erwähnt, v mit $+$ k und w mit $-$ l des Batterieumschalters verbunden, und außerdem ist von $+$ k aus noch eine zweite Verbindung über q nach der $+$ Klemme u , und von U aus über x und p nach der $-$ Klemme t des Experimentiertisches geführt. Diese beiden Verbindungen sind bei O durch einen am Experimentiertisch befestigten Ausschalter O geführt, welcher gestattet, durch eine halbe Drehung die Verbindung der Klemmen mit dem Akkumulator entweder ganz auszuschalten oder wieder herzustellen. Dieser Ausschalter wird passend an die Vorderseite des Kastens B (Fig. 6, Seite 14) neben den Umschalter u oder an Stelle desselben gesetzt, und die Drähte von hier aus weiter zu den Polklemmen p und q auf dem Tischblatt (Fig. 7) geführt.

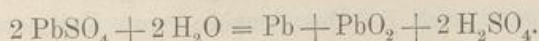
Alle Leitungen auf dem Schaltbrett (mit Ausnahme der zwischen e und f) und von diesem zum Batterieumschalter und zum Tisch sind aus 3—4 mm dickem, sehr gut isoliertem Draht herzustellen und, da sie nie gelöst werden, untereinander fest (nicht durch Klemmschrauben) zu verbinden.

4. Benutzung. Bei einem fertig formierten (geladenen) Akkumulator sind bekanntlich die positiven (braunen) Platten mit Bleisuperoxyd, PbO_2 , die negativen (grauen) mit Bleischwamm, Pb , überzogen; sie bilden mit der verdünnten Schwefelsäure ein galvanisches Element, bei welchem, sobald es geschlossen ist, der Strom vom Bleischwamm durch die Flüssigkeit zum Bleisuperoxyd geht. Während dies geschieht (beim Entladen), wird der Bleischwamm allmählich zu Bleioxyd oxydiert und das Bleisuperoxyd in demselben Maße zu Bleioxyd reduziert; beide verwandeln sich zugleich durch die Einwirkung der verdünnten Schwefelsäure in Bleisulfat, welches nunmehr die Platten überzieht; der Akkumulator ist dann entladen. Wenn bald darauf von neuem ein elektrischer Strom (Ladungsstrom) von der $+$ Platte durch die Flüssigkeit zur $-$ Platte geleitet wird, so werden beide wieder in den früheren Zustand versetzt und sind nun abermals fähig nach Schließung ihrer Pole einen Strom, wie vorher (Entladungsstrom) zu geben u. s. f.

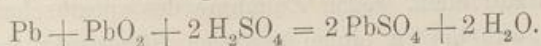
Aber nicht bloß die Oberfläche der Platten, sondern auch die Schwefelsäure ändert sich während dieser Vorgänge. Zwar sind die hierbei stattfindenden chemischen Reaktionen in allen ihren Einzelheiten noch nicht zweifellos festgestellt, doch darf folgendes als sicher angenommen werden, was auch als Richtschnur für die Behandlung der Akkumulatoren ausreichend ist.

Während der Ladung wird das Bleisulfat auf beiden Platten zersetzt: der Schwefelsäurerest SO_4 geht in die Flüssigkeit über und ergänzt sich alsbald, wie sich sogleich zeigen wird, zu H_2SO_4 . An den negativen

Platten bildet sich Bleischwamm, welcher auf denselben haften bleibt; an den positiven aber wird er sofort höher oxydiert, indem er durch Zersetzung von $2\text{H}_2\text{O}$ zwei O aufnimmt und in PbO_2 übergeht, welches auf den positiven Platten haften bleibt, während der Wasserstoff teils zur Ergänzung des SO_4 zu H_2SO_4 (s. oben), welche in die Flüssigkeit übergeht, verwendet, teils an den negativen Platten frei entwickelt wird. Es wird also während der Ladung Schwefelsäure gebildet und Wasser zersetzt, wodurch die Säure des Akkumulators spezifisch schwerer wird:



Während der Entladung wird der Bleischwamm durch Zersetzung von H_2SO_4 in Bleisulfat verwandelt, und die dabei frei werdenden H_2 bilden mit dem einen Atom des PbO_2 Wasser; das andere Atom O desselben giebt mit dem H_2 eines zweiten Moleküls H_2SO_4 ebenfalls Wasser, während der Rest SO_4 an das Blei des PbO_2 tritt und dieses in Bleisulfat verwandelt. Der Vorgang ist also gerade der umgekehrte, d. h. es wird während der Entladung der Flüssigkeit Schwefelsäure entzogen und (synthetisches) Wasser zugeführt, wodurch die Säure des Akkumulators spezifisch leichter wird:



Wahrscheinlich werden diese Reaktionen wohl nie in der hier entwickelten theoretischen Reinheit verlaufen, namentlich nicht an der positiven Platte, wo im Laufe der Zeit das Metall derselben immer tiefer angegriffen wird. Hierbei sprechen mit: die Stärke des Ladungs- und Entladungsstromes und die Zeitdauer der Ruhe nach jedesmaliger Entladung, deren Verlängerung schädlich wirkt. Aber im großen und ganzen zeigt doch bei einem in ordnungsmäßigen Betriebe befindlichen Akkumulator das regelmäßige Anwachsen des spezifischen Gewichts der Säure während der Ladung, und das darauf folgende Sinken desselben bei der Entladung, daß der Hauptvorgang den obigen Gleichungen entspricht, und gerade hierauf gründen sich die gleich zu entwickelnden Regeln für die Behandlung des Akkumulators.

a) Die Ladung. Ein frisch von der Fabrik aufgestellter Akkumulator ist soweit fertig formiert, dass er mit Säure gefüllt werden kann. Diese muß chemisch rein und namentlich frei von Chlor sein, sie muß ein ganz bestimmtes spezifisches Gewicht haben, welches je nach der Konstruktion und Größe des Apparats und der Zahl seiner Zellen verschieden, aber für jedes Exemplar genau vorgeschrieben ist, sagen wir z. B. 1,147 oder 19° Baumé (mit einem Gehalt von etwa 20,3% H_2SO_4). Die Säure soll etwa 3 cm über dem oberen Rande der Bleiplatten stehen.

Soll die Ladung beginnen, so muß zuerst der Batterieumschalter *B* (Fig. 45, S. 71) so gestellt werden, daß alle Zellen hintereinander also „auf Spannung“ verbunden sind; dann ist der Widerstand *W* auf Maximum, der Kommutator *U* auf dem Schaltbrett auf 2—3 (wie in der Figur) und der Ausschalter *O* am Tische auf „offen“ zu stellen. Hierauf kann man dem Straßensstrom durch Schließung des Kontaktes *d* im Verteilungskasten Zutritt geben. Dieser verfolgt nun seinen Weg vom Eintrittsdrahte *H* + durch *m*, *W*, *n*, *e*, *v*, *k*, *l*, *r*, *w*, das Ampèremeter *A*, *f*, 2—3 auf *U* und über *s* zum Rückleitungsdrahte *R* —; zugleich geht ein Zweigstrom von *e* durchs Voltmeter nach *f*. Das Ampère- und Voltmeter stellen sich sofort ein; an ihnen wird die Stärke und Spannung des Ladungsstromes abgelesen. Jene darf nicht zu hoch sein, weil bei zu stürmischer Ladung die Überzüge der Bleiplatten leicht abfallen und überhaupt an Festigkeit verlieren. Deshalb ist die höchste zulässige Ladungsstärke in der Fabriksinstruktion vorgeschrieben, sie betrage z. B. für einen 6-zelligen Akkumulator 13,8, für einen 12-zelligen 16 Ampère. Dies wird durch Drehung der Kurbel *n* auf *W* geregelt. Das Voltmeter zeigt bei 6 Zellen etwa 12 Volt, bei 12 Zellen etwa 24 Volt.

Sobald die Ladung zunimmt, bemerkt man, daß die Aräometer in den Akkumulatorzellen, wegen Zunahme des spezifischen Gewichts der Säure, steigen, was bis zu einem gewissen Höhepunkt fortgeht. Dieser Punkt ist erreicht, wenn in den Zellen nicht nur an den negativen Platten, sondern auch an den positiven eine lebhafte, fast wallende, Gasentwicklung eintritt, welcher Zeitpunkt sich schon vorher durch eine milchige Trübung der Säure — eine Folge der Entwicklung vieler feiner Gasbläschen an den Platten — ankündigt. Der Akkumulator ist nun geladen und die Aräometer haben ihren höchsten Stand erreicht, welcher auf der Skala der Instrumente durch eine rote Linie deutlich sichtbar gemacht ist. Das Voltmeter ist zuletzt bis etwa 13—14 (bezw. 26—28) Volt gestiegen. Weiter soll die Ladung nicht fortgesetzt werden. Man stellt also den Straßensstrom *H* bei *d* ab, wodurch der Zeiger des Ampèremeters auf Null herabgeht, während derjenige des Voltmeters die Ladungsspannung der Batterie angiebt, solange die Stöpselung des Batterieumschalters nicht aufgehoben wird. Dies muß natürlich durch Entfernung der Stöpsel oder der verbindenden Kupferblechstreifen (s. oben) geschehen, sobald der Strom nicht weiter gebraucht werden soll.

b) Die Entladung. Diese tritt bei der Benutzung des Instruments ein. Soll sie ins Werk gesetzt werden, so braucht (nach richtiger Stöpselung des Umschalters) bloß der Kommutator *U* auf 1—2 und — nach der Einschaltung des Versuchsinstruments auf dem Tische zwischen den Klemmschrauben *t* und *u*, einschließlichs eines Entladungswiderstandes

(s. unten) — der Ausschalter O auf „zu“ gestellt zu werden. Diese zwei einfachen Griffe genügen, um, wenn die Ladung des Akkumulators immer in Ordnung gehalten wird, jederzeit auf dem Experimentiertische einen elektrischen Strom zur Verfügung zu haben. Derselbe geht dann vom $+$ Pole k des Batterieumschalters über q durch den Ausschalter O zur $+$ Klemme u des Tisches, dort durch die aufgestellten Apparate zur $-$ Klemme t , durch den Ausschalter O über p und x zum Kommutator U über 1—2 und f nach dem Ampèremeter A und über w und r nach dem $-$ Pole l des Batterieumschalters zurück. Außerdem bleibt das Voltmeter V durch den Zweigstrom ef eingeschaltet; ausgeschaltet aber ist der Ladungswiderstand W und der Straßenstrom bei d .

Während der Versuche findet in den Zellen keine Gasentwicklung statt; es wird, wie oben gezeigt, Wasser gebildet und Schwefelsäure gebunden, deshalb nimmt das spezifische Gewicht der Säure ab und die Aräometer sinken. Dies darf nicht so lange fortgesetzt werden, bis der Akkumulator vollständig entladen ist, sondern muß zeitiger unterbrochen werden. Deshalb ist an den Skalen der Aräometer ein zweiter roter Strich etwas oberhalb des ersteren angebracht, welcher die Grenze der Entladung anzeigt. Nur innerhalb dieser beiden Striche darf geladen und entladen werden, man hat also am Stande der Aräometer zugleich ein stets sichtbares Merkzeichen für den Grad der Ladung, da diese proportional mit dem spezifischen Gewicht der Säure steigt und fällt. Sobald der obere rote Strich unter dem Flüssigkeitsspiegel verschwindet, muß von neuem geladen werden, was auf die allereinfachste Weise dadurch geschieht, daß man O auf „offen“, U auf 2—3 stellt; den Umschalter (wenn er nicht schon so steht) auf Spannung stößt, den Kontakt d schließt und die Stromstärke des Ladungsstromes durch die Stellung der Kurbel am Widerstand W regelt.

Die Wiederladung kann schon eher erfolgen, bevor die zulässige Grenze der Entladung erreicht ist, wozu man passender Weise die Unterrichtspausen benutzen kann; denn es ist Vorschrift, daß die Zellen nicht längere Zeit hindurch im partiell oder gar total entladenen Zustand stehen bleiben dürfen, sondern im Ruhezustande immer voll geladen sein müssen, was besonders bei größeren Pausen von Wochen oder Monaten wohl zu beachten ist. Die Oberflächen der Bleiplatten eines teilweise oder ganz entladenen Akkumulators sind nämlich, wie schon erwähnt, mit Bleisulfat bedeckt, welches sich im Ruhezustande der Batterie allmählich mehr und mehr verdichtet und später beim Gebrauch nicht wieder vollständig zersetzt wird, wodurch sich die Kapazität des Akkumulators vermindert, also seine Wirksamkeit geringer wird. Ja selbst beim voll geladenen Instrument, welches also auf seinen negativen

Platten nur Bleischwamm und auf den positiven Platten nur Bleisuperoxyd hat, bildet sich bei längerer Ruhe durch die Einwirkung der Schwefelsäure allmählich etwas Bleisulfat, wodurch der Ladezustand sinkt. Daher kommt es, daß ein bis zur reichlichen Gasentwicklung voll geladener Akkumulator nach einigen Wochen Ruhe nicht mehr voll geladen ist, also nach Schließung des Ladungsstromes nicht sogleich wieder Gas entwickelt, sondern erst nach einiger Zeit. Deshalb muß man bei längeren Unterrichtspausen zeitweilig, spätestens alle zwei Wochen, den Ladungsverlust wieder ergänzen, was ja, wie oben gezeigt, ohne alle Mühe geschehen kann. — Sollte sich in der Batterie aber dennoch durch Versäuerung der einen oder anderen Vorsichtsmaßregel soviel festes Bleisulfat gebildet haben, daß ihre Kapazität dauernd vermindert ist, so läßt sie sich durch geeignete Behandlung doch wieder auf ihre normale Beschaffenheit bringen. Man braucht sie nämlich nur beträchtlich zu überladen, d. h. ihre Ladung weit über die normale Grenze hinaus fortzusetzen. Hierdurch wird allmählich durch die Einwirkung des sich energisch entwickelnden Sauerstoffs und Wasserstoffs im Entstehungszustande das Bleisulfat wieder zersetzt und in Bleischwamm, bezw. Bleisuperoxyd verwandelt.

Eine weitere Vorsicht, die man dem Apparate angedeihen lassen muß, besteht darin, die Zellen immer in richtiger Höhe mit Säure gefüllt zu erhalten. Deshalb muß man den Stand des Flüssigkeitsspiegels immer kontrollieren: ist derselbe durch Verdunstung und Wasserzersetzung soweit gesunken, daß er nicht mehr 1 cm über den obersten Rändern der Platten steht, so muß nachgefüllt werden. Zum Nachfüllen verwendet man entweder destilliertes (chlorfreies!) Wasser oder eine verdünnte Säure von bestimmtem spezifischen Gewicht. Ob das eine oder das andere zu geschehen hat, hängt von dem Säuregehalt der Flüssigkeit bei der letzten vollen Ladung ab. Auch hierüber müssen in der Instruktion Vorschriften gegeben sein. Man achte sorgfältig darauf, daß niemals mit stärkerer Säure nachgefüllt wird, als nötig ist!

Endlich ist auch noch darauf zu achten, daß die einzelnen Zellen der Batterie sich immer in einem gleichen Ladungszustand befinden, was man durch passende Schaltung derselben erreicht. Die Potentialdifferenz (Spannung) einer Akkumulatorzelle beträgt 2 Volt, also kann man bei der 6-zelligen Batterie über Ströme von 2—12 Volt, bei der 12-zelligen über solche bis 24 Volt verfügen, wenn alle Zellen hintereinander (auf Spannung) verbunden sind. Ströme von so hoher Spannung werden bei chemischen Versuchen selten nötig sein, deshalb könnte man in den meisten Fällen mit weniger Elementen arbeiten, was man z. B. bei der 6-zelligen Batterie durch Stöpselungen wie oben

S. 65 für die Chromsäurebatterie unter 1 bis 5, 7 bis 10 und 12 erreicht. Da aber hierdurch die einzelnen Elemente in verschiedener Weise in Anspruch genommen werden und später eine gleichmäßige Ladung nur schwierig wieder zu erreichen ist, so ist es vorzuziehen, immer alle Zellen arbeiten zu lassen, was dadurch geschieht, daß man die Elemente entweder alle oder mehrere in einzelnen Gruppen nebeneinander verbindet. Hierdurch lassen sich innerhalb der oben angegebenen Grenzen Ströme der verschiedensten Spannung erzeugen, z. B. beim 6-zelligen Akkumulator von 2—12 Volt durch Stöpselungen wie:

2 Volt: $A-$, $A+$; $B-$, $B+$; $C-$, $C+$; $D-$, $D+$; $E-$, $E+$; $F-$, $F+$.

4 Volt: $A-$, AB , $B+$, $C-$, CD , $D+$; $E-$, EF , $F+$.

6 Volt: $A-$, AB , BC , $C+$, $D-$, DE , EF , $F+$.

8 Volt: $A-$, AB , BC , CD , $D+$; $E-$, EF , $F+$.

10 Volt: $A-$, AB , BC , CD , DE , $E+$; $F-$, $F+$.

12 Volt: $A-$, AB , BC , CD , DE , EF , $F+$;

und beim 12-zelligen Akkumulator zwischen 2 und 24 Volt durch Verbindungen nach dem Schema auf S. 78.

Um nun aber, was bei chemischen z. B. galvanoplastischen Versuchen von besonderer Wichtigkeit ist, die richtige Stromstärke (Ampère) und dadurch die beste Stromdichte zu erzielen, benutzt man auf dem Experimentiertisch einen Vorschaltwiderstand (Entladungsrheostat) aus dickem Neusilber- oder Nickelindraht, den man mit der Klemme t oder u verbindet und erst daran die Versuchsapparate legt. Man stellt ihn auf sein Maximum, welches etwa 2 Ohm beträgt und geht dann zurück, wenn nötig, bis auf 0 Ohm. Dieser Widerstand ist am besten ein sogenannter Walzenrheostat aus dickem Nickelindraht, bei dem letzterer auf einem Cylinder spiralgewickelt ist, und durch Verschiebung eines Kontaktzeigers die richtige Widerstandsgröße auf Bruchteile eines Ohm giebt.

Durch Einhaltung aller dieser Vorschriften und Vorsichtsmaßregeln wird man den Akkumulator immer in gutem, gebrauchsfähigen Zustand erhalten. Sie erscheinen beim Lesen etwas kompliziert, sind aber nach ordnungsmäßiger Gewöhnung in der Ausführung so unbedeutend, so ganz minimal, daß die darauf zu verwendende Arbeit absolut nicht in Betracht kommt, besonders wenn man den dadurch erwachsenden relativ großen Gewinn ins Auge faßt, aller wirklich zeitraubenden und oft recht mühseligen Arbeiten, wie sie zur Erhaltung, Neufüllung und Wiederherstellung galvanischer Elemente nötig sind, gänzlich überhoben, und dann doch nicht sicher zu sein, im Bedarfsfalle wirklich einen passenden Strom zur Verfügung zu haben.

größten Form mit 66 Elementen eine Spannung von ca. 4 Volt giebt, und einer Leistung von zwei großen Bunsenelementen entspricht. Der innere Widerstand beträgt 0,7 Ohm. Für die Verbindung dieser Thermosäule mit einer Akkumulatorenbatterie empfiehlt CARL ELBS* folgende Anordnung (Fig. 47).

Die Thermosäule *Th* ist mit der Akkumulatorenbatterie *Akk₁* und *Akk₂* leitend verbunden. Jede Abteilung derselben besteht aus 4 bequem in Holzkästen tragbaren Akkumulatoren, deren Gewicht in gefülltem Zustand nebst Zubehör ungefähr 8 kg beträgt. Diese Kästen sind bei *u₁* und *u₂* mit Umschaltern verbunden, welche gestatten, die Zellen eines jeden Kastens hinter- oder nebeneinander zu schalten. *W* ist ein Rheostat mit Widerständen von 0,1—2 Ohm, *G* ein Galvanometer und

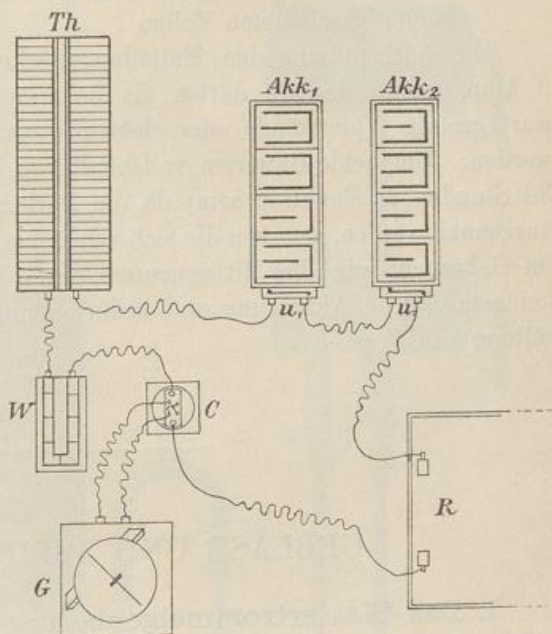


Fig. 47.

C ein Kommutator, um den Strom für genaue Ablesungen umzukehren. Die Thermosäule verbraucht stündlich 170—180 l Gas und ihre mittlere elektromotorische Kraft beträgt 4,1 Volt bei einem inneren Widerstand von 0,68 Ohm. Die mittlere elektromotorische Kraft einer Akkumulatorenzelle ist gleich 2,05 Volt, ihre Kapazität 8 Ampèrestunden und ihr innerer Widerstand 0,05 Ohm.

Durch Verbindung der Thermosäule allein oder in Kombination mit Akkumulatoren erhält man folgende elektromotorischen Kräfte und innere Widerstände:

	Volt	Ohm
1. Thermosäule allein	4	0,7
2. Thermosäule mit einer nebeneinander geschalteten Akkumulatorenbatterie	6	0,71
3. Thermosäule und beide Akkumulatorenbatterien wie oben	8	0,73

* *Chemiker-Zeitung* Bd. 17, S. 66 u. 97. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, I, S. 410.

4. Thermosäule und eine Batterie mit nacheinander geschalteten Zellen	Volt 12	Ohm 0,9
5. Thermosäule und eine Batterie mit neben- und eine mit nacheinander geschalteten Zellen . .	14	0,91
6. Thermosäule und beide Batterien mit nacheinander geschalteten Zellen	20	1,10

Die höchste zulässige Entladungsstärke einer Akkumulatorzelle ist 3 Ampère und deshalb dürfen die höheren Spannungen nur bei Gegenwart großer Widerstände oder elektromotorischer Gegenkräfte angewandt werden. Um beide Batterien vollständig zu laden, muß die Thermosäule 30 Stunden in Funktion sein; da die Batterien aber niemals vollständig ausgenutzt werden, genügen die sich von selbst ergebenden Unterbrechungen im Gebrauch, wie die Mittagspausen etc. Die Akkumulatoren erleiden keine merkliche Abnutzung und bedürfen nur höchst selten einer Nachfüllung von Wasser.

GEBLÄSE UND ASPIRATOREN.

1. Das Wassertrommelgebläse ist durch BUNSEN in eine Form gebracht worden, welche es zu einem für Laboratorien höchst brauchbaren Apparate macht. Es besteht aus zwei Hauptteilen: der eigentlichen Wassertrommel *W* (Fig. 48) und dem möglichst hoch über derselben angebrachten Wasserabflußapparate *V*, *V'*. Die Wassertrommel ist ein 1—1,5 m hoher, etwa 20 cm weiter Cylinder von Kupfer- oder Zinkblech mit abgerundeten Enden. Vom unteren Ende geht ein Rohr *a* ab, welches schwanenhalsförmig nach oben und dann wieder nach unten umgebogen ist. Seine innere Weite beträgt etwa 3 cm. An der höchsten Stelle der Biegung ist ein kurzes offenes Rohr *c* aufgesetzt. In dem oberen Ende des Cylinders *W* münden drei Röhren, von welchen zwei, *b*, *b*, zu dem oberen Reservoir führen, während die dritte, ebenfalls schwanenhalsförmig umgebogen, zu dem Experimentiertische führt und mit dem Hahne *G* (Fig. 6 und 7) verbunden ist. Das obere Reservoir besteht aus zwei kleineren Cylindern, von denen der untere durch das Rohr *r* Zufluß aus der Wasserleitung erhält, während von dem oberen ein Bleirohr *s* abwärts geht und entweder kurz abgeschnitten ist, oder auch mittels eines längeren Bleirohrs zum Experimentiertisch geführt und dort wie *G* mit einem Hahn versehen werden kann. Dieses Rohr wird man wählen, wenn es

an einer Filterpumpe (siehe unter „Wasserluftpumpe“ S. 86 und „Filtrieren“) mangelt, weil es, da das obere Reservoir *V'* saugend wirkt, recht gut zur Herstellung einer mäßigen Luftverdünnung benutzt werden kann. Wo

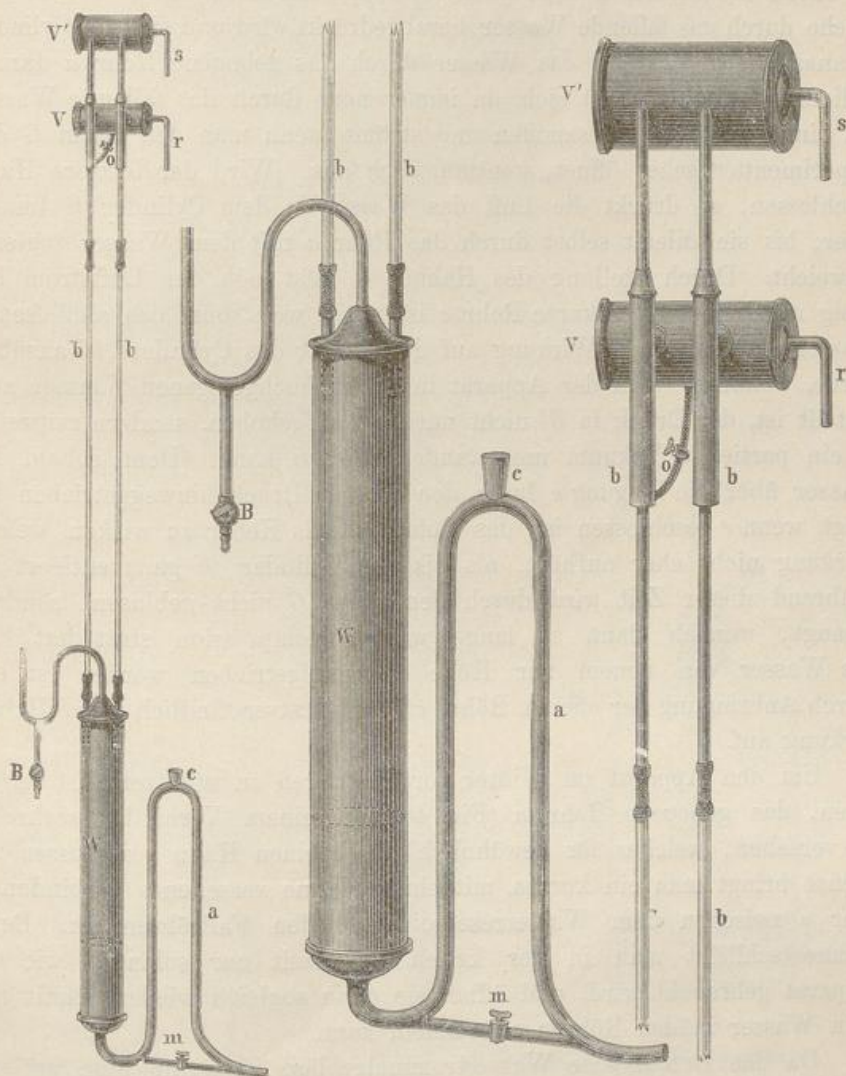


Fig. 48. Wassertrommelgebläse.

aber eine gut wirkende Wasserluftpumpe vorhanden ist, wird die Benutzung dieser saugenden Wirkung des Wassertrommelgebläses entbehrlich. Die Entfernung der beiden Teile *W* und *V* beträgt 5–8 m. Bei unzureichender Höhe des Zimmers kann entweder der ganze Apparat oder wenigstens der obere Teil außerhalb desselben aufgestellt werden, nur ist

selbstverständlich, daß der Wasserhahn, durch welchen man den Zufluß zum Reservoir *V* regelt, im Zimmer sein muß.

Sobald man diesen Hahn öffnet, steigt das Wasser nach *V*, fällt von da durch die beiden Röhren nach *W*, saugt durch das Rohr *s* Luft ein, welche durch das fallende Wasser herabgedrückt wird und sich im Cylinder *W* ansammelt, während das Wasser durch das gebogene Rohr *a* daraus abfließt. Die Luft preßt sich, da immer neue durch das fallende Wasser mit eingeführt wird, zusammen und strömt, wenn man den Hahn *G* des Experimentiertisches öffnet, kontinuierlich aus. Wird der letztere Hahn geschlossen, so drückt die Luft das Wasser in dem Cylinder *W* immer tiefer, bis sie zuletzt selbst durch das Rohr *a* mit dem Wasser zugleich entweicht. Durch Stellung des Hahnes *G* läßt sich der Luftstrom beliebig regulieren. Das kurze Rohr *c* ist nötig, weil sonst das abfließende Wasser eine saugende Wirkung auf den Inhalt des Cylinders *W* ausüben würde, wodurch, wenn der Apparat in einem hochgelegenen Zimmer aufgestellt ist, der Druck in *W* nicht nur ganz aufgehoben, sondern zeitweilig in ein partielles Vakuum umgewandelt werden kann. Denn sobald das Wasser über die Biegung *c* durch den inneren Druck hinweggetrieben ist, fängt, wenn *c* geschlossen ist, das Rohr *a* an als Heber zu wirken, welche Wirkung nicht eher aufhört, als bis der Cylinder *W* ganz entleert ist. Während dieser Zeit wird durch den Hahn *G* nicht geblasen, sondern gesaugt, wonach dann so lange wieder Kompression statt hat, bis das Wasser von neuem zur Höhe *c* hinaufgetrieben worden ist etc. Durch Anbringung der offenen Röhre *c* hört selbstverständlich diese Heberwirkung auf.

Um den Apparat im Winter vor Einfrieren zu schützen, ist es geraten, das gebogene Rohr *a* (Fig. 48) mit einem Verbindungsrohr *m* zu versehen, welches für gewöhnlich durch einen Hahn geschlossen ist; ebenso bringt man ein kurzes, mit einem Hahne versehenes Verbindungsrohr *o* zwischen dem Wasserreservoir und den Fallröhren an. Beide Hähne schließt man in der kalten Jahreszeit nur solange, wie der Apparat gebraucht wird, und öffnet sie dann sogleich wieder, damit sich kein Wasser in den Röhren ansammeln kann.

Da das BUNSEN'sche Wassertrommelgebläse immerhin eine größere bauliche Einrichtung verlangt, können für kleinere Verhältnisse als Ersatz auch andere Apparate dienen, die ihren Zweck in mehr oder weniger ausgiebiger Weise erfüllen.

Sehr einfach ist z. B. der folgende von KALECSINSZKY herrührende, in Fig. 49 und 50 abgebildete Apparat.* Der Hauptbestandteil besteht

* *Chem. Centr.-Blatt* 1885, S. 546.

aus einer gläsernen oder metallenen oder auch aus Glasröhren und Korken zusammengestellten Wasserluftpumpe *A*, welche mit einem weiteren Rohr *a* (1,5 cm) und einem längeren Rohr (1,5 m) verbunden ist und durch einen Kork in der Mitte einer größeren Flasche *B* (Fig. 50) endigt. An der unteren Öffnung der Flasche befindet sich ein S-förmig gebogenes Ausflusrohr *c*, welches etwas enger als das untere Ende *B* der Wasserluftpumpe sein muß. Durch den Kork geht noch ein zweites Rohr *d*, welches die Luft abführt. Beim Gebrauch verbindet man die Wasserleitung mit der Öffnung *a*: das Wasser fällt durch das lange Rohr hinab und reißt fortwährend durch die Röhre *b* Luft mit.

Für geringeren Luftbedarf, immerhin aber noch ausreichend zur Speisung einer Gebläselampe, sind Wassertrommelgebläse von kleineren Dimensionen konstruiert worden, die man sich selbst aus Glasteilen zusammensetzen kann.

BEUTELL* hat einen Apparat dieser Art konstruiert, welcher in Fig. 51 bis 53 abgebildet ist. Das als Wasserstrahlpumpe wirkende

Einsaugungsrohr für Luft zeigt Fig. 51. Das obere Ende *a* ist mit der Wasserzuleitung verbunden. Es ist bei *b* konisch verengt und

unterhalb *b* bei *d* wieder kugelförmig erweitert, dann bei *e* abermals verengt und unterhalb *e* mit einer Biegung versehen, wodurch das Wiedertreten der eingesogenen Luft verhütet wird; *f* ist das untere Austrittsende für Luft und Wasser. In der kugelförmigen Erweiterung *d* ist seitlich eine Öffnung *e* angebracht, durch welche die Luft eingesogen

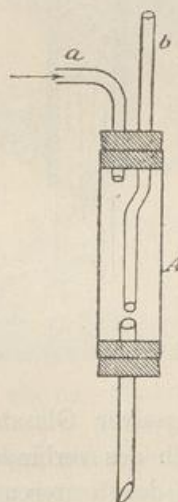


Fig. 49.

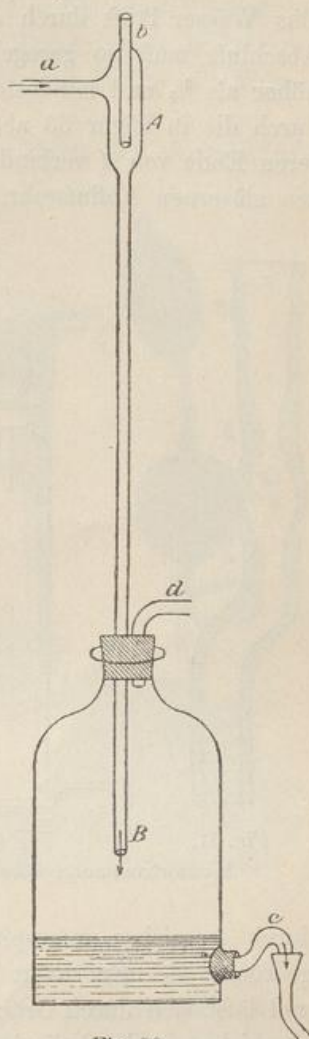


Fig. 50.

Wassertrommelgebläse nach KALECSINSZKY.

* Chemiker-Zeitung, Bd. 11, S. 1381. — Chem. Centr.-Blatt 1888, S. 61.

wird. Das Rohr ist oben mittels durchbohrten Gummistöpsels auf einen etwa 1,5 l fassenden Fußcylinder aufgesetzt (Fig. 52). Der Stöpsel trägt außerdem noch das gebogene Glasrohr *L*, welches zur Gebläselampe führt. Das Wasser läuft durch *A* am unteren Ende des Cylinders ab. Dieser Abschluß muß so geregelt werden, daß das Wasser den Cylinder nie höher als $\frac{2}{3}$ und mindestens $\frac{1}{2}$ desselben füllt. Diese Regulierung kann durch die in Figur 53 abgebildete Einrichtung, welche man mit dem unteren Ende von *A* verbindet, bewirkt werden; sie besteht aus einem kurzen gläsernen Abflußrohr, welches an einer Stelle verengt ist. *G* ist ein

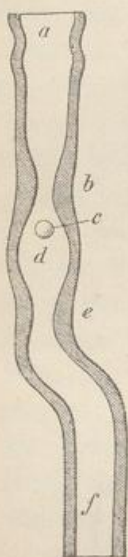


Fig. 51.

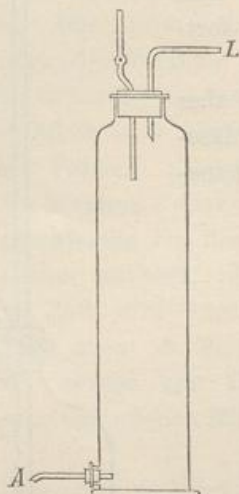


Fig. 52.

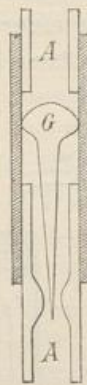


Fig. 53.

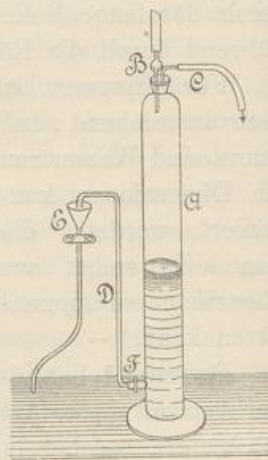


Fig. 54.

Wassertrommelgebläse
nach BÖMER.

Wassertrommelgebläse nach BEUTELL.

durch Ausziehen zugespitzter massiver Glasstab, welcher oben flachgedrückt ist. Er steckt innerhalb des verbindenden Kautschukschlauchs und läßt sich durch Drücken auf den letzteren von außen leicht auf- und abschieben, wodurch die Ausflußröhre erweitert oder verengt werden kann.

BÖMER* hat diesen Apparat in folgender Weise verbessert. Der etwa 25 cm hohe Fußcylinder *A* dient als Wassertrommel, seine obere Öffnung ist mit einem doppelt durchbohrten Gummistöpsel verschlossen, welcher einerseits das als Wasserstrahlpumpe dienende Rohr *B* und andererseits das zur Gebläselampe führende Gasableitungsrohr *C* trägt. Bis

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1889, S. 390. — Chem. Centr.-Blatt 1889, II, S. 620.

dahin ist der Apparat dem BEUTELL'schen ganz gleich. Den Wasserabfluß aber bewirkt BÖMER nicht in der von BEUTELL angegebenen Weise, sondern durch das bei *F* eingesetzte, schwanenhalsförmig gebogene Rohr *D*, wie beim Wassertrommelgebläse von BUNSEN. Der Trichter *E* leitet das austretende Wasser ab. Hierdurch wird der Wasserabfluß selbstthätig reguliert, so daß der Cylinder *A* immer etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt bleibt.

2. Der Glasbläsertisch (Fig. 55) ist ein Tisch, der ein mit Zink-

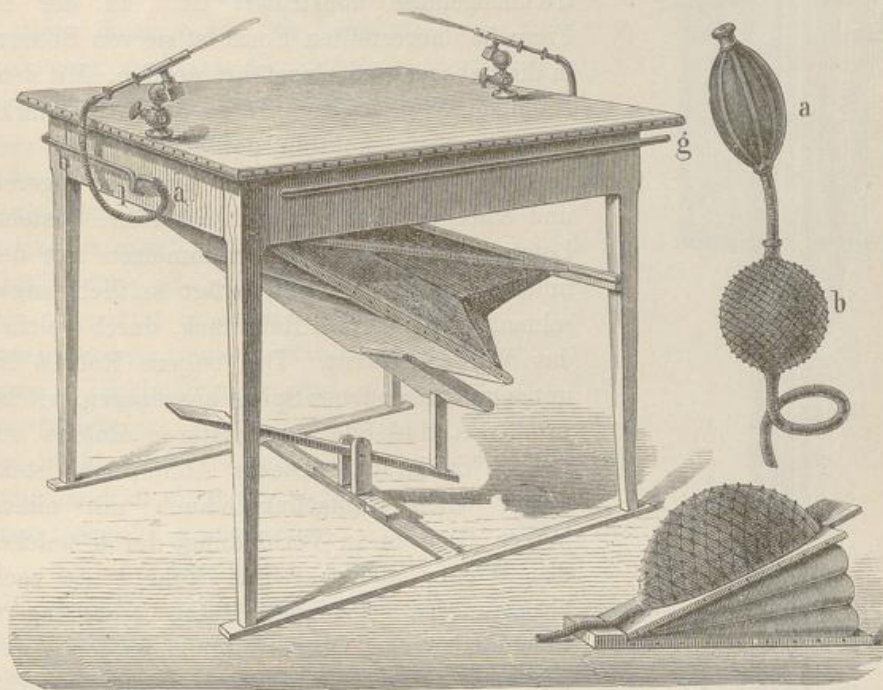


Fig. 55. Glasbläsertisch.

blech beschlagenes Blatt und unter demselben einen doppelten Blasebalg hat, welcher leicht durch den Fuß in Thätigkeit gesetzt werden kann. Das Windrohr *l* endigt oberhalb des Tischblattes und wird direkt in die Hülse eines Glasgebläses geführt. Um kräftigere Wirkungen zu erzielen, setzt man zwei Gebläse einander gegenüber, deren Flammen man auf einen Punkt konzentrieren kann. Das Windrohr teilt sich zu diesem Zwecke in zwei Teile, *a* und *b*, welche die Flammen versorgen; *g* ist das Gasrohr. — Der Glasbläsertisch wird durch das Wassertrommelgebläse vollständig ersetzt.

In Figur 55 sind noch zwei kleine Gebläse mit Kautschukbeutel als Windsack abgebildet. Das obere ist ein Handgebläse, welches durch

Drücken von *a* in Thätigkeit gesetzt wird; die Luft wird in *b* komprimiert und giebt einen kontinuierlichen Strom. Die untere Abbildung stellt ein

kleines Fußgebläse dar, welches den Glasblästertisch leidlich gut ersetzen kann.

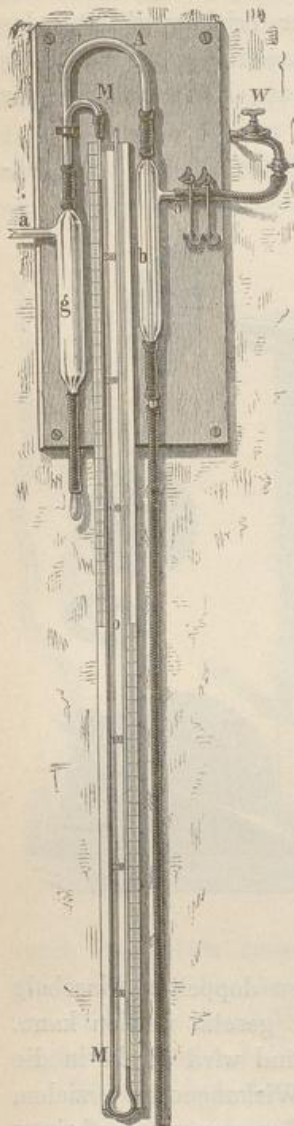


Fig. 56. Wasserluftpumpe
nach BUNSEN.

3. Die Wasserluftpumpe. Sie dient zur Erzeugung eines leeren Raumes ohne Anwendung mechanischer Kraft und beruht auf demselben Prinzip, nach welchem das Wassertrommelgebläse konstruiert ist. In der in Figur 56 dargestellten Form ist sie von BUNSEN in die Laboratorien eingeführt worden. Mit dem Hahn der Wasserleitung *W* ist durch ein starkwandiges Kautschukrohr der Glaskörper *b* verbunden, welcher aus einer inneren engeren und einer weiteren äußeren Glasröhre besteht. Letztere ist oben durch Anschmelzen mit der inneren verbunden und trägt seitlich angeschmolzen ein kurzes Rohrstück, durch welches das Wasser eintritt. Das engere Rohr *b* ist unten zu einer offenen Spitze ausgezogen, welche in das Abflusende des weiteren Rohres ein wenig hineinragt. Dieses Abflusende steht durch einen Kautschukschlauch mit einem langen Bleirohr in Verbindung, durch welches das Wasser abfließt. Das Rohr *b* ist nach oben in eine gekrümmte Röhre *A* verlängert, welche mit einem Quecksilbermanometer *M* und mit dem Glaskörper *g* in Verbindung steht. Dieser endlich führt durch *a* auf möglichst kurzem Wege zu dem Hahn *U* des Experimentiertisches und kann durch diesen mit dem zu evakuierenden Gefäße verbunden werden. Über das Rohr *g* ist unten ein kurzes Stück starkwandiger Kautschukschlauch geschoben, welcher durch einen Glasstöpsel verschlossen ist. Wird der Wasserhahn geöffnet, so saugt das fallende

Wasser Luft aus der unteren Spitze des Roh-

res *b* und führt sie im Fallen ab.

Hierbei sind verschiedene Punkte zu beachten. Will man ein Vakuum, welches der Dampfspannung bei der Temperatur des Wassers möglichst nahe kommt, erzeugen, so muß das Fallrohr eine Höhe von

mindestens 13 m haben und am unteren Ende etwa $\frac{1}{2}$ m nach oben umgebogen sein. Denn, obgleich eine dem Atmosphärendruck gleichkommende, ruhende Wassersäule nur 10,3 m hoch ist, so ist doch das Fallrohr niemals in seiner ganzen Höhe mit Wasser gefüllt, weil es Luft aus dem zu evakuierenden Gefäß mit sich führt und überdies, besonders bei zu starkem Wasserstrom, das Wasser in der Fallröhre eine große Reibung erleidet, welche wie ein Gegendruck wirkt. Um den letzteren Übelstand möglichst zu verringern, hat BUNSEN an dem Gummischlauch, welcher das Wasser zuführt, zwei Hähne angebracht, von denen der äußere dazu dient, den Schlauch so zu verengen, daß das Wasser nur mit ganz geringem Überdruck in das Glasrohr eintritt; der andere Hahn ist mit einem abnehmbaren Schlüssel versehen, und wird ein für allemal so gestellt, daß die beste Wirkung erzielt wird. Man legt probeweise an den Hahn *U* des Experimentiertisches einen verschlossenen, starkwandigen Glaskolben an, evakuiert, setzt die Pumpe in Thätigkeit und reguliert unter Beobachtung des Manometers den Hahn mit dem Schlüssel durch Auf- oder Zudrehen so lange, bis die günstigste Wirkung erzielt ist. Verhütet man dann durch Beseitigung des Schlüssels, daß der Hahn nachträglich wieder verstellt werden kann, so wird die Pumpe später immer regelmäÙig arbeiten, auch wenn der Hahn der Wasserleitung in unvorsichtiger Weise rasch aufgedreht wird; andernfalls aber geschieht es leicht, daß Wasser durch das Rohr *A* zurückschlägt. Um für einen solchen Fall den Eintritt von Wasser in das Saugrohr zu verhüten, ist das Glasrohr *g* angebracht, welches als Wassersack wirkt.

Seit der Einführung der Wasserluftpumpe in die Laboratorien durch BUNSEN ist sie in mannigfacher Weise abgeändert und verbessert worden und hat besonders in der Form, welche ihr ARZBERGER und ZULKOWSKY* gegeben haben, außerordentliche Verbreitung gefunden. Diese Wasserstrahlpumpe hat den großen Vorzug, daß sie keines Fallrohrs, dafür aber eines kräftigen Wasserstrahls unter Hochdruck bedarf. Sie wird in Metall (oder Glas) ausgeführt und ist in Figur 57 abgebildet. Das Wasser tritt seitlich unmittelbar aus der Wasserleitung ein, und läuft durch ein kurzes Rohr *b* ab. Der Eintritt der aspirierten Luft erfolgt durch das obere, seitlich angebrachte Rohr, welches im Innern des Apparats senkrecht umgebogen ist und in eine feine Spitze *a* endigt, die bis in das Ablaufrohr hinein reicht. Der an der Biegung angebrachte Hahn (Lufthahn) ist einfach gerade durchbohrt. Das Gehäuse, in dem er sich dreht, ist auf $\frac{1}{4}$ Teil seines Umfangs mit einer einge-
frästen Nut (*a* der Nebenfigur) versehen, welche eine bleibende Verbin-

* *Liebigs Annalen*, Bd. 176, S. 327.

dung des oben angebrachten Vakuummeters mit dem zu evakuierenden Gefäß vermittelt, und hat gegenüber dem Lufteinsaugungsrohr eine feine

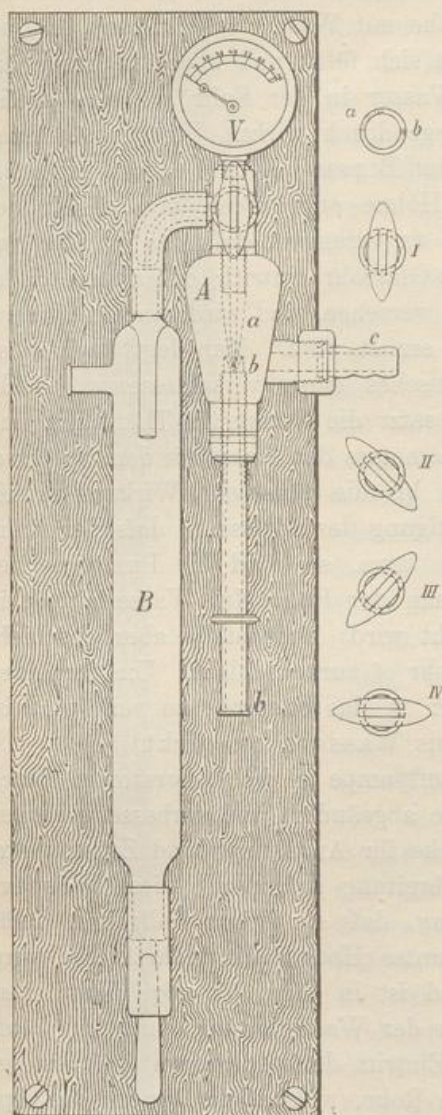


Fig. 57. Wasserstrahlpumpe nach
ARZBERGER-ZULKOWSKY.

Gummiring *f* aufliegt. Dieser hat drei Einschnitte *g*, durch welche beim Evakuieren Luft in das mit der Wasserstrahlpumpe verbundene Glasrohr *e*

Öffnung *b*. In der Stellung I verbindet der Hahn beide Teile mit der Wasserstrahlpumpe, bewirkt also das Evakuieren; in der Stellung II und III ist die Pumpe geschlossen, das Gefäß aber mit dem Vakuummeter verbunden und in der Stellung IV endlich kann Luft durch die Öffnung *b* (Nebenfigur) zugelassen werden. Will man den Apparat in Gang setzen, so giebt man dem Lufthahn zuerst die Stellung II oder III, öffnet dann den Wasserhahn und bringt erst, nachdem das Wasser fließt, den Lufthahn in die Stellung I, nicht aber umgekehrt, sonst tritt leicht Wasser in das auszupumpende Gefäß oder wenigstens in das verbindende Rohr, was in der Regel große Unbequemlichkeiten bereitet. Um hiergegen ganz gesichert zu sein, schaltet man vorteilhaft einen Wassersack *B* ein, wie in der Figur zu sehen ist oder statt dieses ein sogenanntes Rückschlagventil, von welchem verschiedene Konstruktionen gebräuchlich sind.

Das Rückschlagventil von HAASE* hat folgende Einrichtung (Fig. 58). *A* ist ein starkwandiges Glasrohr mit Gummistöpseln *b* und *c* am oberen und unteren Ende. Darin bewegt sich ein Schwimmer *B*, welcher auf einem festen

* Chemiker-Zeitung, Bd. 16, S. 113. — Chem. Centr.-Blatt 1892, I, S. 364.

tritt. Wenn der Druck in der Leitung sich verringert, wird *B* durch das eindringende Wasser gehoben und an den Stöpsel *b* angedrückt, durch welchen das mit dem Vakuum verbundene Rohr *d* nicht ganz hindurchgesteckt ist, damit sich *B* fest anlegen und den Durchtritt von Wasser verhindern kann.

Ein anderes, einfacher konstruiertes Rückschlagventil nach BERLEMONT* besteht ganz aus Glas (Fig. 59). Das Gefäß wird bei *A* mit der

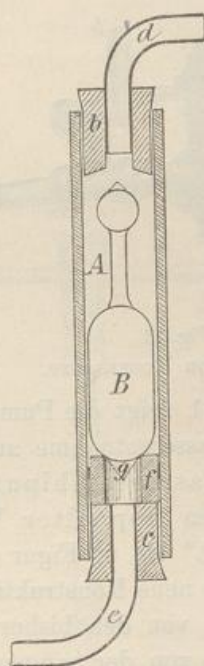


Fig. 58.

Rückschlagventil nach HAASE.

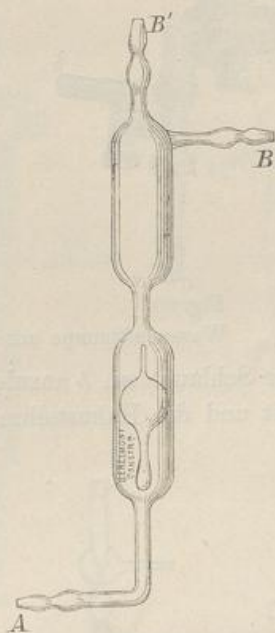


Fig. 59.

Rückschlagventil nach BERLEMONT.

Leitung, und bei *B* mit dem zu evakuierenden Apparat verbunden. Die Öffnung bei *B'* dient dazu, um eventuell ein zweites Gefäß anzuschließen, und wird, wenn das nicht nötig ist, durch eine Kautschukklappe verschlossen, welche man nur abzunehmen braucht, um Luft einzulassen. Das Ventil in der unteren Abteilung des Gefäßes wird, wenn das Wasser bei *A* eindringt, gehoben und verschließt mit seiner geschliffenen Spitze die eingeschnürte Stelle, so daß das Wasser nicht zurücktreten kann.

Eine sehr kompendiöse Einrichtung ist die Wasserluftpumpe mit Rückschlagventil von HUGERSHOFF** (Fig. 60 und 61). Diese Neuerung

* *Bull. Paris* [3] 13. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 467.

** *Chem. Centr.-Blatt* 1892, II, S. 769.

besteht darin, daß das auf sehr geringe Dimensionen verkürzte Saugrohr *c* oben mit einer drehbaren Hülse *e* versehen ist, die mittels einer Schraube, *a*, an jedem Wasserleitungshahn befestigt werden kann, wodurch jede besondere Einrichtung für Aufstellung derselben im Laboratorium überflüssig gemacht ist. Figur 60 veranschaulicht die Stellung zum Saugen fertig,

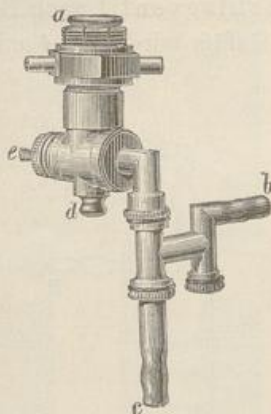


Fig. 60.

Wasserluftpumpe mit Rückschlagventil von HUGERSHOFF.

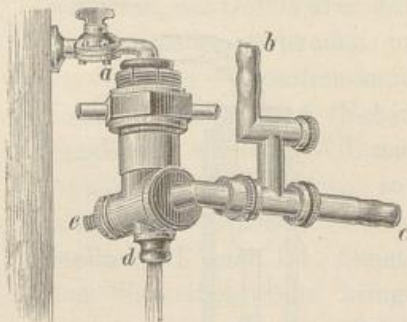


Fig. 61.

wobei der Schlauch an *b* anzulegen ist. Figur 61 zeigt die Pumpe außer Thätigkeit und die Hahnstellung für direkte Wasserentnahme aus *d*.

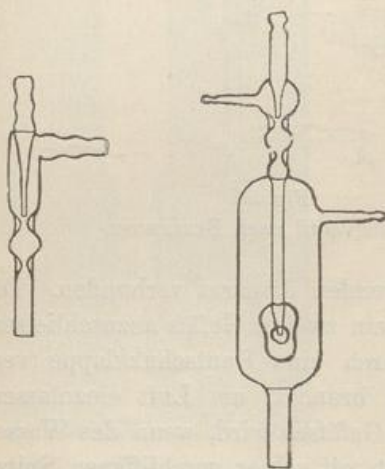


Fig. 62.

Wasserstrahlpumpe nach WETZEL.

den Wasserzufluß so regulieren, daß die zwischen beiden Einschnürungen befindliche Kugel sich nicht mit Wasser füllt. Die Wirkung ist bei spar-

Eine Wasserstrahlpumpe von gewissermaßen doppelter Wirkung nach WETZEL* ist in Figur 62 abgebildet. Diese neue Konstruktion unterscheidet sich von den bisher üblichen dadurch, daß von der saugenden Wirkung des fallenden Strahls eine mehrfache Anwendung gemacht wird. Wie aus der Figur ersichtlich, befindet sich unterhalb des ersten Injektors eine kugelförmige Erweiterung, welche einen kapillaren Ausfluß hat und dann in das Abflußrohr mündet. Das Wasser wird also in beiden Injektoren seine Saugwirkung ausüben und der Effekt wird doppelt werden. Um diesen voll ausnützen zu können, muß man jedoch

* Ber. 30, S. 537. — Chem. Centr.-Blatt 1897, I, S. 841.

samem Wasserverbrauch eine sehr befriedigende, während z. B. ein Gefäß von 3 Liter Rauminhalt von einer gut ausgeführten Pumpe der alten Form erst in 18 Minuten unter Verbrauch von 80 Liter Wasser bis auf 9 mm Druck evakuiert wurde, erzielte das neue Modell in 5 Minuten unter Inanspruchnahme von nur $27\frac{1}{2}$ Liter Wasser ein Vakuum bis auf 7 mm.

Sehr zweckmäßig ist auch die ganz aus Glas gefertigte Wasserstrahlpumpe von GREINER und FRIEDRICHS* Fig. 63. Sie besteht aus

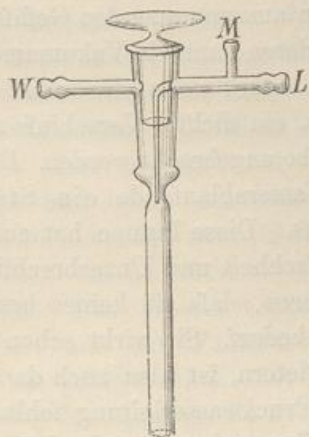


Fig. 63. Wasserstrahlpumpe
 von GREINER und FRIEDRICHS.

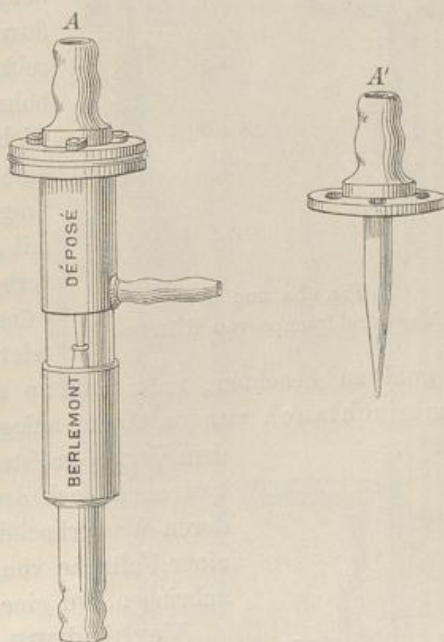


Fig. 64. Wasserstrahlpumpe
 von BERLEMONT.

zwei zusammengeschliffenen Teilen und kann daher leicht gereinigt werden. Ausserdem kann man durch Drehung des Hahns gleichzeitig Luft und Wasser absperren, wodurch das Zurücksteigen des Wassers in die Saugleitung vermieden wird.

Die Wasserstrahlpumpe von BERLEMONT* unterscheidet sich von den bisher angegebenen Konstruktionen nur dadurch, daß sie mit Metallfassungen aus vernickeltem Kupfer versehen ist. Das Einspritzrohr *A* läßt sich auf diese Weise leicht herausnehmen (*A'*) und die Pumpe mit Bequemlichkeit reinigen. Auch ist das Glas durch die Fassung besser geschützt.

Eine höchst einfache Form der Wasserstrahlpumpe ist die von

* *Zeitschr. f. angewandte Chemie* 1893, S. 174. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, I, S. 913.

** *Bull. Paris* [3] 15, S. 917. — *Chem. Centr.-Blatt* 1896, II, S. 818.

KÖRTING, Fig. 65, *a* in äußerer Ansicht und *b* im Längsschnitt. Sie besteht aus einem kreuzförmigen Gufsstück in Messing, dessen Längsarm

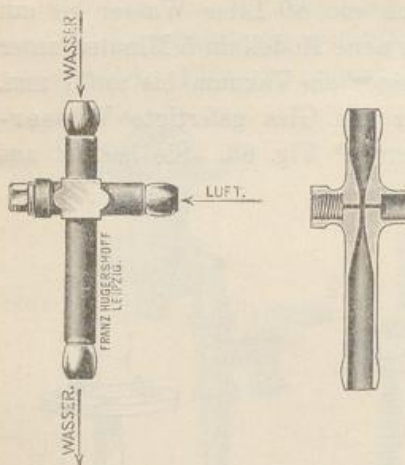


Fig. 65a und b.

Wasserstrahlpumpe von KÖRTING.

eine sich nach der Mitte verengende und nach dem oberen und unteren Ende erweiternde Durchbohrung von genau berechneter Form hat. Senkrecht zu dieser steht eine zweite engere Durchbohrung des Querarms. Das Wasser durchströmt die Längsbohrung und reißt von beiden Öffnungen der Querbohrung Luft mit, so daß nach beiden Richtungen hin evakuiert wird. Die eine Seite verbindet man mit der Leitung zu den auszupumpenden Gefäßen; mit der anderen kann ein Vakuummeter verbunden, oder, wenn das nicht erwünscht ist, ein dichter Verschluss mittels Schraube angebracht werden. Doch

ist wohl zu beachten, daß man an das Wasserablaufende ein Stück Gummischlauch von ca. 20 cm anlegen muß. Diese Pumpe hat außer dem Vorzug größter Einfachheit und Unzerbrechlichkeit auch noch den anderen, daß sie keines besonderen Wasserhochdrucks bedarf. Sie wirkt schon bei einer Fallhöhe von vier Metern, ist also auch da anzubringen, wo eine Hochdruckwasserleitung fehlt.

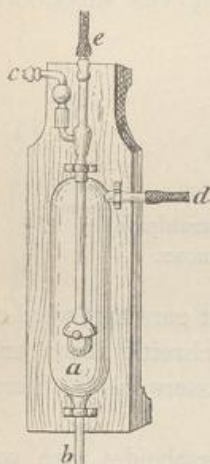


Fig. 66. Wasserstrahlpumpe nach STUHL.

Verbindung des Wassertrommelgebläses mit der Wasserstrahlpumpe. Daß man das BUNSEN'sche Wassertrommelgebläse zugleich als Wasserluftpumpe benutzen kann, ist bereits oben S. 80 und 81 ausgeführt worden. Dies geschieht einfach dadurch, daß man das Saugrohr *s* (Fig. 48) bis zum Experimentiertisch verlängert und dort mit einem Hahn verbindet. Doch ist die saugende Wirkung keine besonders starke und reicht etwa nur zum „Filtrieren unter vermindertem Druck“ aus (s. weiter unten im Kapitel: Filtriereinrichtungen).

Wirksamer ist die Benutzung des aus einer Wasserstrahlpumpe abfließenden Wassers zur Erzeugung von Gebläsewind, wie z. B. in der Wasserstrahlpumpe von MAX STUHL*, welche nach Belieben als Ge-

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1891, S. 449. — Chem. Centr.-Blatt 1891, II, S. 516.

bläse und als Saugpumpe benutzt werden kann. Dieser Apparat besteht in seinem oberen Teile aus der eigentlichen Wasserstrahlpumpe (nach dem Prinzip von ARZBERGER-ZULKOWSKY) und in seinem unteren Teile aus einem Wassertrommelgebläse mit dem Luftsammelraum *a* und dem Wasserabflußrohr *b*. Das Wassereintrömröhr *e* steht mit der Wasserleitung in Verbindung. Soll der Apparat als Gebläse dienen, z. B. für eine Glasbläserlampe, so verbindet man letztere mit *d* und öffnet den Wasserhahn langsam so weit, bis der Luftstrom die gewünschte Stärke hat und der Raum *a* noch wasserfrei bleibt. — Will man den Apparat als Luftpumpe benutzen, so verbindet man das Rohr *c* mit den zu evakuierenden Gefäßen, schließt *d* mit einer beigegebenen Gummikappe und öffnet den Wasserhahn langsam, worauf man in wenigen Minuten ein annäherndes Vakuum erzielt. Der Wasserverbrauch ist gering, und ein Wasserdruck von 1 Atm. genügt schon. Die Handhabung des Apparats ist höchst einfach, was durch Hinweglassung aller Regulierungshähne bedingt ist.

Noch andere Apparate dieser Art sind konstruiert, die aber hier übergangen werden mögen, weil bei der doppelten Benutzung des Wasserstroms in demselben Apparate die Wirkung des Gebläses in der Regel zu wünschen übrig läßt.

Mehr zu empfehlen ist die Anordnung eines getrennten Saug- und Blaseapparats auf einem Brett, wie in dem durch Figur 67 dargestellten Tableau zum Saugen und Blasen von FRANZ HUGERSHOFF. Links ist eine Wassertrommel nach BUNSEN'schem Prinzip und rechts davon eine KÖRTING'sche Wasserstrahlpumpe. Der Wasserzufluß wird für jede durch einen besonderen Apparat geregelt; der Wasserabfluß erfolgt durch eine gemeinsame Röhre. Für die Wassertrommel läßt sich letzterer durch einen besonderen, am unteren Ende desselben angebrachten Hahn

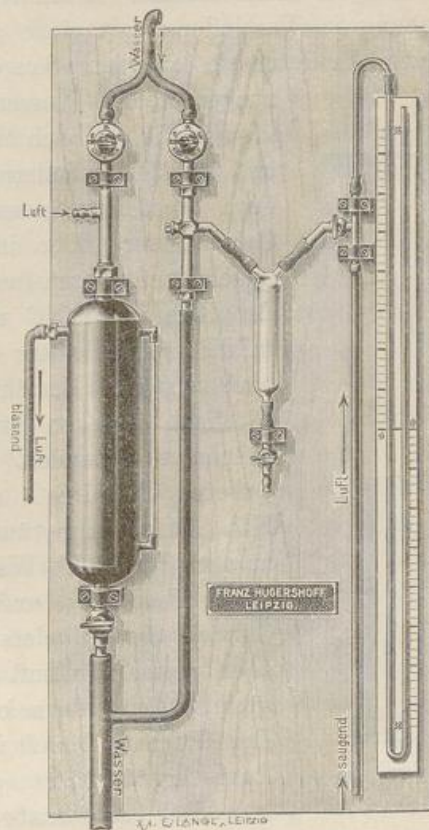


Fig. 67. Tableau zum Saugen und Blasen von FRANZ HUGERSHOFF.

regeln. Die anderen auf dem Tableau angebrachten Apparate sind: ein Wassersack, das Saugrohr (biegsam aus Blei) und damit verbunden ein Manometer. Der Gebrauch ergibt sich hiernach von selbst.

Saugapparat zur Hervorbringung eines ganz gleichmäßigen Luftstroms. Einen Apparat, welcher bei einfacher Handhabung in Verbindung mit einer gewöhnlichen Wasserluftpumpe oder einem Aspirator ein konstantes Saugen der Luft ermöglicht und Veränderungen in den Wasserdruckverhältnissen ausgleicht, findet

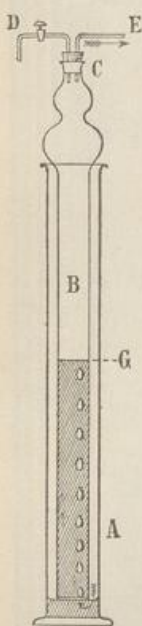


Fig. 68.

man in Fig. 68 nach MOLNÁR* abgebildet. Derselbe besteht aus zwei Glaszylindern, aus dem äußeren, weiteren A, von etwa 4 cm Durchmesser und einem inneren, B, von 3 cm Durchmesser. Der innere Zylinder ist am oberen Teil kugelig aufgeblasen (um etwaige Spritztropfen aufzufangen); der Hals ist bei C mit einem doppelt durchbohrten Kork luftdicht verschlossen; durch die Bohrungen des Korks gehen zwei gebogene Glasröhren D und E, deren eine mit einem Glashahn versehen ist; die andere wird mit der Wasserluftpumpe verbunden. Beim Gebrauch beschickt man den äußeren Zylinder A mit Wasser bis zu einer passenden Höhe, um den gewünschten Zug hervorzubringen. Indem nämlich bei E die Wasserluftpumpe wirkt, steigt das Wasser in B so lange aufwärts, bis in A das Niveau die untere Öffnung des Zylinders B erreicht hat, z. B. bis G; dann kann weiter nur Luft eintreten, und es bleibt die Wassersäule, welche einen konstanten Zug bewirkt, unverändert. Der Glashahn bei D ist noch für weitere Regulierung des Zuges erwünscht.

Über Apparate zur Regulierung des Drucks beim Gebrauch der Wasserluftpumpe vergl. weiter unten im Abschnitte über Destillieren.

LAMPEN.

Bei den in Laboratorien gebräuchlichen Gaslampen und anderen Heizapparaten ist allein das BUNSEN'sche Prinzip der Gasfeuerung in Anwendung, welches darin besteht, daß gleichzeitig mit dem in den Apparat

* *Repertorium der analytischen Chemie*, Bd. 6, S. 563. — *Chem. Centr.-Blatt* 1886, S. 897.

eintretenden Gasstrome eine entsprechende Menge Luft in den Brenner eintritt, doch nicht in einer für die vollkommene Verbrennung ausreichenden Menge. Sie mischt sich mit dem Gase und giebt erst an der Öffnung des Brenners die Flamme. Diese soll rein blau, nicht leuchtend, brennen, welcher letzterer Fall dann eintritt, wenn verhältnismäßig zu wenig Luft oder zu viel Gas in den Brenner eingedrungen war. Man wird in diesem Falle die Gasausströmungsöffnung zu verengern oder das Loch, durch welches die Luft eindringt, zu erweitern haben. Tritt umgekehrt verhältnismäßig zu viel Luft oder zu wenig Gas ein, so schlägt die Flamme zurück, und das Gas brennt gleich an seiner Ausströmungsöffnung innerhalb der Lampe, was nicht sein darf. In diesem Falle ist die Gasausströmungsöffnung etwas zu erweitern oder das Loch für die Lufteinströmung zu verkleinern. Nicht selten kommt es vor, daß Lampen, welche anfangs gut gebrannt haben, durch den Gebrauch die Eigenschaft annehmen, während des Brennens zurückzuschlagen. Man kann das in der Regel dadurch etwas korrigieren, daß man die Gasausströmungsöffnung, die sich etwas verstopft hat, wieder gut ausputzt. Auch die Beschaffenheit des Leuchtgases übt selbstverständlich einen Einfluß auf die Flamme der Lampe aus; denn je nachdem es mehr oder weniger reich an Kohlenstoff ist, verlangt es mehr oder weniger Luft, um richtig zu brennen. Daher werden Lampen, die für ein kohlenstoffarmes Gas eingerichtet sind, rußig brennen, sobald sie mit einem kohlenstoffreichen Gase gespeist werden, und umgekehrt werden Lampen, die für ein reicheres Gas reguliert waren, bei Anwendung eines ärmeren Gases zurückschlagen. Im ersteren Falle muß die Gasausströmungsöffnung verengt, im letzteren erweitert werden. Endlich ist auch die Form der Brennerröhre von Einfluß. Eine Erweiterung derselben nach oben begünstigt nämlich das Zurückschlagen außerordentlich, wogegen umgekehrt durch eine Verengerung das Zurückschlagen verhütet werden kann. Rollt man einen etwa fingerbreiten, 5 bis 6 cm langen Streifen dünnen Kupferblechs in doppelten oder dreifachen Windungen zusammen und steckt diesen kurzen Blechcylinder bis zur Hälfte in die obere Öffnung des Brennerrohrs, wo er sich selbst durch die Elastizität des Kupferblechs hält, so wird die Flamme dadurch zwar etwas kleiner, aber man kann den Hahn bis fast zum Verlöschen der Flamme schließen oder den Brenner noch so heftig bewegen, ohne daß dadurch ein Rückschlag der Flamme eintritt.

1. **Einfache Brenner.** Die einfachste Gestalt der BUNSEN'schen Lampe ist der einfache Brenner (Fig. 69 und 70, in seine beiden Teile zerlegt). Man hat auch derartige Lampen mit Hahn (Fig. 72) und solche mit einer Vorrichtung zum Regulieren des Luftstroms (Fig. 71 bis 73), was dadurch erreicht wird, daß man noch einen mit Einschnitten ver-

sehenen Ring über das Brennrohr schiebt, durch dessen Drehung man die Luftöffnungen beliebig verengern kann. In Figur 74 ist ein einfacher BUNSEN'scher Brenner abgebildet, bei dem man durch Zudrehung des

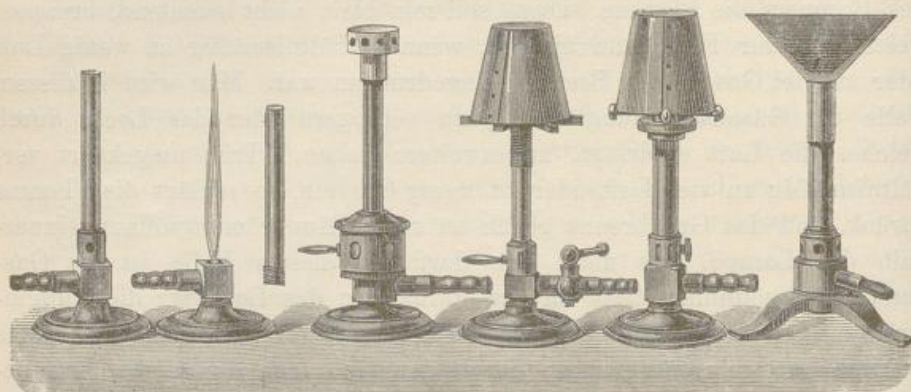


Fig. 69. Fig. 70. Fig. 71. Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74.
Einfache Brenner.

Hahnes zugleich die Lufteinströmungsöffnungen verschließt; indem man die Flamme verkleinert, verringert man also auch den Luftstrom, wodurch das Zurückschlagen vermieden wird. Die Anbringung von Schorn-

steinen bei einfachen Brennern ist durch Figur 72 und 73 illustriert; Figur 71 hat einen kurzen cylindrischen Aufsatz mit seitlich angebrachten Brenneröffnungen, wodurch ein Kranz kleiner Flämmchen entsteht, und durch den in Figur 74 dargestellten Aufsatz macht man die Flamme schmal und lang. Bei Lampen, welche eine Regulierungsvorrichtung für den Luftzufluß nicht besitzen, kann man sich gegen das Zurückschlagen mitunter dadurch helfen, daß man das Brennerrohr unten durch Abfeilen etwas verkürzt und dadurch die Luftöffnung etwas tiefer rückt.

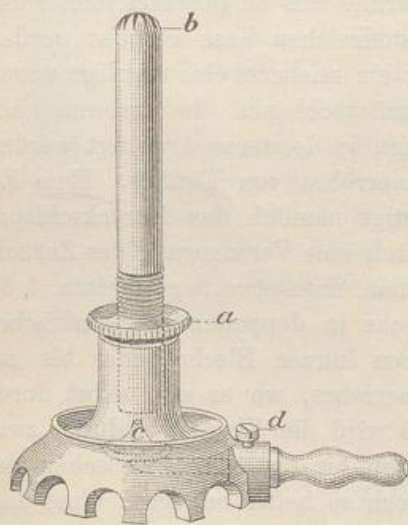


Fig. 75. Bunsenbrenner nach K. MEISSNER.

Eine neue Form des Bunsenbrenners rührt von K. MEISSNER* her. Das Gas strömt durch das Schlauchstück in ein nach oben gebogenes Rohr, welches in ein kegelförmiges Ansatzstück *c* endigt. Dies steht unter

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 14, S. 1205. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, II, S. 730.

der Mitte des Brennerrohrs *ab* und wird durch die Schraube *d* festgehalten. Das Brennerrohr ist mit einem Schraubengang versehen und kann durch Drehen im Fuße, welcher bogenförmig ausgeschnitten ist, auf und ab bewegt werden. Ist es ganz eingeschraubt, so steht es dicht auf *c* und schließt dadurch den Luftzutritt zum Gase völlig ab, wodurch die Flamme leuchtend brennt. Durch vorsichtiges Aufdrehen läßt sich der Luftzutritt für jede Flammengröße sehr genau regulieren. Eigentümlich ist bei diesem Brenner noch, daß die obere Austrittsöffnung des Rohrs *ab* die Form eines achtstrahligen Sternes hat, wodurch ein Zurückschlagen selbst bei der kleinsten Flamme wesentlich verhindert wird.

Zur Hervorbringung höherer Hitzegrade bei geringem Gasverbrauch ist der von A. TERQUEM* konstruierte Brenner sehr geeignet und hat sich gut bewährt. Auf einem eisernen Fuße (Fig. 76) ist das messingene Gaszuleitungsrohr mit der Ausströmungsspitze *b* befestigt. Über derselben steht das Brennerrohr *a*, welches durch die Schraube *f* an den beiden Tragsäulen *dd* je nach Bedürfnis in gewissen Grenzen auf- und niederbewegt werden kann. Diese Einrichtung, welche übrigens bereits früher von VOGEL empfohlen worden ist, hat den Vorteil, daß der Luftzutritt nicht von der Seite, sondern von unten her gleichmäßig erfolgt, wodurch eine bessere Mischung der Luft mit dem Gase erzielt wird; auch läßt sich durch Herabschrauben des Brennerrohrs die Flamme beliebig verkleinern, ohne daß ein Zurückschlagen erfolgt. An dem oberen Ende des Brennerrohrs sind im Innern desselben zwei sich kreuzende vertikal stehende Metallplättchen an der Wand der Röhre befestigt, welche die Öffnung in vier gleiche Teile teilen. Soll die Lampe benutzt werden, so schiebe man das Brennerrohr *a* dicht auf das Gaszuleitungsstück, zünde das ausströmende Gas an, und ziehe das Rohr wieder in die Höhe, bis an der Basis der Flamme vier kleine Kegel von blaugrüner Farbe (umgekehrte oder Sauerstofflamme) entstehen. Der Vorzug dieser Lampe ist der, daß die Flamme durch Spaltung an der Basis in allen ihren Teilen eine gleichmäßige und bedeutend höhere Temperatur erhält. Die Hitze, die der Brenner giebt, ist eine so hohe, daß ein Kupferdraht von 1,5 mm Stärke rasch zum Schmelzen kommt; ein Platintiegel, mit dieser Lampe erhitzt, wird rasch über und über glühend, und sehr strengflüssige Salze, wie Kochsalz, Borax, phosphorsaures Natrium etc., können rasch zum

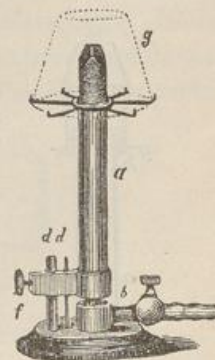


Fig. 76. Gasbrenner nach TERQUEM.

* *Chem. Centr.-Blatt* 1881, S. 108.

ARENDT, Technik. 3. Aufl.

Schmelzen gebracht werden. Da außerdem die Gase innerhalb der Flamme über den oben erwähnten blaugrünen Kegeln nur aus Kohlensäure, Kohlenoxyd, Stickstoff und Wasserdampf bestehen und keine Kohlenwasserstoffe mehr enthalten, so greifen sie die Oberfläche des Tiegels nicht an.

Lampen, bei denen die Regulierung des Gas- und Luftstromes am oberen Ende des Brennerrohrs erfolgt, sind von GRÖGER* konstruiert und in Figur 77—79 abgebildet.

Rundbrenner (Fig. 77). Das Brennerrohr *a* ist wie gewöhnlich an seinem unteren Teile mit zwei Luftöffnungen *b* versehen. An seinem oberen Ende ist eine Hülse *h* fest aufgeschraubt, welche einen schmalen

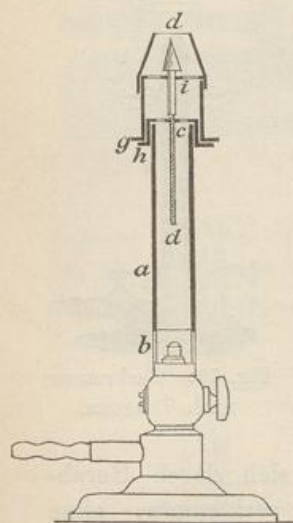


Fig. 77.

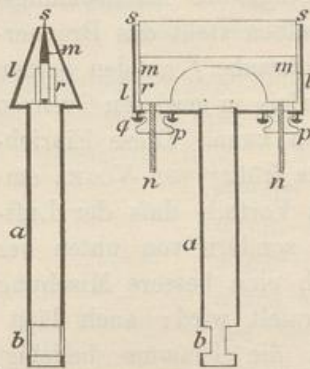


Fig. 78.

Gasbrenner nach GRÖGER.

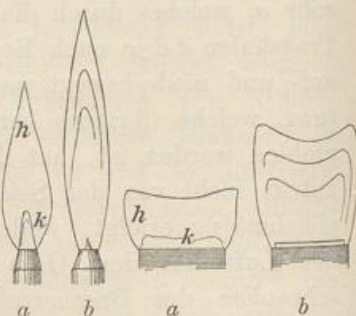


Fig. 79.

Bügel mit einer Schraubenmutter *c* trägt. In dieser bewegt sich der an seinem unteren Ende mit einem Schraubengewinde versehene Stab *d*, welcher an seinem oberen Teile etwas verdickt und vierkantig geschnitten ist. Der oberste Teil *d* ist kegelförmig zugespitzt. Eine zweite Hülse *g* ist auf *h* drehbar; sie verjüngt sich nach oben kegelförmig. In ihrer Mitte ist eine schmale Stange *i* eingesetzt; sie hat eine quadratische Öffnung in der Mitte, die als Führung für *dd* dient. Durch Drehen der Hülse *g* kann *d* auf- und abgeschraubt werden, wodurch die Brenneröffnung verengert, bezw. erweitert wird.

Flachbrenner (Fig. 78 Quer- und Längsschnitt). Auf das Mischrohr ist hier ein dachförmiges Kästchen *l* fest aufgesetzt, dessen Seiten-

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1889, S. 329. — Chem. Centr.-Blatt 1889, II, S. 305.

wände oben einen schmalen Spalt *s* freilassen, welcher als Flammenöffnung dient. Im Innern befindet sich eine nach oben keilförmig zugeschärfte Platte *m m*, welche mittels der Schraubenmutter *p p* durch die Schrauben *nn* gehoben und gesenkt werden kann. Die Stiftchen *q* verhindern das Herabfallen der Schraubenmutter. Vier, an den schmalen Seitenwänden des Kästchens *ll* im Innern angebrachte Leisten *r r* dienen als Führung für die Platte *m*.

Die Größenverhältnisse der Teile beider Lampen sind so gewählt, daß das Gasluftgemisch bei ganz herabgeschraubtem Kegel, bzw. Keil, eben noch brennt, ohne zurückzuschlagen. Die Flamme brennt mit knatterndem Geräusch und zeigt im Innern einen meergrünen Kern *k* (Fig. 79), umgeben von einer schwachleuchtenden, bläuvioletten Hülle *h*, wie bei der Terquemlampe. Verengt man die Ausströmungsöffnung durch Hinaufdrehen des Kegels oder Keils, so nimmt die Flamme mehr

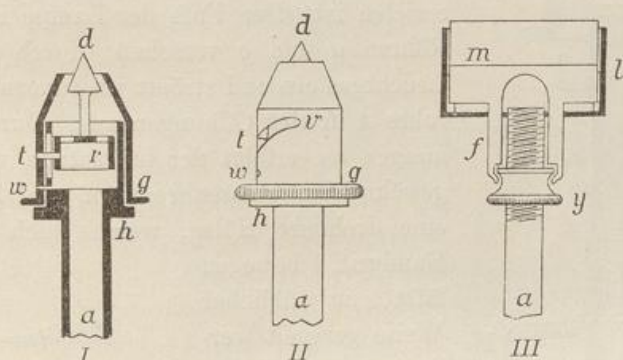


Fig. 80. Verbesserte Gasbrenner nach GRÖGER.

und mehr den Charakter einer gewöhnlichen Bunsenflamme an und geht schließlich in eine leuchtende Flamme (Fig. 79 *bb*) über.

GRÖGER hat später* einige Verbesserungen bei diesen Lampen angebracht, welche das Auf- und Abschrauben des Kegels oder Keils erleichtern und in Figur 80, I bis III, abgebildet sind. Beim Rundbrenner (Fig. 80, I und II) bewegt sich im Innern der mit *a* festverbundenen Hülse *h* ein Ring *r*, auf welchem der Regulierungskegel *d* sitzt. Die Hülse *h* hat an der einen Seite einen senkrechten, und die äußere drehbare Hülse *g* einen schraubenförmigen Schlitz *o*. Durch beide ist ein kurzer Stift *t* gesteckt, welcher in *r* festgeschraubt ist. Ein zweiter Stift *w* bewegt sich in einer horizontalen Nute der Hülse *h* und verhindert das Abheben der äußeren Hülse. Hierdurch ist erreicht, daß man mit einer halben Umdrehung von *g* den Kegel aus seiner höchsten in seine niedrigste Stellung

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1889, S. 639. — Chem. Centr.-Blatt 1890, I, S. 147.

bringen und die Flamme aus einer leuchtenden sofort in eine völlig entleuchtete, heiße Flamme umwandeln kann, während hierzu bei der zuerst beschriebenen Einrichtung viele Umdrehungen nötig waren.

Beim Flachbrenner (Fig. 80, III) ist die keilförmige Platte *m* nach unten in zwei Fortsätze *f* verlängert, welche durch zwei gut schließende Öffnungen im Boden des Kästchens *l* gehen. Ihre unteren Enden umfassen den Rand der Schraubenmutter *y*, welche in einem auf dem Umfang des Mischrohrs *a* eingeschnittenen Schraubengewinde läuft.

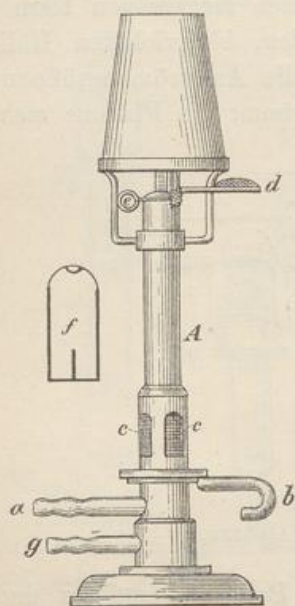


Fig. 81.

Universalbrenner von A. STUTZER.* Dieser Gasbrenner (Fig. 81) gestattet, mit niedrigen Hitzegraden anfangend, die Temperatur allmählich zur höchsten Hitze zu steigern, wie sie nur mit einem gut wirkenden Gebläse zu erzielen ist. Der Fuß der Lampe ist mit zwei Röhren *a* und *g* versehen; durch *a* tritt das Leuchtgas ein und strömt im Innern des Mischrohrs *A* in vier Öffnungen aus. Durch vier Öffnungen *c c* erfolgt der Luftzutritt, wie bei den gewöhnlichen Bunsenbrennern, und kann durch eine drehbare Hülse, welche sich durch den Handgriff *b* bewegen läßt, in üblicher Weise geregelt werden. Auf das Mischrohr kann oben eine Hülse aufgeschraubt werden, welche ein durch *e* drehbares,

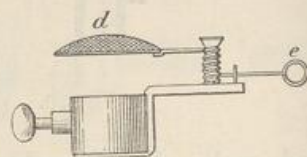


Fig. 82.

flach gewölbtes Drahtnetz *d* trägt. Will man niedere Hitzegrade erzeugen, so wird letzteres über die Mündung von *A* gerückt, wodurch sich die Flamme verbreitert und sehr schwach einstellen läßt, ohne daß sie zurückschlägt. Will man volle Flamme geben, so wird durch einen Druck auf *e* das Drahtnetz zur Seite geschoben, und wenn endlich die Lampe als Gebläselampe dienen soll, so entfernt man die Hülse mit dem die Flamme verbreiternden Drahtnetz ganz, setzt dafür die Hülse *f* auf und verbindet das Rohr *g* mit einem Gebläse für Luft (oder Sauerstoff); die gepresste Luft steigt dann durch ein im Innern des Mischrohrs befindliches Rohr in die Flamme.

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1890, S. 259. — Chem. Centr.-Blatt 1890, I, S. 1042.

Sehr weite Verbreitung hat in den letzten Jahren der Universal-Gasbrenner von Nic. TECLU gefunden, welcher in Figur 83 abgebildet ist. Derselbe ist ein Bunsenbrenner mit der Abänderung, daß das Brennerrohr nach unten kegelförmig erweitert ist. Die Regulierung des Luftstroms erfolgt durch Auf- und Abschrauben einer kreisförmigen Platte und die des Gasstroms durch ein Kegelventil mit Schraube. Der

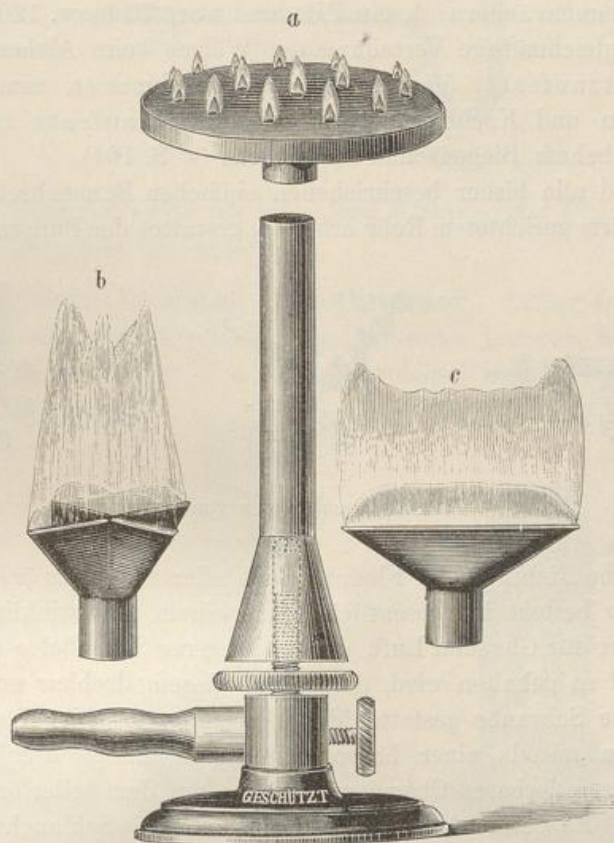


Fig. 83. Universalbrenner nach TECLU.

Brenner wird in zwei Größen angefertigt mit Brennerrohr von 100 mm Länge und 10 mm lichter Weite, bzw. 145 mm Länge und 16 mm lichter Weite.

Ist der Luftstrom ganz abgeschlossen, so brennt die Flamme gelb leuchtend. Durch Herabschrauben der Luftregulierungsplatte strömt allmählich mehr Luft ein und die Flamme wird zunächst in ihrem äußeren Teile, später durch und durch entleuchtet, wie beim gewöhnlichen Bunsenbrenner; bei der tiefsten Stellung der Platte endlich entsteht eine lebhaft grün gefärbte Flamme, welche den Charakter einer Gebläseflamme hat. In demselben

Masse steigern sich die Heizeffekte mehr und mehr und übersteigen zuletzt die aller vorher beschriebenen einfachen Brenner und kommen denen einer Gebläselampe nahe, während man andererseits durch Eindrehen von Gas- und Luftstrom die gelindeste Abdampftemperatur erzielen kann. Ein Zurückschlagen der Flamme ist fast gänzlich ausgeschlossen.

Zu diesem Brenner gehören noch verschiedene Aufsätze, welche die Form der Flamme ändern: 1. ein Pilzbrenner, 70 bzw. 120 mm Durchmesser, für gleichmäßige Verteilung der Wärme beim Abdampfen; 2. ein Kreuzschlitzaufsatz, 50 bzw. 85 mm Durchmesser, zum Kochen in Bechergläsern und Kochflaschen; 3. ein Schlitzaufsatz zum Erhitzen von Röhren behufs Biegens und Ausziehens (s. S. 101).

Während alle bisher beschriebenen einfachen Bunsenbrenner nur mit gerade aufwärts gerichtetem Rohr arbeiten, gestattet der Bunsenbrenner von



Fig. 84—86. Bunsenbrenner von DIERBACH.

DIERBACH*, die Richtung der Flamme nach allen Seiten zu ändern. Dieser neue Brenner besteht im wesentlichen aus einem rechtwinklig gebogenen Mischungsrohr für Gas und Luft, dessen längerer Schenkel *c* (Fig. 84) von einem Ring *d* so gehalten wird, daß er in diesem drehbar und verschiebbar ist. Eine Schraube gestattet das Festhalten in jeder Lage. Ring *d* ist außerdem mittels einer hervorspringenden Zunge drehbar um die Achse eines arretierbaren Charniers, welches auf dem tellerförmigen Fusse befestigt ist. Es gestattet ferner ein anschraubbares Schlauchverbindungsstück die Durchströmung des Gasgemisches in beiden Richtungen des Knierohrs, indem das Gas zu dem längeren Schenkel ein- und zu dem kürzeren austritt, und umgekehrt. Durch Kombination dieser Umkehrung der Funktionsrichtung mit der Beweglichkeit der Brenneröhre läßt sich die Flamme des Brenners in jede gewünschte Lage bringen.

Dem gleichen Zwecke dient der Gasbrenner von BECKMANN (Fig. 87). Das Brennerrohr ist rückwärts in ein wie Figur zeigt, gebogenes Gasleitungsrohr verlängert, welches durch eine Klemme festgehalten werden kann.

* Bericht der Deutschen Chem. Gesellschaft, Bd. 29, S. 865. — Chem. Centr.-Blatt 1896, I, S. 1045.

Benutzt man hierzu die BECKMANN'sche Universalmuffe (s. weiter hinten unter „Stative“), so ist es sehr leicht und bequem, durch eine einzige



Fig. 87. Gasbrenner von BECKMANN.

Drehung der Muffenschraube die Höhe und Richtung des Flammenkörpers beliebig und momentan zu ändern.

2. Mehrfache Brenner, Rundbrenner. Außer den einfachen Brennern hat man verschiedene Arten größerer Lampen, von denen in Figur 88 bis 89 einige der wichtigsten abgebildet sind. Figur 88 ist ein

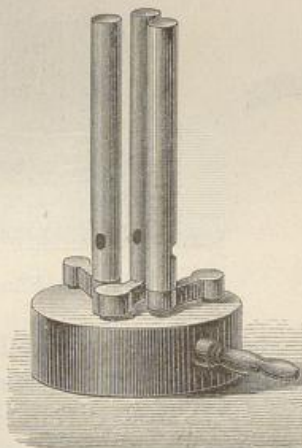
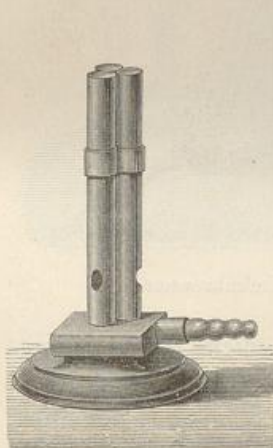


Fig. 88—89. Dreibrenner.



Fig. 90. Rundbrenner.

dreifacher Brenner, bestehend aus drei dicht nebeneinander stehenden einfachen Brennern, deren Flammen zu einer zusammenfließen. Figur 89 zeigt einen solchen mit der Abänderung, daß die drei Brenner beliebig voneinander entfernt und wieder näher zusammengerrückt werden können; bequem, weil er sowohl zur Erwärmung einer größeren Fläche, als auch zur konzentrierten Wirkung auf einen Punkt benutzt werden kann.

Eine früher viel gebrauchte Lampe ist die in Figur 90 dargestellte, von BABO konstruierte. Sie besteht aus einem Fuß mit vier BUNSEN'schen

Brennern, deren obere Öffnungen in einen gemeinschaftlichen Raum einmünden, der die Gestalt eines abgestumpften Kegels hat und durch Einschiebung eines Cylinders oben in einer ringförmigen Öffnung endet. Das Gas mischt sich in diesem Raume gleichmäßig mit Luft, und die Flamme erhält die cylindrische Form einer Argandflamme. Wenn sie ganz gleichförmig sein und nicht an einer Stelle höher aufflackern soll, als an einer anderen, so müssen erstens die Gasausströmungsöffnungen am Fuß vollständig gleich groß sein, was man daraus erkennt, daß man den oberen Teil der Lampe abzieht und das Gas an den genannten Öffnungen direkt

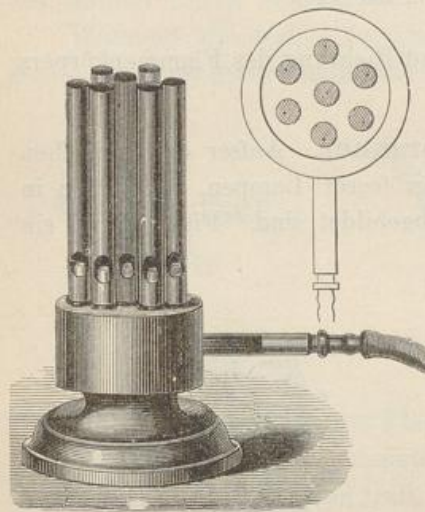


Fig. 91. Siebenbrenner.

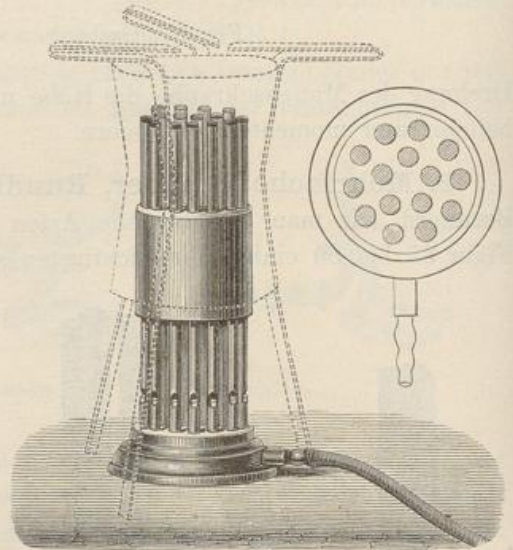


Fig. 92. Fünfzehnbrenner.

anzündet, wodurch vier ganz gleich hohe und gleich dicke Flammen entstehen müssen; zweitens muß aber auch der in dem abgestumpften Kegel eingesetzte Cylinder mit jenem genau konaxial stehen, so daß der Ring, aus dem die Flamme brennt, durch zwei konzentrische Kreise gebildet wird und an allen Stellen gleich breit ist. Endlich müssen drittens selbstverständlich auch die vier Lufteinströmungsöffnungen gleich groß sein.

Figur 91 ist eine Lampe mit sieben dicht nebeneinander gestellten Brennern, welche zu einer dicken und hohen Flamme zusammenfließen; sie ist von sehr bedeutender Wirkung.

Von noch größerer Wirkung aber ist die in Figur 92 abgebildete, aus 15 einzelnen Brennern bestehende Lampe, welche, wenn sie mit einem der weiteren Gashähne *e* oder *f* des Experimentiertisches (Fig. 6) verbunden wird, eine bis 25 Centimeter hohe sehr voluminöse Flamme giebt und zum Erhitzen größerer Kessel benutzt werden kann.

Durch MASTE in Iserlohn ist eine Gaslampe konstruiert worden, welche im Vergleiche mit den eben beschriebenen verschiedene Vorzüge hat. Sie ist in Figur 93 in äußerer Ansicht abgebildet, und Figur 94 zeigt die innere Konstruktion. Das Gas strömt durch ein Messingrohr in einen Messingcylinder ein, welcher mit einer Holzhandhabe umgeben und in den hohlen Fuß der Lampe eingeschraubt ist. Von dieser Holzhandhabe geschützt, sind die Luftauströmungsöffnungen in dem Messingcylinder angebracht, so daß sich das Gas gleich hier mit der Luft vermischt. Auf dem hohlen Fulse der Lampe sind vier konzentrische Cylinder aufgeschraubt, von denen die zwei äußeren und wiederum die zwei inneren so nahe bei einander stehen, daß sie zwischen sich nur zwei schmale ringförmige

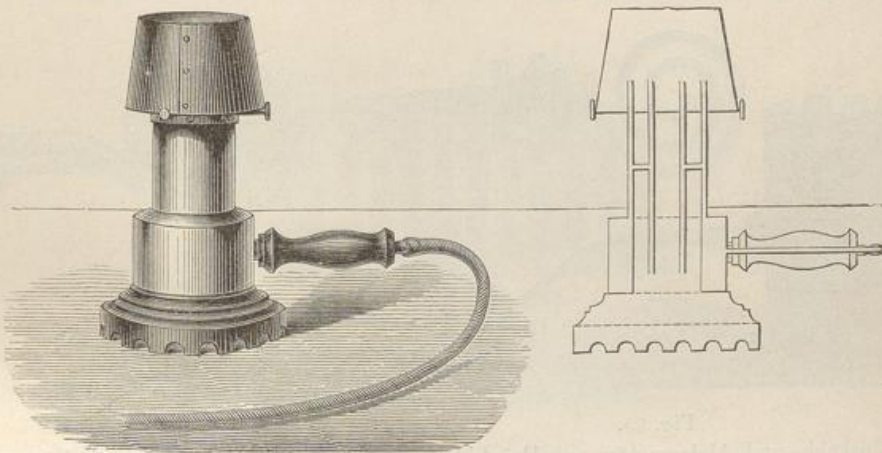


Fig. 93—94. Iserlohner Lampe.

konzentrische Räume lassen. Durch diese strömt das Gasgemisch aus und kann oben angezündet werden, wodurch es zwei konzentrisch um einander brennende, ringförmige Flammen giebt. Luftströmungen sind durch den innersten Cylinder und in der Mitte zwischen den ringförmigen Flammen möglich. Durch drei Schrauben kann man die Stellung der Cylinder genau regeln, um die Gestalt der Flammen ganz gleichförmig zu machen. Außerdem trägt der äußerste Cylinder noch drei Träger, auf welche der kegelförmige Schornstein aufgesetzt wird. Der Vorzug dieser Lampen besteht nicht sowohl darin, daß durch Vereinigung zweier ringförmiger Flammen eine größere Hitze erzeugt werden kann, als vielmehr in der Einrichtung der Gas- und Lufteinströmungsöffnungen. Da diese nämlich ein beträchtliches Stück von den Brenneröffnungen entfernt und nicht unmittelbar unter denselben angebracht sind, so schlägt die Flamme viel schwieriger zurück, selbst dann, wenn man den Gasstrom

durch Zudrehen des Hahns auf ein Minimum reduziert. Ist die Lampe richtig konstruiert, so wird zwar, sobald der Gasstrom bis zur Explosion des Gasgemenges vermindert wird, die Explosion eintreten, aber dadurch die Flamme auch meist verlöschen; auch hat ein Luftzug von außen her wenig oder gar keinen Einfluß, weil die Luftausströmungsöffnung, durch welche jener sich in das Innere der Lampe fortpflanzen konnte, durch den Holzmantel geschützt ist. Daher ist es möglich, die Flamme dieser Lampe so klein zu stellen, daß sie zuletzt nur wie blaue Ringe erscheint. Richtet man einen gelinden Luftstrom gegen die Flamme, so wird diese nicht gleich verlöscht, sondern kann selbst auf der einen Seite des Brenners ganz verschwinden und sich innerhalb desselben zurückziehen, um nach Aufhören des Luftzugs dennoch wieder zu erscheinen. Daher kann man

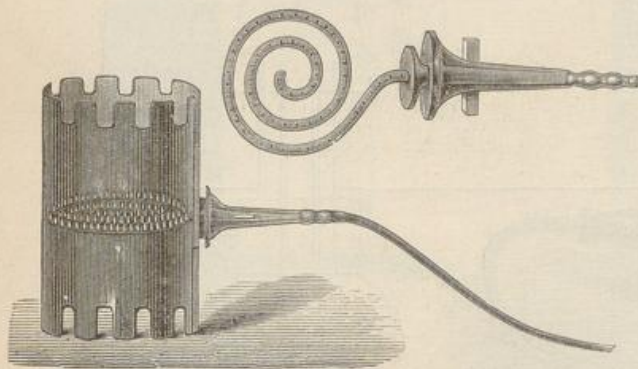


Fig. 95.

Gaskoch- und Abdampfafen mit Heizschlange.

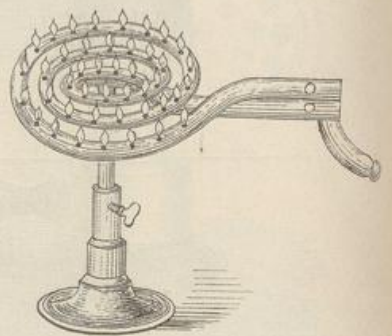


Fig. 96.

Heizschlange nach LÜDTKE.

diese Lampe auch bei ganz kleiner Flamme von einem Orte zum anderen tragen, ohne die Flamme zu verlöschen. Andererseits ist bei vollem Gasstrome die Hitze eine höchst bedeutende und erreicht, wenigstens bei der größeren Sorte, die Kupferschmelztemperatur.

Zum gelinden Erwärmen und Abdampfen von Flüssigkeiten in größeren Porzellanschalen, sowie zum Erwärmen von Glaskolben ist der in Figur 95 abgebildete Gaskoch- und Abdampfafen gut geeignet. Das Gas strömt aus vielen dicht nebeneinander gestellten feinen Öffnungen einer spiralförmig gebogenen Röhre (Heizschlange, siehe die Nebenfigur) aus und bildet eine Menge kleiner leuchtender Flammen, welche innerhalb eines cylindrischen Mantels von Schwarzblech brennen. Das Brennerrohr ist in einem Einschnitt des Blechmantels auf und ab verschiebbar, wo es sich durch Reibung festhält, oder auch durch eine halbe Umdrehung des Handgriffs festgeschraubt werden kann. Die Flammen lassen sich fast bis zum Verlöschen eindrehen und geben dann eine äußerst gelinde,

gleichmäßige Wärme, welche zum Digerieren von Flüssigkeiten geeignet ist. Bei stärkerem Herausdrehen beginnen sie allerdings, da sie nicht durch Beimischung von Luft entleuchtet sind, leicht zu rufen, auch nehmen sie nach dem Ende der Spirale allmählich an Grösse ab, so daß der äußere Ring stärkere Hitze giebt, als die Mitte.

Beide Übelstände sind bei der in Figur 96 abgebildeten neuen Heizschlange von LÜDTKE* dadurch vermieden, daß das Ende der Spirale zum Gaseinströmungsrohr wieder zurückgeführt und mit diesem zusammengeschweißt ist. Beide Enden sind mit Lufteinströmungsöffnungen versehen, und die Scheidewand zwischen ihnen ist durchbrochen, wodurch eine vollkommene Mischung des Gases mit Luft und eine gleichmäßige Verbreitung durch die Spirale bewirkt wird. Diese Heizschlange eignet

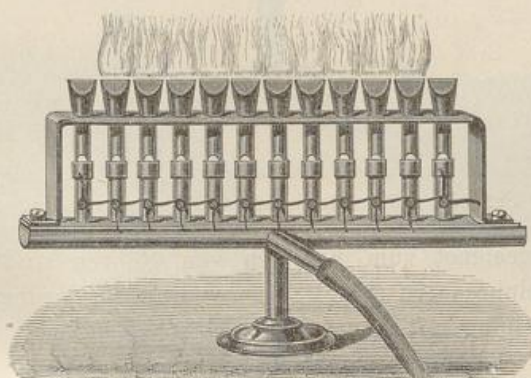


Fig. 97. Röhrenheizlampe.

sich deshalb außer zu obigen Zwecken auch zum gleichmäßigen Erhitzen größerer Flächen, z. B. von Luftbädern etc.

Zum Erhitzen von Glasröhren dienen Lampen mit reihenförmig gestellten Brennern. Figur 97 zeigt eine solche mit zwölf BUNSEN'schen Brennern, welche sich gut zum Erhitzen von Glasröhren eignet (Röhrenheizlampe). Jeder Brenner hat einen besonderen Hahn, wodurch es möglich wird, die Flamme zu verlängern und zu verkürzen. Die oberen Enden der Brenner sind etwas zusammengedrückt, so daß sie keine kreisförmige, sondern eine längliche Gasausströmungsöffnung erhalten, wodurch die benachbarten Flammen zu einer einzigen breiten Flamme zusammenfließen.

Zur Regulierung des Luftzutritts ist jedes Brennerrohr mit einem verschiebbaren Ring versehen, durch den man die Luftöffnung, wenn

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 14, S. 1033. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, II, S. 897.

nötig, vergrößern oder verkleinern kann. Die zu erhitzenden Röhren werden in eine halbcylindrische Rinne aus Eisen- oder Kupferblech gelegt, die auf zwei Röhrenträgern ruht.

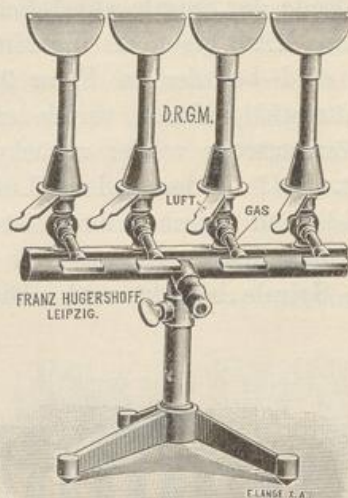


Fig. 98. Röhrenheizlampe aus Teclubrennern.

Besonders geeignet zum Erhitzen von Röhren sind Röhrenheizlampen aus Teclubrennern (Fig. 98), deren Luftregulierungsplatten behufs leichter Einstellung mit einem Hebel versehen sind.

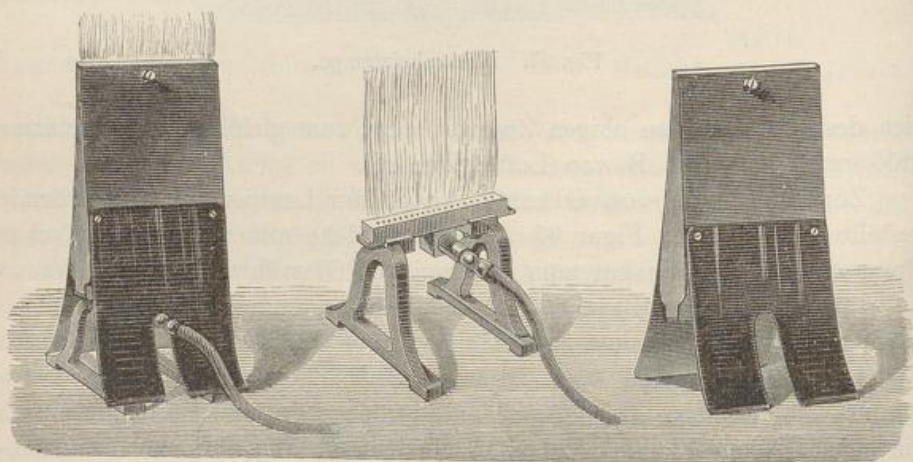


Fig. 99. Lampenofen mit HEINTZ'schen Brennern.

Zum Erhitzen sehr langer Röhren benutzt man den in der organischen Analyse gebräuchlichen Lampenofen (Verbrennungsofen), welcher nach demselben Prinzip konstruiert ist und hinreichend bekannt sein dürfte.

Sollen dagegen Röhren nur auf kürzeren Strecken erwärmt werden, so sind dazu die in Figur 99 abgebildeten HEINTZ'schen Brenner sehr zu empfehlen. Das Gas strömt aus zahlreichen dicht nebeneinander gebohrten, feinen Öffnungen aus, mischt sich in dem übergeschobenen schmalen eisernen Kasten mit Luft und brennt oben mit einer gleichmäßigen breiten, nicht leuchtenden Flamme. Der Brenner ist unter anderem auch zum Biegen von Glasröhren sehr geeignet.

3. Gaskochlampen, die in Haushaltungen vielfache Verwendung finden, leisten auch in Laboratorien und für Vorlesungszwecke gute Dienste, und es sollte wenigstens ein Exemplar derselben nirgends fehlen. Sie brauchen weder Stativ noch Dreifuß und sind deshalb sehr bequem zu handhaben. Sie haben einen festen Stand bei geringer Höhe, wodurch

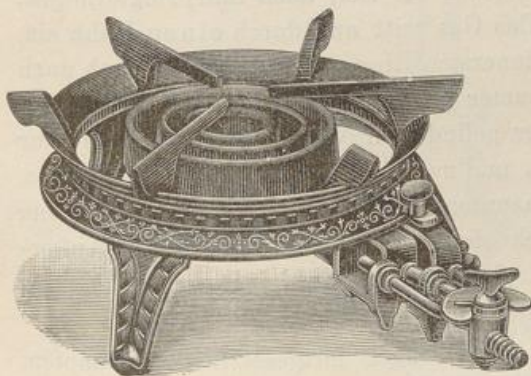


Fig. 100. Kochlampe nach BUTZKE.

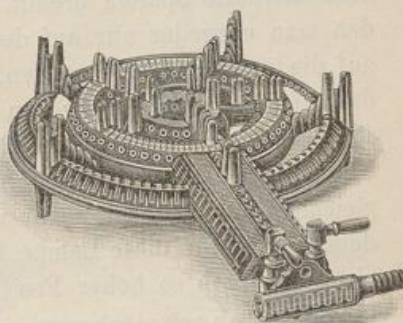


Fig. 101. Kochlampe nach FLETCHER.

nicht nur das Arbeiten damit, sondern auch das Beobachten der kochenden Flüssigkeit von seiten der Schüler erleichtert wird.

Eine Gaskochlampe von THOMAS FLETCHER in Warrington ist in Figur 101 abgebildet. Sie ist ganz aus Gufseisen konstruiert, besteht aus zwei konzentrischen Brennrings, von denen jeder einzelne durch einen Hahn für sich gespeist werden kann. Das Gas brennt entleuchtet aus kleinen Öffnungen in einzelnen Flämmchen. Der innerste Flammenring hat einen Durchmesser von 5 cm, der äußere von 14 cm. Sie kann demnach sowohl zum Erhitzen kleinerer, als auch größerer Gefäße dienen; am besten eignen sich allerdings dafür Gefäße mit flachem Boden, doch kann man auch gut in Porzellanschalen damit kochen. Die Flammen können durch Eindrehen des Hahns außerordentlich verkleinert werden, ohne zu verlöschen oder zurückzuschlagen, und deshalb läßt sich die Lampe einerseits, namentlich nach dem Auflegen einer dünnen Asbestpappe, zum sehr gelinden Erwärmen und langsamen Abdampfen benutzen; andererseits gestattet sie auch, unter Anwendung beider Brennrings durch Öffnung

beider Hähne, die Hervorbringung einer mächtigen Kochhitze in größeren Gefäßen. Sie bringt beispielsweise in einem Metallkocher mit flachem Boden 1 l Wasser von 10° in 4—5 Minuten zum Sieden. Auch zur Sauerstoffentwicklung im großen aus dem eisernen Topf (Fig. 36, S. 19) eignet sie sich ganz vorzüglich. Allerdings erhitzt sie durch Zurückstrahlen der Wärme die Fläche, auf der sie steht, sehr bedeutend; man verabsäume deshalb nicht, auch bei Anwendung eines Arbeitsbretts mindestens noch ein starkes Blech oder besser eine Thonplatte unterzulegen.

Die BUTZKE-Lampe (Patent ERDMANN), welche in Figur 100 abgebildet ist, möchte ich neuester Erfahrung zufolge der FLETCHER-Lampe noch vorziehen. Sie beruht auf demselben Prinzip, wie die MASTE-Lampe, insofern das mit Luft gemischte Gas (nicht wie bei FLETCHER aus einzelnen Öffnungen, sondern) aus mehreren (zwei bis vier, auch fünf) ringförmigen, konzentrischen Spalten brennt. Das Gas tritt nur durch einen Hahn ein, den man entweder nur auf den innersten Ring, oder der Reihe nach auch auf die nach außen folgenden, immer größer werdenden stellen kann, so daß sich die Temperatur von der gelindesten Wärme allmählich bis zur stärksten Kochhitze steigern läßt, und zwar in denkbar bequemster Weise. Ein Vergleich mit der vorher genannten FLETCHER'schen Lampe ergab bei gleichem Gasverbrauch sogar noch eine etwas größere Wirkung. Außerdem spricht für diese Lampe bei gleicher Dauerhaftigkeit der Ausführung ein kaum halb so hoher Preis.

4. Sicherheitsbrenner. Bei länger fortgesetztem Abdampfen, namentlich wenn man die Lampe nicht genügend beaufsichtigen kann, kommt es vor, daß durch irgend einen Zufall die Flamme herunterschlägt, wodurch sich der Brenner mit dem Schlauchrohr stark erhitzt, der Schlauch zum Abschmelzen kommt und hierdurch Feuergefahr veranlaßt wird. Zur Verhütung dieses Unfalls sind Sicherheitsvorrichtungen konstruiert worden, welche den Gasstrom rechtzeitig zum Abschluß bringen.

v. KLOBUKOW* erreicht dies in folgender Weise. Der Gasschlauch ist durch einen starken Quetschhahn *a c d* (Fig. 102) geschoben, dessen Backen durch zwei kräftige Federn *f, f'* zusammengepreßt werden, sobald sie nicht mehr durch die Stangen *m n* und *o p* auseinander gehalten werden. Letzteres geschieht, während die Lampe brennt, durch einen übergeschobenen Ring *l* aus einer leicht schmelzbaren Legierung (nach WOOD oder LIPOWITZ). Statt dessen kann man auch eine Einrichtung benutzen, wie sie in Figur 103 dargestellt ist: die Enden *n* und *p* der beiden Stangen werden mit einem weichen, 0,4—0,5 mm dicken Kupfer-

* *Zeitschrift für analytische Chemie*, Bd. 27, S. 168. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 654.

draht umwunden, der durch einen Bügel l' aus leicht schmelzbarem Metall gehalten wird. Wenn die Flamme zurückschlägt, erwärmt sich der untere Teil der Lampe bald, das leichtflüssige Metall kommt zum Schmelzen, und die Federn $f f'$ gelangen zur Wirkung, wodurch der Gummischlauch fest zugepreßt und der Gasstrom geschlossen wird.

Nach RATKOW erreicht man denselben Zweck durch folgende Einrichtung: Innerhalb des Brennerrohrs und in der Höhe des Lufteinleitungslochs ist eine Feder angebracht, welche im entspannten Zustand ein kleines Asbestplättchen auf die Öffnung des Gasausströmungsrohrs drückt. Beim Gebrauch der Lampe wird diese Feder durch einen dünnen Faden so hoch gebunden, daß das Gas frei einströmen und die Flamme

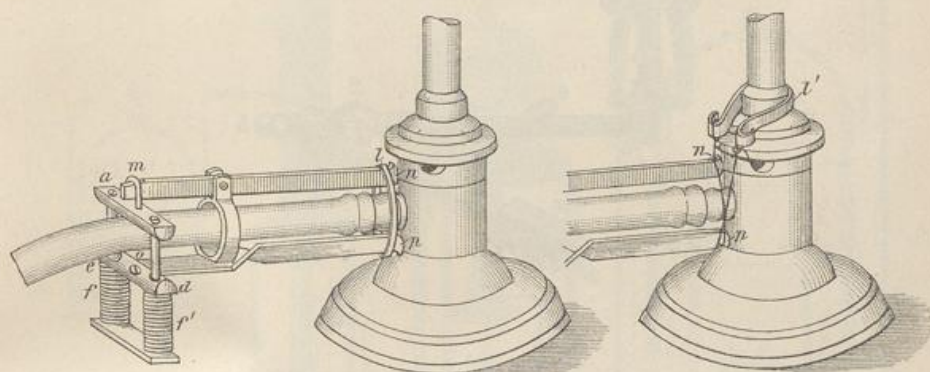


Fig. 102—103.

normal brennen kann. Nach dem Rückschlagen brennt der Faden ab, die Feder schlägt nieder und drückt die Öffnung zu.*

Eine auf anderem Prinzip beruhende Sicherheitsvorrichtung für Lampen, welche in Thätigkeit tritt, sobald das Gas aus irgend einem Grunde verlöscht, rührt von SCHÖBER** her. h ist die Zuströmungsröhre für das Leuchtgas, d die Ausströmungsöffnung und k ein Hahn, dessen Hebel l verlängert ist und am Ende der Verlängerung das Gewicht m trägt. Beim Gebrauch legt man den Hebel l auf f , wodurch der Hahn geöffnet ist, und zündet das Gas bei d an. Die Flamme erwärmt die beiden Spiralfedern b und c , welche gegen die Brenneröffnung schräg zulaufen, aus verschiedenen Metallen bestehen und in entgegengesetzten Windungen aufgerollt sind. Beide Spiralen sind an einem Rohre befestigt, welches um das Brennerrohr drehbar ist. Durch die Erwärmung dehnen

* Chem. Centr.-Blatt 1889, I, S. 209.

** Chem. Centr.-Blatt 1884, S. 18.

sich die Spiralen aus, und zwar muß diese Ausdehnung eine ungleichmäßige werden; auch findet die letztere nach entgegengesetzten Richtungen statt. Die Folge davon ist, daß die Spiralen sich um das Brennerrohr derart drehen, daß man den Hebel *l* mit seinem Gewichte auflegen kann. In dieser Lage verbleiben die Spiralen und mithin auch der Hebel so lange, als das Gas brennt. Erlischt aber dasselbe, so kühlen sich die Spiralen ab und führen die entgegengesetzte Bewegung aus. Hierdurch wird dem Hebel *l* die Unterstützung entzogen, er fällt zurück und schließt auf diese Weise die Gaszufuhr ab.

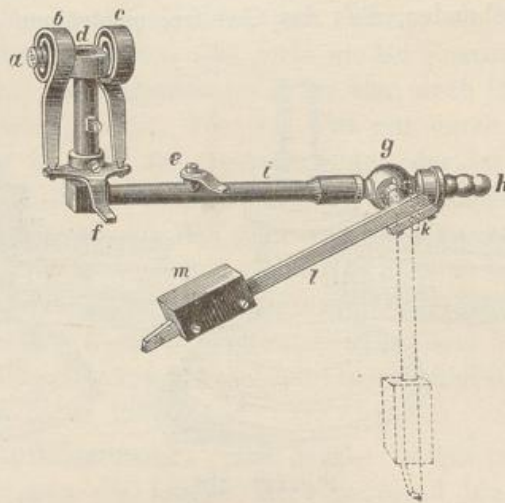


Fig. 104. Sicherheitsvorrichtung für Lampen.

5. Glühlampen, Gasschmelzöfen. Wenn die Verbrennungswärme eines Gemisches von Leuchtgas und Luft in Öfen benutzt werden und zur Erzeugung möglichst hoher Temperaturen dienen soll, so müssen folgende Bedingungen erfüllt sein: Es muß gerade so viel Luft zugeführt werden, als zur vollständigen Verbrennung notwendig ist; Luft und Gas müssen möglichst gut vorgewärmt und vor dem Entzünden gut gemischt sein; zum Vorwärmen wird mit Vorteil die Hitze der abziehenden Verbrennungsgase benutzt; die Verbrennung muß auf einen möglichst engen Raum konzentriert werden, in welchem sich der zu erhitzende Apparat (Schmelztiegel etc.) befindet. Der Ofen muß mit schlechten Wärmeleitern umgeben sein, so daß möglichst wenig Wärme durch Strahlung verloren geht. Je nachdem diese Bedingungen mehr oder weniger vollständig erfüllt sind, wird auch die in dem Ofen erzeugte Temperatur eine mehr oder weniger hohe sein.

Von der übergroßen Zahl von Schmelz- und Glühöfen, welche für

Laboratoriumszwecke im Laufe der Zeit konstruiert worden sind, dürften sich die folgenden empfehlen.

Der HEMPEL'sche Ofen (Fig. 105, *a* und *b* kleinere, *c* und *d* grössere Form), welcher schon mit kleinen Lampen eine sehr beträchtliche Hitze giebt, eignet sich besonders zum Erhitzen von Tiegeln. Auf dem Dreifuß über der Brenneröffnung steht zuerst ein kurzer offener Thoncyliner, welcher den Tiegel trägt (s. d. Durchschnittszeichnungen *b* und *d*). Er ist von einem weiten, mit Deckel zu schließenden Thoncyliner und dieser von

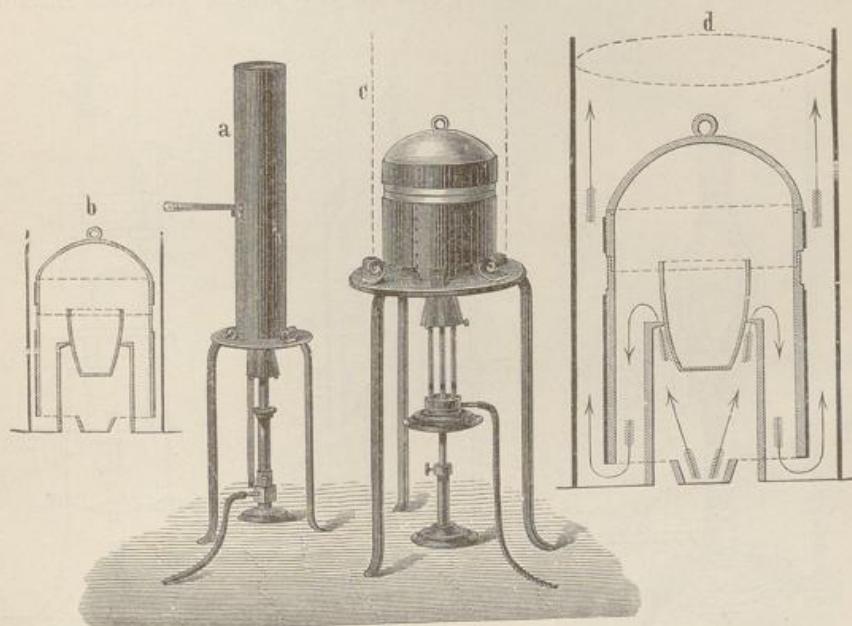


Fig. 105. HEMPEL'scher Gasofen.

einem hohen Blechrohr umgeben. Die Flamme geht erst um den Tiegel, biegt nach ihrem Austritte aus dem inneren Thoncyliner nach unten und tritt durch drei am Fuße des äußeren Thoncyliners angebrachte Öffnungen in das Blechrohr. Die Verbrennungswärme des Leuchtgases wird durch diese Einrichtung weit besser ausgenutzt als bei den offenen Lampen, weil Verlust durch Strahlung und Leitung fast ganz vermieden ist. Der Effekt ist deshalb überraschend groß im Verhältnis zur Größe der Flamme.

Auch die folgenden Formen haben sich gut bewährt.*

Figur 106 Ofen für kleine Schmelztiegel bis zu 50 mm äußerem

* *Berg- und hüttenmännische Zeitung* Bd. 48, S. 169. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 10.

ARENDT, Technik. 3. Aufl.

Durchmesser, aus feuerfestem Thon in Eisen gefasst, mit Flammen- und Tiegelmantel und Dreizackplatte zum Aufsetzen des Tiegels; an einem Stativ in verschiedener Höhe festzustellen.

Figur 107 Ofen von gleicher Gröfse wie der vorige, mit zwei Haltern am Stativ und Ring zur Verlängerung des Tiegelmantels.

Figur 108 Ofen mit fünf cylindrischen, in Eisen gefassten, übereinander setzbaren Thonteilen *a b c d e* von 10 mm Wandstärke *i*, auf einem starken Dreifuß *B* ruhend, und mit einfachem Gasbrenner *A*, an dem Dreifuß verschieden hoch zu befestigen; *f* ein 25 cm langes eisernes Zugrohr.

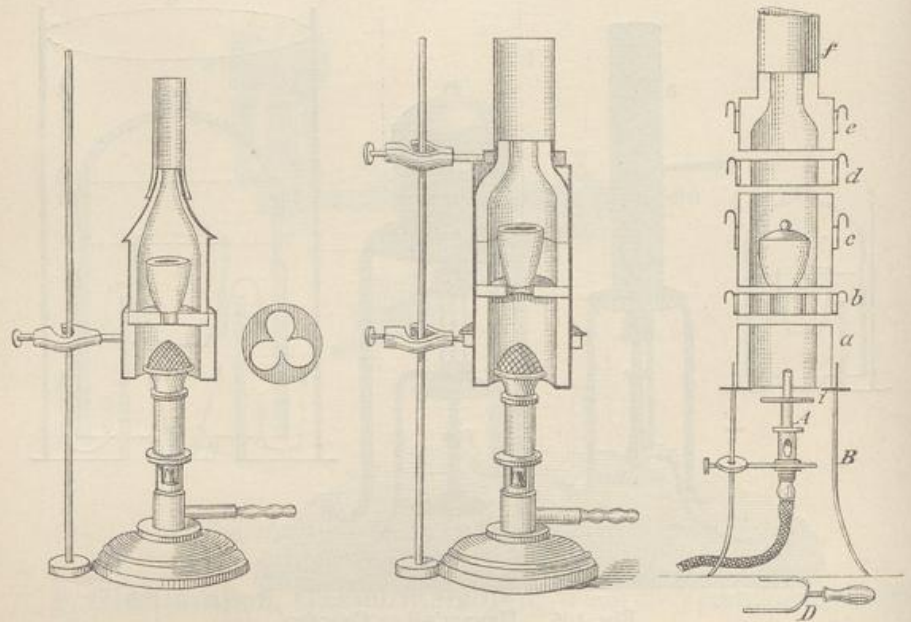


Fig. 106—108. Gasschmelzöfen.

Die in Eisenblech gefassten Thonteile sind mit je zwei kleinen Winkeln versehen, in welchen man behufs Wegnahme einzelner heißer Teile eine Gabel *D* schiebt. Die ganze Höhe des Ofens inkl. Dreifuß und Zugrohr ist 65 cm. Der Ofen ist geeignet für Schmelztiegel bis zu 40 und 60 mm Durchmesser.

Figur 109 *A* Ofen für Tiegel bis 100 mm äußerem Durchmesser aus in Eisenblech gefasstem Flammenmantel von feuerfestem Thon mit drei durch Schrauben verstellbaren Füßen, Dreizackplatte für den Tiegel, Tiegelmantel, Ring zur Verlängerung desselben, Dom und Schornstein von 50 cm Länge.

Figur 109 *B* Ofen für Schmelztiegel bis 60 mm äußerem Durchmesser, bestehend aus Flammenmantel, Cylindermuffel mit Deckel, Ofenmantel

und Turm von feuerfestem Thon. In Eisen gefaßt, mit verstellbarer Gaslampe im Dreifuß und 50 cm langem Zugrohr.

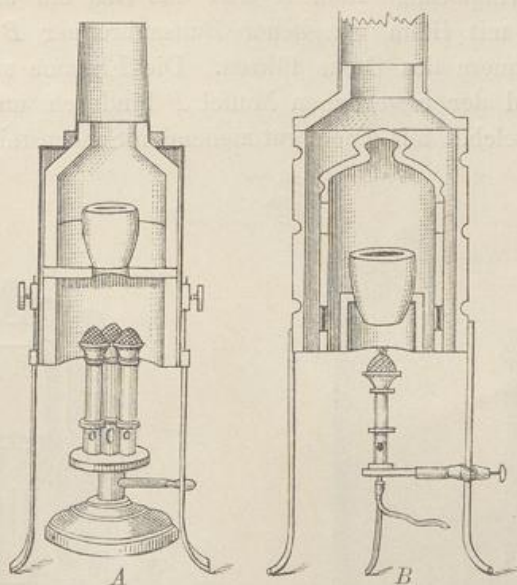


Fig. 109. Gasschmelzöfen.

Ein anderer kleiner Gasofen, welcher sich zur Erzeugung hoher Temperaturen für Laboratoriumszwecke eignet, ist von RÖSSLER* konstruiert und in Figur 110 abgebildet. Die zur Verbrennung dienende Luft tritt durch den Mantel *d* ein und wird in dem Raum *e* durch Berührung mit den heißen Wänden von *d* vorgewärmt, ehe sie sich in dem Rohre des BUNSEN'schen Brenners *a* mit dem Gase mischt. Hierdurch wird die Verbrennungstemperatur gesteigert. Die Flamme tritt in das Innere des Thonmantels *c* und umhüllt den Tiegel *b* ganz; die Verbrennungsgase nehmen in der Richtung der Pfeile nach dem Schornstein *g* ihren Abzug. Der zweite Brenner *f* wird so gestellt, daß gerade genug Luft, aber nicht mehr als zur vollständigen Verbrennung notwendig ist, in den Apparat gesaugt wird. Man soll mit diesem Ofen bei gutem Gang kleine Mengen von Silber, Gold und selbst eine Legierung von 90% Gold und 10% Platin schmelzen können.

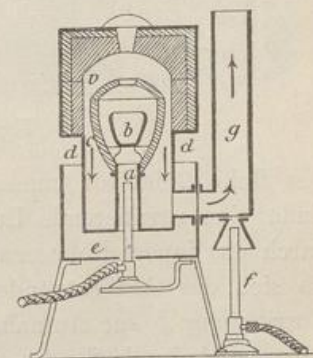


Fig. 110. Gasschmelzofen nach RÖSSLER.

* *Dinglers Polytechnisches Journal* Bd. 253, S. 79. — *Chem. Centr.-Blatt* 1884, S. 754.

Das Prinzip der Regenerativheizung bringt BIGOT* in seinem Regenerativgasofen in Anwendung (Fig. 111).

Durch das ringförmige Rohr *A* tritt das Gas ein und verteilt sich in einer Reihe mit Hahn versehener Bunsenbrenner *B*, welche durch Düsen in das Innere des Ofens führen. Die Flamme streicht zwischen der Wand *C* und der beweglichen Muffel *F* hindurch und geht in das Centralrohr *G*, welches mit einem gut ziehenden Schornstein kommuniziert.

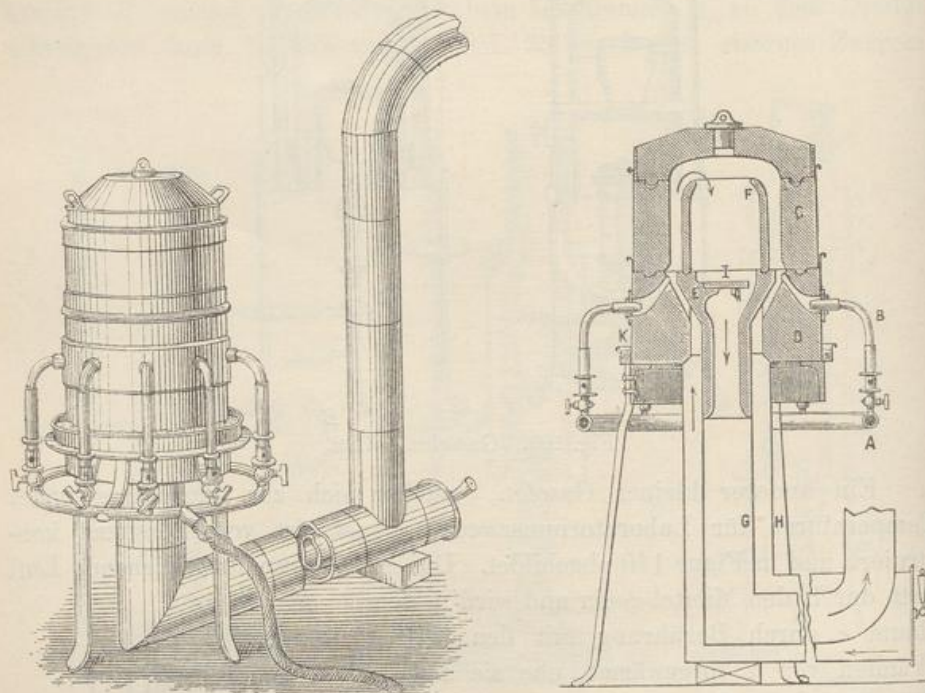


Fig. 111. Regenerativgasofen.

Das Rohr *G* ist von einem weiteren Rohr *H* umgeben, welches an seinem Ende eine regulierende Luftklappe hat. Die dort eintretende Luft wird durch das innere Rohr erwärmt und gelangt so in den Ofen an die Stelle, wo sich das Gas entzündet. *D* bildet die Basis des Ofens, *E* trägt die Vorrichtung *I* zur Aufnahme von Tiegeln etc. Die einzelnen Teile des Ofens sind durch Sandverschlüsse miteinander verbunden. Die Muffel *F* hat 18 cm Durchmesser und 27 cm Höhe. Vermöge der Regulierungsvorrichtung kann man beliebig in oxydierender oder in reduzierender Flamme erhitzen. Nach drei Stunden erreicht man die zum Brennen von Porzellan nötige Temperatur und nach fünf Stunden eine solche, die von anderen Gasöfen ohne Preßluft nicht erreicht wird.

* *Moniteur scient.* [4], 7, S. 519. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, II, S. 553.

6. Gebläselampen. Wenn es darauf ankommt, noch höhere Temperaturen zu erzeugen, als es mit den hier beschriebenen Lampen möglich ist, wendet man Gebläselampen an. Figur 112 zeigt eine solche Gebläselampe für Gas in äußerer Ansicht und im Durchschnitt. Auf einem eisernen Fulse ist der Brenner drehbar angebracht, so daß man seine Ausströmungsöffnung leicht auf jeden Punkt richten kann. Er besteht aus zwei ineinander geschobenen Röhren, von denen die äußere durch den Hahn *a* mit Gas und die innere durch den Hahn *b* mit Luft gespeist wird. Das obere Ende des letzteren kann durch Aufsetzen verschiedener Ausströmungsöffnungen erweitert und verengt werden, je nachdem man eine

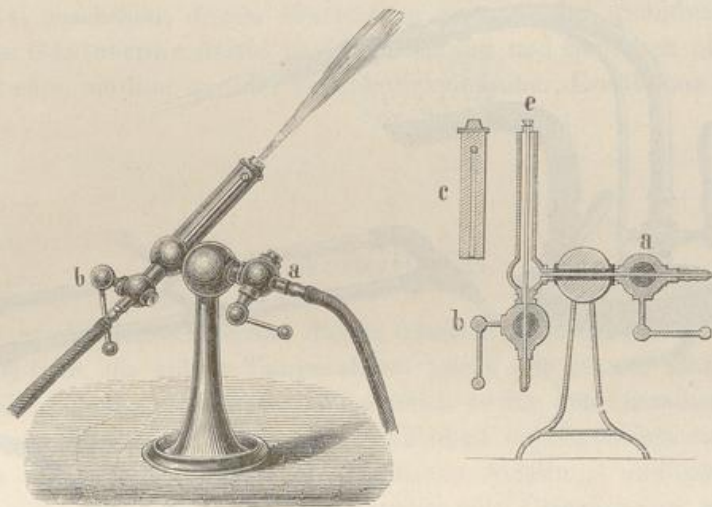


Fig. 112. Einfaches Gasgebläse.

breite oder eine spitze Flamme (Flutterflamme oder Stichflamme) haben will. Durch die Hähne *a* und *b* läßt sich sowohl der Gas- als auch der Luftstrom regulieren und die Form der Flamme noch überdies durch Auf- und Abschieben der Blechröhre *c* verändern. Den Luftstrom erzeugt man entweder durch ein Wassertrommelgebläse oder durch einen Gebläsetisch und das Gas entnimmt man aus dem gewöhnlichen Gashahne des Experimentiertisches. Man benutzt diese Lampe meistens zum Biegen, Ausziehen und Umschmelzen starker oder strengflüssiger Glasröhren, welche man damit in wenigen Minuten völlig erweicht. Sie läßt sich aber statt mit Luft auch mit Sauerstoff speisen und dient dann zur Hervorbringung der höchsten Temperaturen, welche man in Laboratorien zu erzeugen imstande ist. Bei allmählicher Öffnung des Sauerstoffhahns bemerkt man zuerst an der Spitze der inneren Ausströmungsöffnung einen hellleuchtenden Kegel,

welcher eine umgekehrte (Sauerstoff-) Flamme im Innern der voluminösen Gasflamme des äußeren Rohrs darstellt. Bei weiterer Öffnung des Hahns gewinnt die Sauerstoffflamme immer mehr an Ausdehnung und die Gasflamme an Leuchtkraft, bis sie bei einer gewissen Stellung des Sauerstoffhahns ein Licht von intensiver blendender Weifse ausstrahlt. Dreht man den Sauerstoffhahn dann noch weiter auf, so wird das Licht schwächer, die Flamme zieht sich mehr zusammen, verlängert sich ganz außerordentlich und hört zuletzt mit Leuchten auf, während zugleich ein grelles Zischen hörbar wird. Man reguliert die Gröfse der Flamme nach Bedarf und kann dann mit dieser Lampe ganz außergewöhnliche Effekte erzielen.

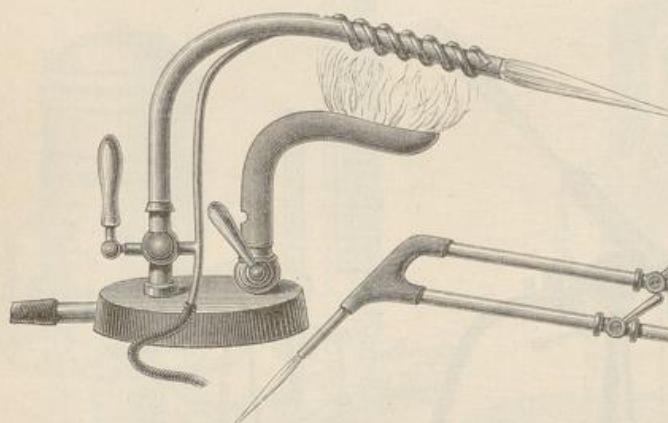


Fig. 113. Heißluftgebläse.

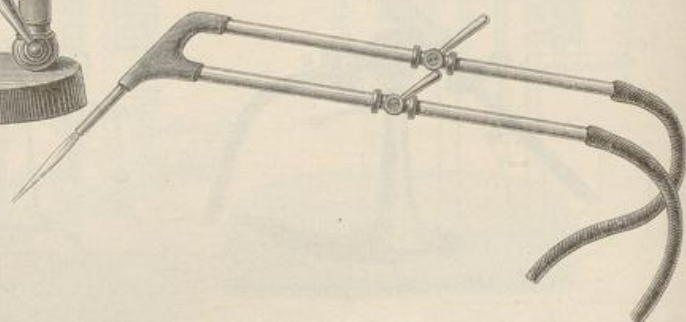


Fig. 114. Handgebläse.

Unedle Metalle verbrennen darin mit blendendem Glanze; Stahlstangen von drei bis fünf Millimeter Durchmesser schmelzen rasch unter prächtigem Funkensprühen ab; ganz dicke Glasstäbe fließen in glühenden Tropfen; Kupferblech von mehreren Millimetern Dicke wird in ganz kurzer Zeit durchbohrt; Silber in Mengen bis zur Gröfse eines Fünfmärkstücks läßt sich in einer passenden Unterlage (ein dickes Stück Gasretortenkohle zu einem Herde ausgehöhlt) in wenigen Minuten in feurigen Fluß bringen; endlich gelingt es sogar, auf einer Kohlenunterlage Platin in ansehnlichen Mengen (15 g und mehr) zu schmelzen.

Der Sauerstoffverbrauch ist mäfsig. Mit 300 Litern kann man mehrere Stunden experimentieren. Die Lampe dient zugleich, um die außerordentliche Erhöhung der Leuchtkraft einer Gasflamme durch in mäfsiger Menge eingeblasenen Sauerstoff zu demonstrieren, eine Methode der Beleuchtung,

welche bekanntlich in letzterer Zeit mehrfach zu technischer Anwendung gelangt ist.

Die Wirkung der Flamme wird noch mehr verstärkt, wenn man das Gas und die Luft (oder den Sauerstoff) vor dem Einblasen in die Flamme erwärmt.

Eine Lampe, bei der dies möglich ist, ist in Figur 113 abgebildet. Das Blaserohr windet sich um den oberen Teil des Brenners und wird samt diesem durch eine darunter angebrachte Gasflamme erwärmt. Der Eintritt des Blaserohrs in das Brennerrohr erfolgt kurz vor der Brenneröffnung.

Nicht selten ist es erwünscht, dem Strahle der Gebläselampe eine beliebige Richtung zu geben. Dies kann leicht durch das Handgebläse (Fig. 114) geschehen, dessen Einrichtung sich aus der Abbildung ergibt.

Das Gaslötrohr dürfte nach Einrichtung und Gebrauch hinreichend bekannt sein, um hier nur, der Vollständigkeit halber, Erwähnung zu finden.

GLASRÖHREN.

Zu gewöhnlichen Zwecken dienen Glasröhren aus leicht schmelzbarem (Natron-) Glas, für höhere Temperaturen solche aus schwer schmelzbarem (Kali- oder böhmischem) Glase. Wenngleich es für den Chemiker in vielen Fällen von Nutzen sein kann, Geschicklichkeit im Glasblasen zu besitzen, so läßt sich solche doch ohne praktische Anleitung und ohne große Übung nicht erreichen. Da man überdies alle Glasapparate, welche zur Ausübung des experimentellen Unterrichtes nötig sind, leicht käuflich erwerben kann, so beschränken wir uns hier auf eine kurze Anweisung zur Ausführung derjenigen Arbeiten, in denen man sich notwendig einige Geschicklichkeit aneignen muß, um sich vorkommenden Falls leicht helfen zu können.

1. Schneiden. Zum Schneiden der Glasröhren dienen dreikantige Feilen, oder sogenannte Glasmesser von gutem Stahl oder Carborundum. Man faßt die Röhren so, daß man mit dem Daumen die Schnittstelle markiert, setzt die Feile oder das Messer dicht neben dem Daumen scharf ein und macht damit einen Schnitt um etwa den dritten Teil des Röhrenumfangs (Fig. 115). Dann faßt man die Röhre so, wie Figur 116 zeigt, und biegt sie nach unten, worauf sie glatt abspringt. Bei Röhren von größerem Durchmesser muß der Feilenstrich wo möglich um den halben Umfang gehen und darf nicht zu flach sein. Man befeuchtet hierbei die Feile mit Wasser, oder noch besser mit Terpentinöl. Wenn weitere Röhren am

Ende unregelmäßig abgebrochen sind und wohl gar Sprünge haben, muß man ein nicht zu kurzes Stück davon abschneiden. Will man dies in der angegebenen Weise mittels der Feile ausführen, so ist der Feilstrich mindestens drei bis vier Centimeter vom Rohrende entfernt anzubringen, weil



Fig. 115. Schneiden von Glasröhren.

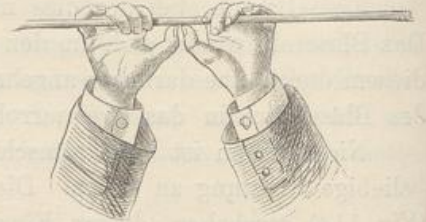


Fig. 116. Brechen von Glasröhren.

sich sonst nur mit Unsicherheit brechen läßt. Auch wickelt man hier der Vorsicht halber ein Tuch um das Ende, damit man sich bei verunglücktem Bruche nicht schneidet, was leicht eintreten kann. Besser ist es, in solchen Fällen sich der Sprengkohle zu bedienen, wodurch man ein kürzeres



Fig. 117. Absprengen unreiner Glasränder. Fig. 118. Abkneipen unreiner Glasränder.

Stück abschneiden kann und Glas spart. Die Sprengkohlen sind käuflich zu beziehen. Sie bestehen aus einer Mischung von Kohlenpulver und Harz, haben die Form eines Bleistifts und brennen, wenn man sie (in einer Lampe) zum Glühen erhitzt und Luft aufbläst, mit zugespitztem Ende weiter. Hat das Glasrohr am Ende bereits einen Sprung, so hält man die glühende Spitze einige Millimeter daneben in der Richtung, in welcher man den Sprung fortführen will (Fig. 117) und bläst stark mit dem Munde.

Hierdurch setzt sich der Sprung bis zur glühenden Kohle fort, worauf man unter fortwährendem Blasen weiterrückt, bis der Sprung um das ganze Rohr geführt ist. Wenn nicht bereits ein Sprung vorhanden ist, macht man einen scharfen Feilschnitt und verlängert denselben mit der Sprengkohle in der eben beschriebenen Weise.

Statt Sprengkohle anzuwenden, verfährt BECKMANN* beim Schneiden weiter und dicker Glasröhren folgendermaßen. An der betreffenden Stelle wird ein scharfer kurzer Feilenstrich gemacht und zu beiden Seiten desselben je ein 1—2 mm dicker und 1—2 cm breiter Wulst von feuchtem Filtrierpapier umgelegt, so daß von beiden Seiten des Feilenstriches noch Bahnen von 1—2 mm Breite frei bleiben. Erhitzt man dann den Zwischenraum mit der Stichflamme einer Gebläselampe, während man die Röhre um ihre Achse dreht, so springt sie am Feilenstrich glatt ab.

Zu demselben Zwecke eignet sich nach MUCK** das in Figur 119



Fig. 119. Diamant zum Schneiden von Glasröhren.

abgebildete kleine Instrument. Durch einen hohlen Griff mit Stichblatt ist eine Stange verschiebbar und durch Schraube festzustellen. Diese trägt nahe an ihrem Ende seitlich einen Glaserdiamanten. Will man ein Glasrohr an einer bestimmten Stelle durchschneiden, so schiebt man die Stange aus dem Griffe hervor, stellt sie für den richtigen Ort fest, schiebt den Diamanten in das Glasrohr vor, bis das Ende des letzteren auf dem Stichblatt sitzt und macht durch Drehen im Innern des Rohrs einen kreisförmigen Strich. Beim Ziehen an beiden Enden bricht dann das Rohr an diesem Striche glatt ab. Wenn kein Ende des Glasrohrs gerade abgeschnitten ist, so bindet man ein Stück Pappe um und verfährt ebenso.

Das Absprengen von weiten und dickwandigen Glasröhren kann auch durch einen elektrisch glühenden Draht geschehen. Man legt einen 0,5 mm dicken Draht von weichem Eisen in einfacher Lage so um die Röhre, daß der Draht allseitig am Glase dicht anliegt, isoliert die beiden Enden, da wo sie sich berühren, und leitet einen Strom, welcher stark genug ist, den Draht zum Glühen zu bringen, hindurch. Nach dem Auftropfen von etwas Wasser springt dann die Röhre glatt ab.

* *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 5.

** *Zeitschrift für analytische Chemie* Bd. 25, S. 530. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, I, S. 1043.

Wenn beim Absprengen der Rand nicht ganz glatt geworden ist, so kann man die Unregelmäßigkeiten durch eine gute Feile beseitigen, oder falls dieselben zu bedeutend sind, um durch die Feile weggenommen werden zu können, auch mit Hilfe einer flachen Zange (Fig. 118) oder eines Glaskneipers (Fig. 120) in der Weise vorsichtig abbrechen, daß man mit Ruhe und Geduld an der äußersten Spitze anfängt und möglichst kleine



Fig. 120. Glaskneiper.

Stückchen förmlich abnagt. Dies setzt eine gewisse Übung voraus, und trotzdem verunglückt die Arbeit nicht selten.

Scharfe Bruchränder werden nachher in der Lampe umgeschmolzen. Bei dünneren Glasröhren reicht hierzu ein gewöhnlicher Gasbrenner aus, bei weiteren, namentlich böhmischen Röhren muß man die Gebläselampe anwenden. Zu diesem Zwecke läßt man die Flamme anfangs ohne Luft-

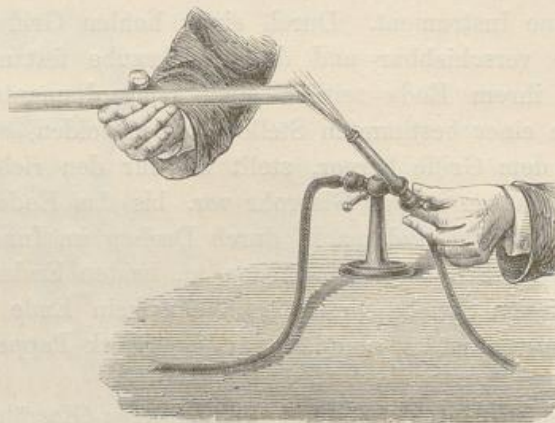


Fig. 121. Umschmelzen von Glasrändern.

strom brennen und wärmt das umzuschmelzende Ende in der Flamme gehörig vor, wobei sich Ruß auf der Röhre absetzt. Währenddessen wird der Lufthahn langsam aufgedreht, bis eine lebhafte Flatterflamme entsteht (Fig. 121). Das Ende der Röhre fängt langsam an zu glühen, und sobald die ringförmige Öffnung in lebhafter Rotglut erscheint, ist die Umschmelzung geschehen. Läßt man die Röhre zu lange in der Flamme, so zieht sich die Öffnung zusammen, was vermieden werden muß. Man sorge dafür, daß man während der Einwirkung der Flamme die Röhre

möglichst horizontal oder mit dem kalten Ende etwas nach unten geneigt hält, denn wenn man dieses Ende erhöht, so ziehen die Verbrennungsgase, welche viel Wasserdampf enthalten, hindurch; letzterer kondensiert sich im Innern und fließt an die erhitzte Stelle zurück, wodurch regelmäßig das Glas zerspringt. Noch mehr Vorsicht hat man beim Umschmelzen des anderen Röhrenendes anzuwenden, weil dieses, auch wenn man die Röhre horizontal gehalten hatte, immer mit Feuchtigkeit beschlagen ist. Man muß deshalb dies Ende so lange ohne Luftstrom von außen gelinde erwärmen und dabei die Röhre mit dem kalten Ende nach oben gerichtet halten, bis die Innenwand genügend getrocknet ist; erst dann wendet man die Flatterflamme an und bringt die Röhre wieder in die oben angegebene Lage.

2. Biegen. Das Biegen nicht zu weiter Glasröhren gelingt in sehr

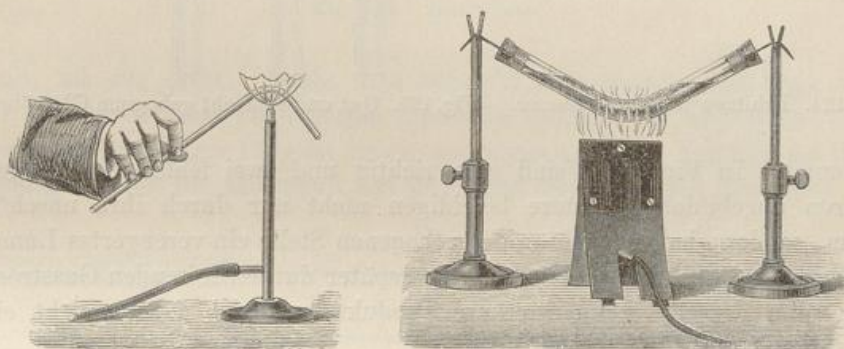


Fig. 122—123. Biegen enger und weiter Glasröhren.

einfacher Weise unter Anwendung eines sogenannten Schnittbrenners (Straßenbrenner). Man hält das Rohr mit der zu biegenden Stelle horizontal so in die Flamme, daß es von dem leuchtenden Teile derselben ganz eingehüllt wird, wobei man jeden Luftzug möglichst zu vermeiden hat, damit die Flamme nicht flackere. Das Glasrohr beruht rasch, kommt dann zum Glühen und biegt sich durch das Gewicht des freien Endes (Fig. 122) schön und regelmäßig, so daß es in dem Winkel keine Einfaltung erhält. Weite Röhren (von weichem Glase) füllt man mit Sand und läßt sie sich über der Röhrenheizlampe biegen (Fig. 123).

In Ermangelung einer Gasflamme muß man sich einer Spirituslampe bedienen. Dünnere Glasröhren lassen sich in der Flamme einer einfachen Spirituslampe in der angegebenen Weise biegen; sind sie aber nur einigermaßen stark, so muß man einen Berzeliusbrenner anwenden, darf aber in diesem Falle das Rohr nicht quer durch die Flamme halten, da es sonst an zwei Stellen erhitzt werden und dazwischen kalt bleiben

würde; man hält es vielmehr tangential in die Flamme, wie Figur 124 zeigt. Biegt sich in diesem Falle das Rohr nicht von selbst durch seine eigene Schwere, so muß man mit der Hand nachhelfen, wozu allerdings eine gewisse Übung gehört, damit es in der inneren Biegung keine Einfaltung

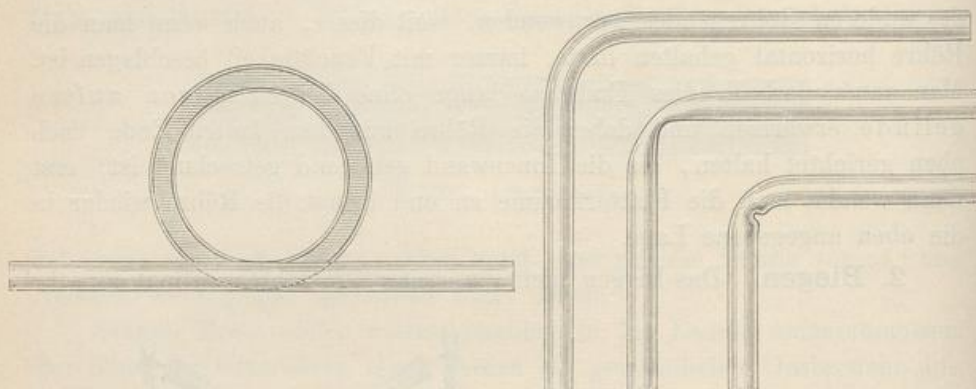


Fig. 124. Erhitzen im Rundbrenner. Fig. 125. Gut und schlecht gebogene Glasröhren.

bekommt. In Figur 125 sind eine richtig und zwei fehlerhaft gebogene Röhren abgebildet. Letztere beleidigen nicht nur durch ihre unschöne Form, sondern haben auch an der gebogenen Stelle ein verengtes Lumen, wodurch eine nachteilige Hemmung des später durchzuleitenden Gasstroms, und wenn derselbe kondensierbare Produkte mit sich führt, leicht eine Verstopfung an dieser Stelle eintritt.

3. Ausziehen. Zum Ausziehen von Glasröhren wendet man die

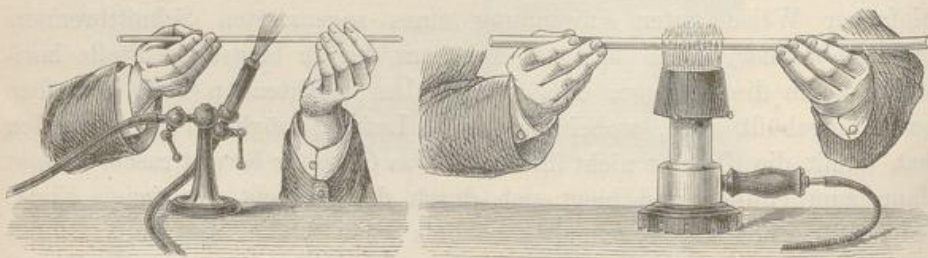


Fig. 126—127. Erhitzen zum Ausziehen.

Gebläselampe (Fig. 126), im Notfalle auch den einfachen BUNSEN'schen Brenner oder den Rundbrenner (Fig. 127) unter der oben angegebenen Vorsicht an. Man muß das Rohr so lange in der Flamme lassen und dabei zwischen den drei ersten Fingern beider Hände fortwährend und ruhig hin und her drehen, bis es vollkommen erweicht ist und sich leicht

biegt; dann entfernt man es rasch aus der Flamme und zieht es unter fortgesetztem Drehen sicher aus, wobei man Sorge zu tragen hat, daß die Achsen der beiden ausgezogenen Teile genau eine gerade Linie bilden (Fig. 128), weil man sonst schiefe Spitzen erhält. Es kommt auch sehr darauf an, daß die Erweichung des Rohrs in der Flamme allseitig ganz gleichmäßig geschieht, weshalb man bei stärkeren Röhren sehr regelmäßig drehen muß, da der untere Teil von der Flamme eine stärkere Hitze

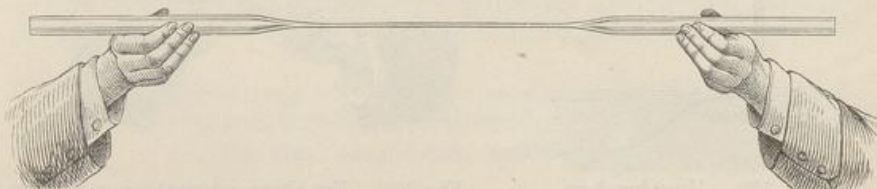


Fig. 128. Ausziehen.

erhält, als der obere. Dreht man schlecht oder unruhig, so kann man auch hierdurch beim nachherigen Ausziehen Spitzen von ungleichmäßiger Form erhalten. Figur 129 *a* ist richtig ausgezogen, *b* beim Erhitzen schlecht gedreht, so daß die Glaswand auf der einen Seite weicher geworden ist,

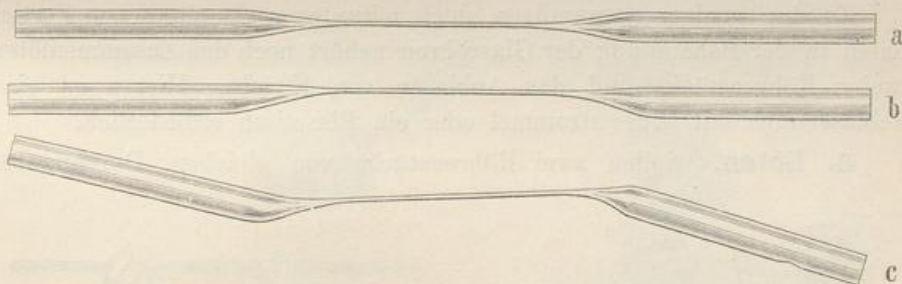


Fig. 129. Gut und schlecht ausgezogene Röhren.

als auf der anderen, *c* ist schief ausgezogen. Nach völligem Erkalten schneidet man den ausgezogenen Teil an der gewünschten Stelle mit einem scharfen Glasmesser geschickt ein, bricht in der oben beschriebenen Weise ab, feilt, wenn nötig, mit Vorsicht hervorstehende Spitzen sauber ab und schmilzt in der Flamme um. Durch das Umschmelzen läßt sich das Lumen der Öffnung beliebig verengern. Auch hierbei muß man ruhig und vorsichtig drehen, weil sich sonst die Spitze sehr leicht umbiegt (Fig. 130). Ist durch ein zu langes Hineinhalten in die Flamme die Öffnung zu enge geworden oder hat sie sich wohl gar ganz geschlossen, so kann man sie nach dem Erkalten durch vorsichtiges Abfeilen mit der

flachen Seite der Feile (Fig. 131) wieder öffnen. Letzteres ist besonders dann anzuraten, wenn man aus dem Rohre ein Gas (z. B. Wasserstoff) brennen lassen will, weil durch das Zusammenschmelzen die dünne Wand



Fig. 130. Umschmelzen.



Fig. 131. Erweitern ausgezogener Spitzen.

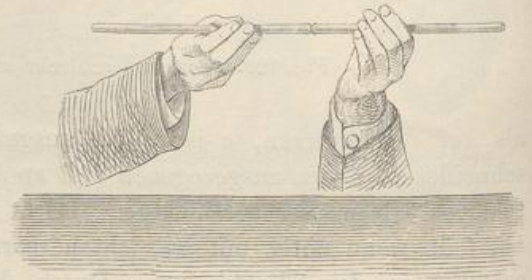
der ausgezogenen Röhre sich wieder verdickt und nachher der Einwirkung der durch das brennende Gas erzeugten Hitze besser widersteht. Auch dann, wenn man eine Spitze mit sehr feiner Öffnung haben will, ist es ratsam, dieselbe zuerst zusammenzuschmelzen und dann wieder durch die Feile zu öffnen, da man es auf diese Weise ganz in der Hand hat, der Öffnung jede beliebige Weite zu geben.

Zu den weniger notwendigen, doch mitunter recht nützlichen Fertigkeiten in der Behandlung der Glasröhren gehört noch das Zusammenlöten zweier Röhrenstücke und das Anblasen von Kugeln. Hierzu ist eine Gebläselampe mit Wassertrommel oder ein Blasetisch erforderlich.

4. Löten. Sollen zwei Röhrenstücke von gleichem Durchmesser



a



b

Fig. 132. Löten gerader Röhren.

zusammengelötet werden, so müssen die Enden gerade abgeschnitten sein. Man hält dieselben unter langsamem Drehen in die Flamme (Flutterflamme). Figur 132 a, so daß sich beide gleichmäßig erhitzen, ohne sich zu berühren.

Dann werden sie außerhalb der Flamme ruhig und sicher zusammengesetzt (Fig. 132 b). Den dadurch entstehenden wulstigen Verbindungsring entfernt man folgendermaßen. Das Ende der zusammengelöteten Röhre wird zugeschmolzen oder mittels eines Korkes verschlossen, dann der

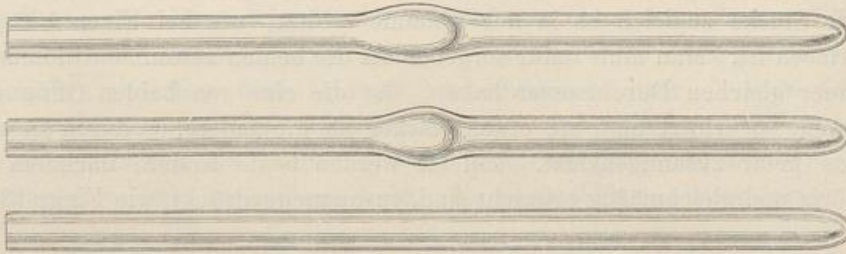


Fig. 133. Ausgleichung gelöteter Röhren.

Wulst in der Flamme unter Drehen gleichmäßig erhitzt, wie Figur 126 zeigt, und nach dem Erweichen etwas aufgeblasen, abermals erhitzt, dabei etwas zusammengedrückt, nochmals aufgeblasen und so fort, bis die Verdickung

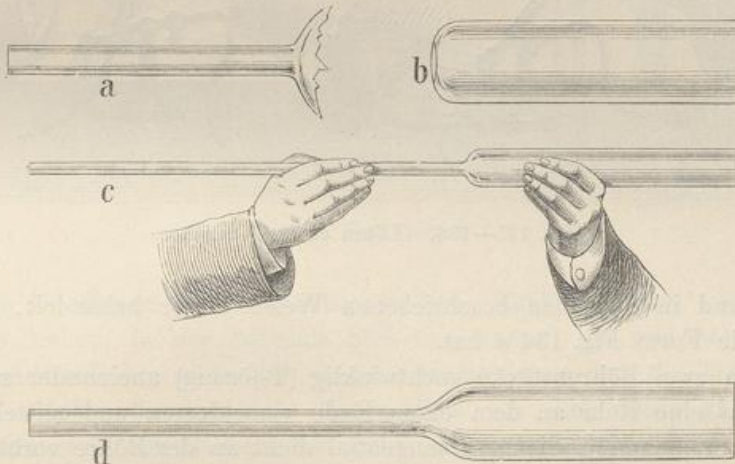


Fig. 134. Löten enger und weiter Röhren.

verschwunden ist; hierbei nimmt die Röhre nach und nach die in Figur 133 dargestellten Formen an. Es kommt hierbei hauptsächlich darauf an, daß beim Erwärmen und Aufblasen die Achsen der beiden Röhrenstücke eine gerade Linie bilden, wozu einige Übung und Sicherheit erforderlich ist.

Soll eine engere Röhre mit einer weiteren zusammengelötet werden, so wird jene an dem einen Ende zugeschmolzen und dieses durch Erhitzen in der Flamme unter Drehen erweicht; dann bläst man in das offene Ende, wodurch eine Kugel entsteht, die man durch stärkeres Blasen

sogleich zersprengt. Sie erhält dann die Form Figur 134 *a*. Mittels einer Feile werden die Überreste der Kugel beseitigt, so daß nur ein schmaler aufgebogener Rand, den man möglichst abrundet, übrig bleibt. Nun wird das Ende der weiteren Glasröhre durch längeres Erhitzen in der Lampe unter fortwährendem Drehen etwas zusammengezogen (Fig. 134 *b*), dann beide Stücke zugleich so in der Flamme erhitzt, wie bei Figur 132 beschrieben ist. Man muß dafür sorgen, daß die beiden zusammenzulötenden Ränder gleichen Durchmesser haben. Ist die eine von beiden Öffnungen zu weit, so erhitzt man sie etwas stärker als die andere, wodurch sie sich etwas mehr zusammenzieht. Zuletzt werden beide Enden, nachdem sie gehörig und gleichmäßig erweicht sind, zusammengedrückt, wie Figur 134 *c*

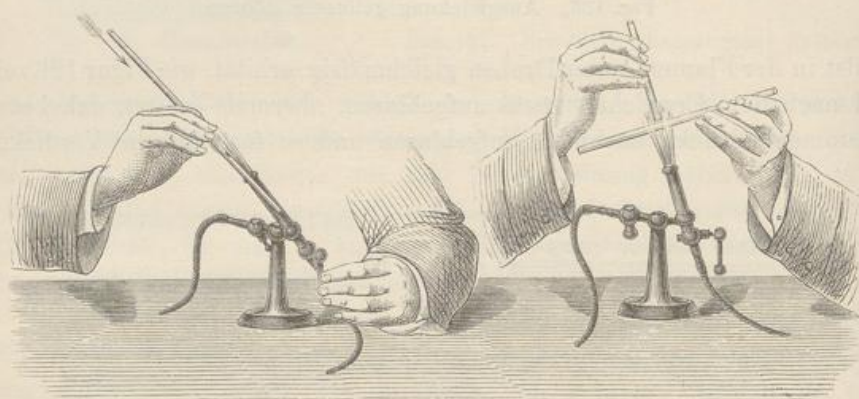


Fig. 135—136. Löten eines T-Stückes.

zeigt, und in der oben beschriebenen Weise weiter behandelt, bis das Rohr die Form Fig. 134 *d* hat.

Um zwei Röhrenstücke rechtwinklig (T-förmig) aneinander zu löten, wird das eine Rohr an dem einen Ende verschlossen und mittels einer kleinen Stichflamme, die man tangential dicht an der Röhre vorüberbläst, erhitzt. Hierdurch kommt ein kleines rundes Stück der Glaswand zum Glühen, wobei man dafür sorgt, daß die erhitzte Stelle möglichst genau kreisförmig (nicht länglich) ist. Sobald das Glas an dieser Stelle weich genug zu sein scheint, bläst man, indem man die Flamme fortdauernd in der gleichen Weise einwirken läßt, in das offene Ende der Röhre, worauf sich diese mit gelindem Knall öffnet (Fig. 135). Das anzulötende Röhrenstück wird nun mit der geöffneten Stelle zugleich in der Lampe erhitzt (Fig. 136), und dann beide Teile nach genügendem Erweichen durch sanften Druck vereinigt. Auf dieselbe Weise läßt sich auch eine Röhre seitlich an eine Kugel anlöten.

5. Kugelblasen. Um ein Glasrohr am Ende zu einer Kugel aufzublasen, wird es in der Flamme kurz abgeschmolzen und die zugeschmolzene Stelle erweicht. Zuerst erhitzt man nur die äußerste Spitze, welche in der Regel durch einen dickeren Klumpen von Glasmasse gebildet wird (Fig. 137). Durch gelindes Aufblasen dehnt man diesen zu einer kleinen Kugel aus (a). Dann wird ein etwas größeres (1—1,5 cm langes) Stück in der Flamme erweicht, wobei man, wie bereits weiter oben beschrieben, die Röhre zwischen dem Daumen und den zwei oder drei nächsten Fingern der rechten Hand hält und langsam und ruhig durch Vor- und Rückwärtsschieben des Daumens, ohne dabei die Lage der Röhre in der Flamme irgendwie zu ändern, dreht. Es kommt hierbei alles darauf an,

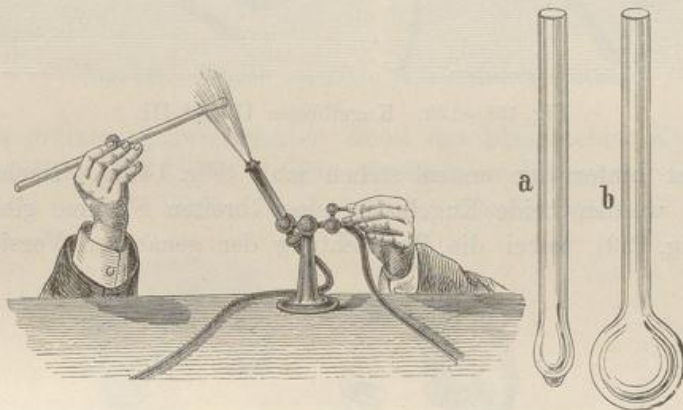


Fig. 137. Kugelblasen I.

daß man bei diesem Drehen richtig verfährt. Zuvörderst darf man nicht zu rasch drehen, in der Sekunde höchstens einmal hin und her; dann muß man die Röhre so in die Flamme hineinhalten, daß die Ebene des Kreises, welcher das glühende Röhrenstück von dem nicht glühenden trennt, senkrecht zur Röhrenachse steht; ferner muß die Röhre immer möglichst gleichförmig von der Flamme umspült sein, und man darf, wie gesagt, nicht zeitweilig die Lage in der Flamme ändern oder die Röhre gar stellenweise aus derselben herausbringen; endlich muß man, wenn das Glas anfängt, weich zu werden und sich nach unten zu biegen, durch geschicktes Drehen und entsprechende Beschleunigung desselben dafür sorgen, daß das nach unten sinkende Ende immer wieder gehoben wird. Dies ist übrigens der Zeitpunkt, wo man mit Erhitzen aufhört. Man bringt unter fortwährendem Drehen das offene Ende der Röhre in den Mund und bläst, ebenfalls unter fortwährendem Drehen, Luft ein, so daß eine Kugel von etwa 1 cm Durchmesser entsteht (Fig. 137 b). Diese muß

dickwandig sein und senkrecht und centrirt auf dem Ende der Röhre aufsitzen. Um diese Kugel nun zu vergrößern, erhitzt man das ihr unmittelbar benachbarte Stück der Röhre in der eben beschriebenen Weise (Fig. 138) und bläst eine zweite Kugel von gleicher GröÙe an, die mög-



Fig. 138—139. Kugelblasen II und III.

lichst dicht hinter der ersten stehen muß (Fig. 141 a). Nachdem dies geschehen, werden beide Kugeln in einer breiten Flamme gleichmäßig erhitzt (Fig. 139), wobei die Beobachtung der genannten Vorsichtsmaß-



Fig. 140. Kugelblasen IV.

regeln noch nötiger ist. Namentlich muß man sich beim Aufblasen (Fig. 140) sehr in acht nehmen, daß die Kugel an der einen Seite nicht stärker aufgetrieben wird als an der anderen. Man hält während des Blasens die Röhre ziemlich horizontal und hört keinen Augenblick auf mit Drehen. Anfänglich wird schwächer, nachher stärker geblasen. Zeigt die Kugel eine Neigung, sich einseitig stärker aufzublähen, so bringt man diese Seite sogleich nach unten und giebt stärkere Luft. Die auf diese

Weise erzeugte Kugel (Fig. 141 *b*) kann je nach der Weite der Röhre einen Durchmesser von 2—3 cm haben. Um eine noch grössere Kugel zu erzeugen, werden anfangs nicht zwei, sondern drei Kugeln nebeneinander geblasen und diese dann zu gleicher Zeit in der Flamme erweicht.

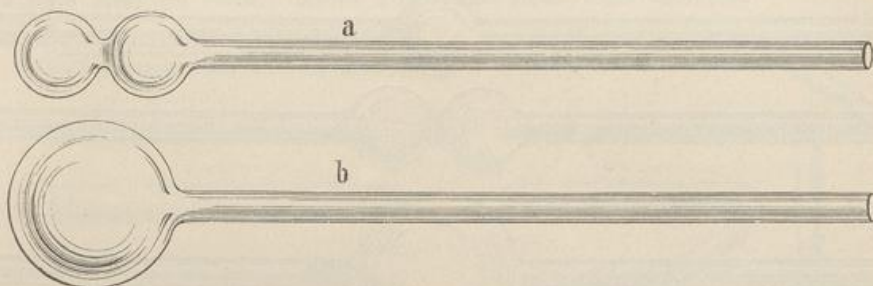


Fig. 141. Kugeln am Ende in natürlicher Gröfse.

Noch grössere Schwierigkeiten bietet das Blasen einer Kugel mitten in einer Röhre dar. Man erhitzt dieselbe, nachdem sie einseitig zugeschmolzen ist, wie Figur 126 zeigt, wobei man fortwährend dreht und,



Fig. 142. Kugelblasen in der Mitte.

sobald das Glas zu erweichen beginnt, ausserdem noch gelinde zusammen-drückt, um die Wände ein wenig zu verstärken. Dann wird unter fortgesetztem Drehen eine erste Kugel von etwa 1—1,5 cm Durchmesser aufgeblasen (Fig. 142), welche Figur 143 *a* in natürlicher Gröfse zeigt. Dicht neben derselben erzeugt man eine zweite (Fig. 143 *b*), erhitzt dann beide gemeinschaftlich in der Flamme und bläst sie zuletzt zu einer grösseren Kugel auf (Fig. 143 *c*). Die Hauptschwierigkeit besteht hierbei darin, daß man die beiden Röhrenenden genau in eine gerade Linie bringt, welche

durch den Mittelpunkt der Kugel geht. Die ersten Versuche werden meist mit Erzeugnissen von der Form Figur 144 *a* und *b* endigen. Nur fortgesetzte Übung unter strenger Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln kann hier helfen.

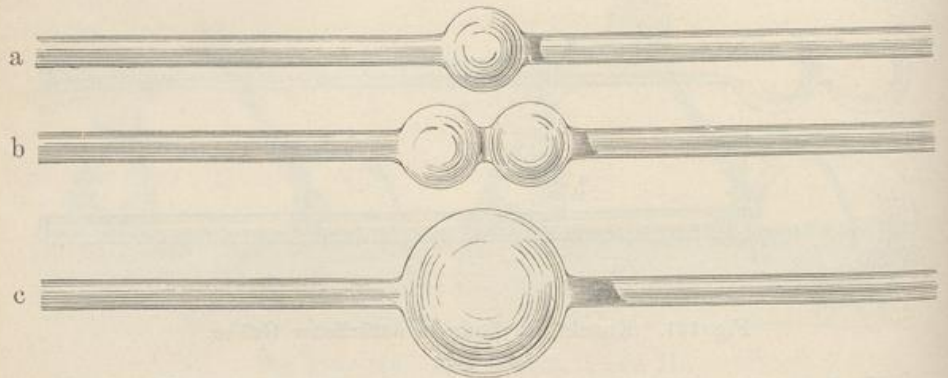


Fig. 143. Kugeln in der Mitte, natürliche Gröfse.

Diese zuletzt beschriebenen Arbeiten setzen eine lange Übung unter Aufwand von viel Geduld voraus, sie gehören aber auch nicht zu den unentbehrlichen Fertigkeiten eines Lehrers der Chemie und können nur

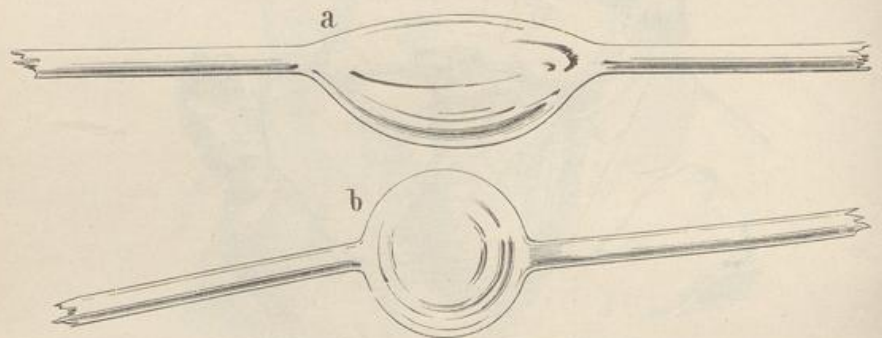


Fig. 144. Schlecht geblasene Kugeln.

für den Fall von wirklichem Nutzen sein, wenn man fern von den Bezugsquellen passender Glasapparate gezwungen ist, sich selbst zu helfen. Schliesslich ist zu erwähnen, dafs man, um ein nachheriges Springen der fertigen Stücke zu verhüten, die erhitzten Stellen, nachdem der ganze Gegenstand vollendet ist, nochmals etwa 1 Minute lang nach Abstellung des Gebläsewindes in der Flamme der Lampe erwärmt; so dafs sie sich an ihrer ganzen Oberfläche mit Ruß bedecken.

6. Glasröhrenstücke. Zu verschiedenen Versuchen sind kürzere und längere, engere und weitere, gerade und gebogene Glasröhren nötig. Um nicht genötigt zu sein, sich solche erst, wenn man sie braucht, herzurichten, stellt man sich ein für allemal einen geeigneten Vorrat davon her und bewahrt dieselben in den Kästen des Experimentiertisches auf, so daß man sie immer leicht zur Hand hat. Man braucht:

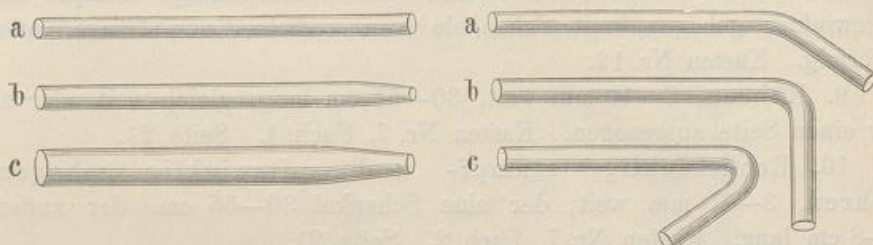


Fig. 145. Kurze, gerade und gebogene Glasröhren. Fig. 146.

1. Gerade Röhrenstücke, 5—8 cm lang, 3—8 mm weit (Fig. 145 a), aufzubewahren im Kasten Nr. 3, Fach 3. Seite 21.

2. Gerade Röhrenstücke, 5—8 cm lang, 3—8 mm weit, an der

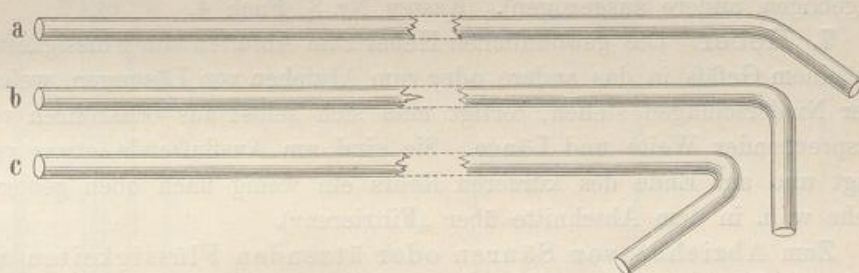


Fig. 147. Mittellange, gebogene Röhren.

einen Seite verjüngt zur Verbindung von weiten mit engen Kautschukröhren (Fig. 145 b und c), und ebensolche an der einen Seite zu einer Spitze ausgezogen als Ausströmungsröhren für Gase. Derselbe Kasten.

3. Rechtwinklig gebogene Röhren, 3—8 mm weit mit gleich oder ungleich langen Schenkeln von 4—8 cm Länge (Fig. 146 b). Kasten Nr. 3, Fach 3. Seite 21.

4. Stumpfwinklig und spitzwinklig gebogene Röhrenstücke, 3—8 mm weit, mit Schenkeln von 4—8 cm Länge. Derselbe Kasten. (Fig. 146 a und c).

5. Röhrenstücke, 3—8 mm weit, 10—25 cm lang, gerade, an beiden Enden gleich weit oder an der einen Seite verjüngt und zu einer Spitze ausgezogen. Kasten Nr. 3, Fach 5. Seite 21.

6. Rechtwinklig, stumpf- oder spitzwinklig gebogene Röhren, 3—8 mm weit, der eine Schenkel 10—25 cm, der andere 4—6 cm lang (Fig. 147 *a*, *b* und *c*). Kasten Nr. 3, Fach 5.

7. Röhrenstücke, über 8 mm weit, 10—20 cm lang, an beiden Enden gleich weit oder verjüngt und zu einer Spitze ausgezogen. Kasten Nr. 3, Fach 5.

8. Röhrenstücke, über 8 mm weit, rechtwinklig, stumpf- und spitzwinklig gebogen, mit Schenkeln von verschiedener Länge, auch T-förmig. Kasten Nr. 12.

9. Röhren, 3—10 mm weit, 30—55 cm lang, gleich weit oder an der einen Seite ausgezogen. Kasten Nr. 7, Fach 1. Seite 21.

10. Rechtwinklig, stumpf- und spitzwinklig gebogene Röhren, 3—10 mm weit, der eine Schenkel 30—55 cm, der andere 4—8 cm lang. Kasten Nr. 7, Fach 2. Seite 21.

11. Böhmisches Röhren, 12—20 mm weit, 20, 35—40 und 50—60 cm lang, an beiden Seiten glatt umgeschmolzen. Kasten Nr. 26, S. 22.

12. Einfach durchbohrte Korke in größerer Anzahl, 10—25 cm im Durchmesser, mit eingesetzten, an den Rändern umgeschmolzenen Glasröhrenstücken von 5—7 cm Länge und 3—8 mm Weite (einige davon umgebogen, andere ausgezogen). Kasten Nr. 3, Fach 4.

7. Heber. Die gewöhnlichen Heber zum Abfüllen von Flüssigkeiten aus einem Gefäß in das andere oder zum Abziehen von Lösungen, welche über Niederschlägen stehen, fertigt man sich selbst aus Glasröhren von entsprechender Weite und Länge. Sie sind am Ausflusssende etwas verjüngt und am Ende des kürzeren Rohrs ein wenig nach oben gebogen (siehe w. u. in dem Abschnitte über „Filtrieren“).

Zum Abziehen von Säuren oder ätzenden Flüssigkeiten aus größeren Vorratsgefäßen sind sehr verschiedenartige Konstruktionen in Gebrauch, welche das Ansaugen des Hebers gestatten, ohne Gefahr, die Flüssigkeit in den Mund zu bekommen (sogenannte Säureheber). Wenn es nicht darauf ankommt, ob die abzuziehende Flüssigkeit mit etwas Wasser verdünnt wird, z. B. bei Ausfüllen der rohen Säuren aus den großen Vorratsgefäßen in die Standgefäße, kann man sich hierzu eines ganz gewöhnlichen, genügend langen Glashebers bedienen, welchen man durch Biegen in eine, dem Vorratsgefäß angepaßte Form bringt. Man stellt letzteres hoch, saugt den Heber aus einem Gefäß mit Wasser an, verschließt, während er läuft, das Ausfließende mit dem Daumen und senkt ihn in das Gefäß.

Zwei Einrichtungen, bei welchen der oben erwähnte Übelstand dadurch vermieden ist, daß man den Heber nicht durch Ansaugen, sondern durch Anblasen in Thätigkeit bringt, mögen hier beschrieben werden.

Säureheber nach RADIGUET.* Der kürzere Schenkel des Hebers *A* (Fig. 148) ist in ein weiteres Rohr *B* eingeschmolzen, welches unten eine kleine Öffnung hat. Bläst man mit dem Munde oder einem Kautschukgebläse (Fig. 149) rasch Luft in *B* ein, und zwar so stark, daß die verdrängte Flüssigkeit nicht rasch genug durch die untere Öffnung von *B* entweichen kann, so wird sie in den Heberschenkel gedrängt, und der Abfluß beginnt. Der Heber bleibt so lange in Thätigkeit, bis der Flüssigkeitsspiegel im Gefäße bis zur unteren Mündung des inneren Heberrohrs

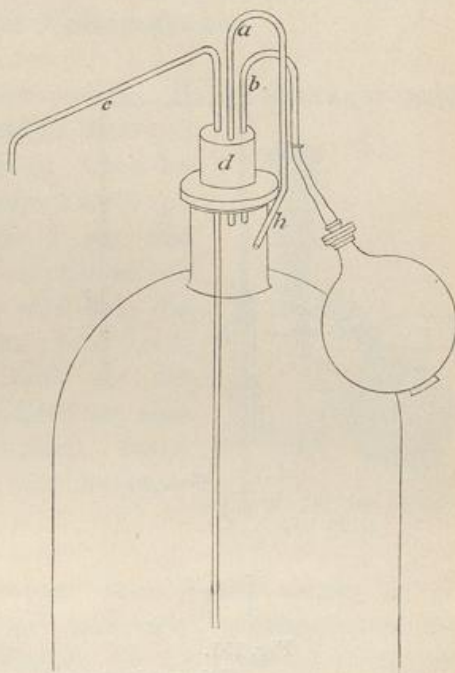
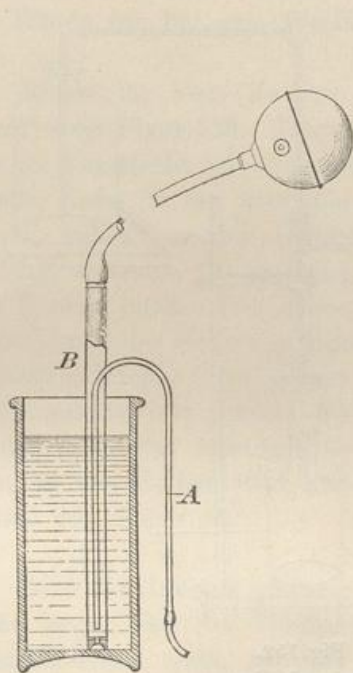


Fig. 148—149. Säureheber nach RADIGUET.

Fig. 150. Säureheber nach DENNIS.

gesunken ist. Will man die Entleerung weiter treiben, so verschließt man im rechten Zeitpunkt die obere Öffnung von *B*, worauf dieses selbst mit als Heber wirkt. Die Thätigkeit des Hebers kann auch plötzlich unterbrochen werden, wenn man während des Ganges so stark in *B* hineinbläst, daß die Flüssigkeit aus *B* ganz verdrängt wird.

Säureheber nach DENNIS.** Auf die Säureflasche wird ein dreifach durchbohrter Kautschukstöpsel *d* (Fig. 150) gesetzt, durch welchen

* *Journal de Pharm. et de Chimie* [5] Bd. 16, S. 543. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 163.

** *American Chemical-Journal* Bd. 11, S. 218. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 117.

drei Glasröhren *a*, *b*, *c* gehen; *a* und *b* endigen dicht unter dem Stöpsel, und *c* reicht bis auf den Boden; *b* ist mit einem Kautschukgebläse verbunden und *a* so gebogen, daß man, wenn man das Gebläse in der rechten Hand hält, das Ende *h* mit dem Daumen verschließen kann. Setzt man währenddessen das Gebläse in Thätigkeit, so beginnt der Säureausfluß aus *c* und wird sofort unterbrochen, sobald man den Daumen von *h* entfernt. Da die linke Hand frei ist, kann man damit das zu füllende Gefäß unter *c* halten.

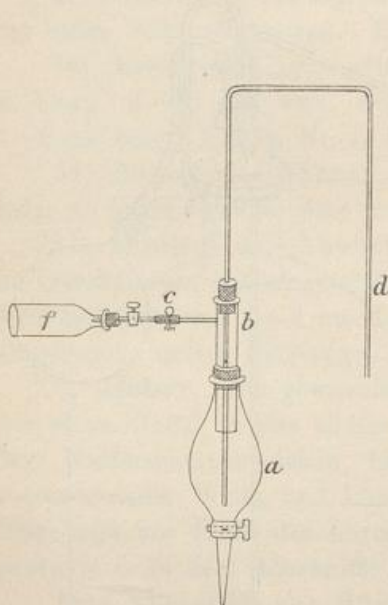


Fig. 151.

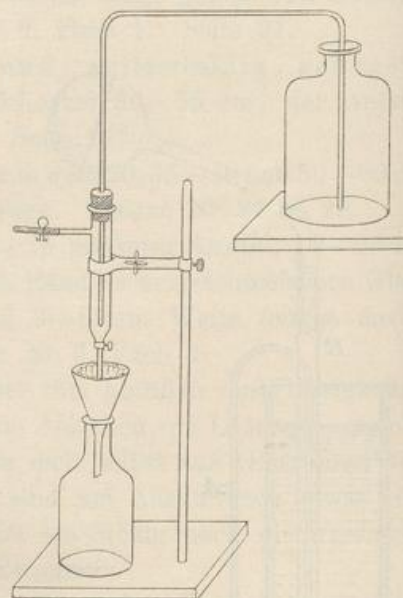


Fig. 152.

Heber mit Ansaugvorrichtung nach EBERT.

Heber mit Ansaugvorrichtung nach EBERT* (Fig. 151). Das längere Ende des Hebers ist bei *b* luftdicht in einen Scheidetrichter *a* eingeführt, mit dessen Hals ebenfalls luftdicht ein Saugrohr *b c* verbunden ist. Durch Ansaugen des letzteren läßt man in den Scheidetrichter soviel Flüssigkeit eintreten, daß die Mündung des Hebers eintaucht, schließt dann das Saugrohr mittelst des Quetschhahns *c* und kann nun durch Öffnen des Scheidetrichterhahns beliebig viel Flüssigkeit abfließen lassen. Der Flüssigkeitsstand im Scheidetrichter wird immer derselbe bleiben und ein Ausfließen des Hebers kann nicht vorkommen. Beim Überfüllen von

* *Chemiker-Ztg.* Bd. 16, S. 1955. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, I, S. 289.

rauchenden Säuren bedient man sich zum Ansaugen einer vorher evakuierten, mit einem Hahne versehenen Flasche *f*. Der Scheidetrichter kann übrigens zugleich auch noch zum Filtrieren ätzender Flüssigkeiten dienen, indem seine untere Hälfte mit Glaswolle oder Asbest gefüllt wird, die man zweckmäßig mit etwas groben Glasstücken beschwert. — Soll der Apparat zum Filtrieren durch Fließpapier angewendet werden, so giebt man ihm die in Figur 152 abgebildete Form und stellt ihn mit der Filtrierflasche so zusammen, wie die Figur zeigt. Der Vorteil dieses neuen Hebers besteht darin, daß man ihn beliebig abstellen kann und die Hände frei hat zum Wechseln der Auffangflaschen.

Einen für viele Zwecke zu verwendenden Heberansauger nach BOHN* zeigt Figur 153. Eine starkwandige Glaskugel hat ein Ansatzrohr mit doppelter Öffnung. Über das gerade Ende ist ein konischer Gummischlauch gezogen, welcher an der engsten Stelle 1 mm und an der weitesten 20 mm weit ist, so daß er auf alle Röhren paßt. Das offene Ende wird über das Ausflusssende des Hebers gezogen. Man preßt durch Zusammendrücken des Balles die Luft aus der Kugel und bewirkt, indem man den Ball sich ausdehnen läßt, das Ansaugen der Flüssigkeit. Sowie diese in den Kolben tritt, zieht man den Ansauger schnell vom Heber ab.



Fig. 153. Heberansauger nach BOHN.

Beim Entleeren großer Flaschen ohne Heber dauert es oft recht lange, ehe der Flüssigkeitsspiegel innerhalb derselben unter die Ausflußöffnung sinkt, so daß der Eintritt der Luft nur in Form von Blasen, die durch die Flüssigkeit gehen, erfolgt. Um dies zu verhüten, führt man, wie die Figur 154 zeigt, ein wie *A* gebogenes Glasrohr durch die Öffnung der Flasche ein. Das offene Ende *a* wird beim Einbringen mit dem Finger verschlossen und erst geöffnet, wenn nach dem Neigen der Flasche das Röhrenende *B* frei geworden ist.

Ein Heber zum Konstanthalten des Niveaus ist von BIDET** empfohlen. Derselbe besteht aus einer S-förmigen Röhre (Fig. 155), an welche etwas oberhalb der unteren Biegung die seitliche Röhre *O'S* angelötet ist. Der Schenkel *C* taucht in das Gefäß, dessen Niveau konstant

* *Chemiker-Ztg.* Bd. 18, S. 1278. — *Chem. Centr.-Blatt* 1894, II, S. 641.

** *Comptes rend.* 118, S. 478. — *Chem. Centr.-Blatt* 1894, I, S. 707.

gehalten werden soll. Das Wasser strömt kontinuierlich durch *A* und kann also entweder direkt durch *S* abfließen oder durch *B* in das Gefäß strömen. Die untere Biegung des Hebers bildet eine Art Schale, die immer mit Flüssigkeit gefüllt bleibt. Sinkt das Niveau in dem Gefäß

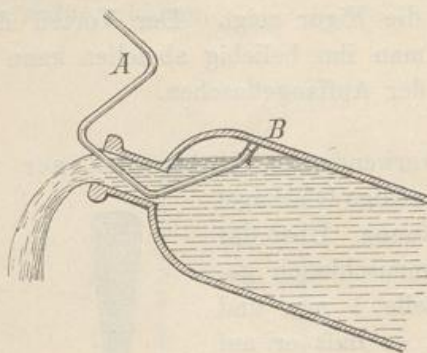


Fig. 154. Entleeren großer Flaschen ohne Heber.

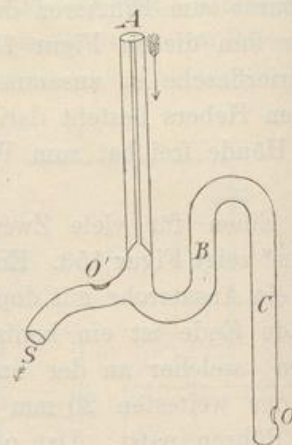


Fig. 155. Heber zum Konstanthalten des Niveaus von B.

unter diese Schale, so strömt das Wasser von *B* nach *C*, also in das Gefäß, im umgekehrten Falle in dem Heber aus diesem ab. Bei *O'* hat das angelötete Rohr eine Öffnung, damit dasselbe niemals als Heberschenkel mitwirken kann. Die Ausströmungsöffnung des Schenkels *C* ist seitlich angebracht bei *O*, damit keine Gasblasen in dem Rohre aufsteigen können.

STÖPSEL.

1. Glasstöpsel müssen sorgfältig eingeschliffen sein, was man daran erkennt, daß sie, wenn man sie naß einsetzt, völlig gleichmäßig schließen und im Halse nicht wackeln. Mangelhaft schließende Stöpsel schleift man naß mit Feuersteinpulver oder Schmirgel nach, indem man

sie geduldig mit der Hand so lange hin- und herdreht, bis der Zweck erreicht ist. Man faßt die Flasche mit der linken Hand, den mit nassem Schmirgel bestrichenen Stöpsel mit der rechten, drückt ihn gelinde in den Hals und dreht dabei um 90° nach rechts (Fig. 156), dann zieht man ihn ein wenig aus dem Halse zurück und dreht, während man ihn von neuem gelinde eindrückt, um 90° nach links (Fig. 157). In dieser Weise wechselt man fortwährend mit Rechts- und Linksdrehen ab, wobei man vor jedem Wechsel ein wenig lüftet. Der Stöpsel muß also beim Schleifen eine doppelte Bewegung erhalten: erstens eine schiebende in den Hals hinein, und zweitens zugleich eine drehende abwechselnd rechts und links. Unkundige glauben zu schleifen, indem sie bloß drehen, erreichen dadurch aber nichts. —



Fig. 156—157. Stöpsel einschleifen.

In den Standgefäßen setzen sich die Stöpsel zuweilen fest. Um sie zu öffnen, setzt man die Flasche auf den Tisch und faßt sie oben mit der Hand, wie Figur 158 zeigt, hält dabei den Stöpsel mit dem Daumen und Zeigefinger fest, während man damit gleichzeitig einen Zug nach oben ausübt. Dann nimmt man einen Gegenstand aus Holz, z. B. den Griff einer Feile oder eines Messers, und klopft gelinde gegen die scharfe Kante des Stöpsels, während man fortfährt, einen Zug nach oben auszuüben. Öffnet sich die Flasche hierauf nicht sogleich, so wiederholt man das Klopfen an der andern Kante des Stöpsels, bis man sich überzeugt, daß auf diese Weise das Öffnen nicht möglich ist. Man versuche hierauf durch Ausdehnung des Glashalses den Stöpsel zu lockern, wobei man auf zweierlei Weise verfahren kann: Entweder man hängt einen starken Bindfaden an einem Nagel in der Wand auf, faßt das Ende desselben mit der linken Hand, schlingt ihn einmal um den Flaschenhals und bewegt die Flasche, während man den Faden straff hält, rasch hin und her; oder man hält den Hals horizontal in die Flamme einer einfachen Lampe, während man die Flasche rasch dreht (Fig. 159). Hierbei muß man sich

hüten, den Bauch der Flasche heiß werden zu lassen, weil dann leicht durch Benetzung der heißen Stelle mit der in der Flasche vorhandenen Flüssigkeit das Glas zerspringt. Meistens gelingt es, den Stöpsel, nachdem der Hals angemessen erwärmt ist, zu befreien. Man achte aber darauf, die Flasche nicht eher wieder zu verschließen, als bis sich der Hals vollständig abgekühlt hat; der Stöpsel würde sonst zu tief einsinken und durch die nachfolgende Zusammenziehung des Halses erst recht geklemmt werden, der Hals vielleicht sogar springen.

Gewisse Chemikalien wirken zersetzend auf das Glas, z. B. Kali- oder Natronlauge, Kieselflußsäure etc. In solchen Fällen muß man Hals und Stöpsel sorgfältig trocknen, bevor man letzteren einsetzt, oder man streicht eine dünne Schicht Vaseline dazwischen.



Fig. 158—159. Festsitzende Glasstöpsel befreien.

Um die Glasstöpsel nicht zu verwechseln, numeriert man sie, und in gleicher Weise auch die Flasche mit einem Schreibdiamanten.

Um Flüssigkeiten aus Glasflaschen auszugießen, faßt man, wenn man beide Hände frei hat, die Flasche mit der rechten und den Stöpsel mit der linken Hand (Fig. 160), ergreift dann das Glas, indem man den Stöpsel zwischen den Fingern behält, mit der linken Hand, gießt aus (Fig. 161) und streicht nach dem Wegsetzen des Glases den letzten Tropfen am Stöpsel ab, damit ein Herunterlaufen der Flüssigkeit an der Außenwand der Flasche vermieden wird. Man faßt die Flasche stets so an, daß man die Etikette mit der Hand bedeckt und die Flüssigkeit über die entgegengesetzte Seite des Randes gegossen wird, damit, wenn dennoch durch Unvorsichtigkeit etwas Flüssigkeit über den Rand herabfließt, die Etikette nicht beschmutzt oder verdorben wird. Hat man bereits das Gefäß, in welches man die Flüssigkeit gießen will, mit der linken Hand gefaßt

(Fig. 162), so zieht man, ehe man die Flasche ergreift, mit dem Zeige- und Mittelfinger der rechten Hand den Stöpsel aus der Flasche und behält dann die Hand zum Anfassen der Flasche frei (Fig. 163). Man

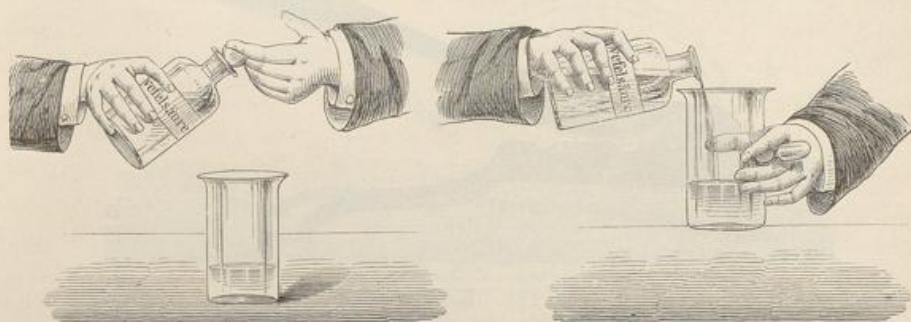


Fig. 160—161. Ausgießen aus Flaschen I.

gießt aus und streicht in diesem Falle den letzten Tropfen am Glase ab. Unter Beachtung dieser kleinen Vorteile kann man es

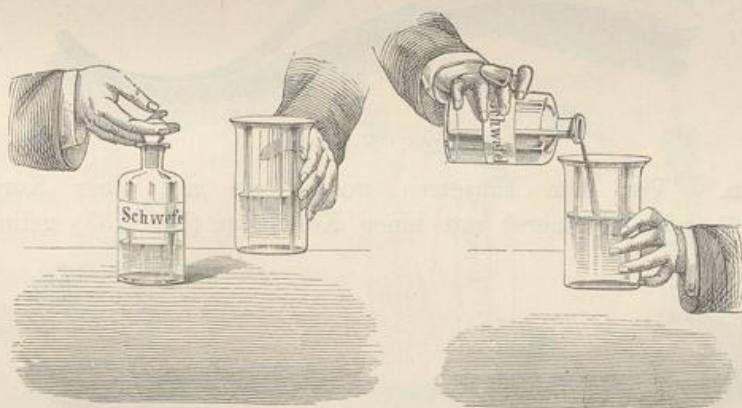


Fig. 162—163. Ausgießen aus Flaschen II.

vermeiden, den Stöpsel während des Ausgießens auf den Tisch zu legen und dadurch diesen (oder jenen) zu verunreinigen.

2. Korkstöpsel. Man wählt solche aus möglichst gleichmäßigem, nicht porösem weichen Material. Ihre Form sei cylindrisch. Sie müssen in ungedrücktem Zustande einen etwas größeren

Umfang haben, als die zu verschließende Öffnung; doch darf der Unterschied nicht allzugroß sein, weil sie sonst durch den zu star-

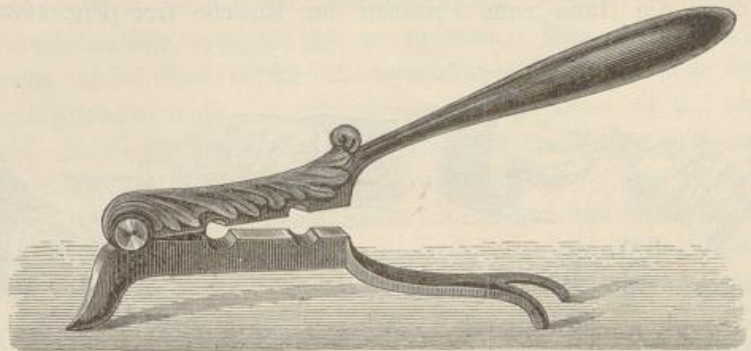


Fig. 164. Korkpresse.

ken Druck, den sie zu erleiden haben, über ihre Elastizitätsgrenze hinaus zusammengepreßt werden und dann bald aufhören, dicht zu

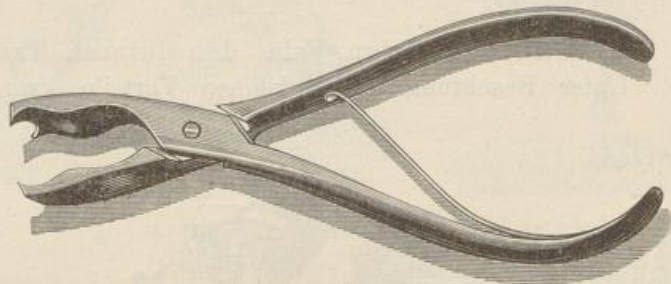


Fig. 165. Korkzange.

schließen. Vor dem Einsetzen werden sie mit einer Korkpresse (Fig. 164) oder (kleinere) mit einer Korkzange (Fig. 165) gelinde ge-

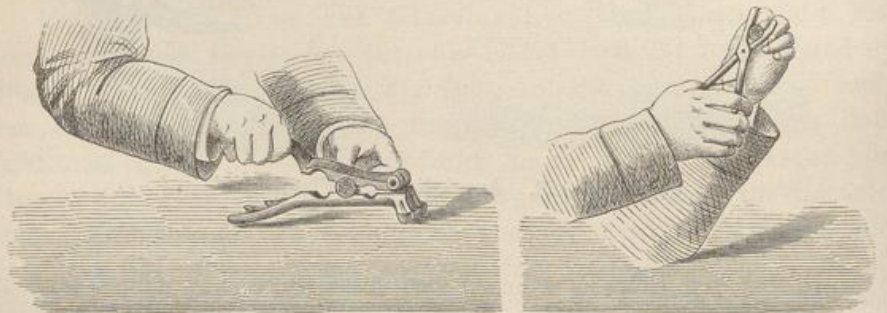


Fig. 166–167. Pressen von Korken.

drückt, damit sie weich werden und gut in die Öffnung gehen (Fig. 166 und 167).

Während des Pressens muß man die Korke gleichmäÙig drehen.

Dies besorgt die Korkpresse von PETERS und ROST* (Fig. 168) selbstthätig. Der radförmige Teil des Apparats steht fest, der andere, sich zu diesem excentrisch bewegende, kann gerade aufgerichtet werden. Wenn der Kork

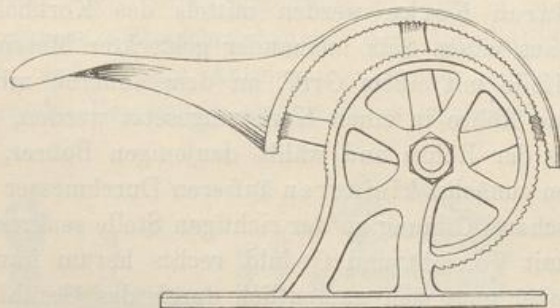


Fig. 168. Korkpresse von PETERS und ROST.

zwischen die beiden Räder geschoben ist, bewegt man mittels der Handhabe den beweglichen Teil zurück, wodurch der Kork die nötige Pressung erhält.

Apparate mit Korkverschluss, welche selten gebraucht werden und

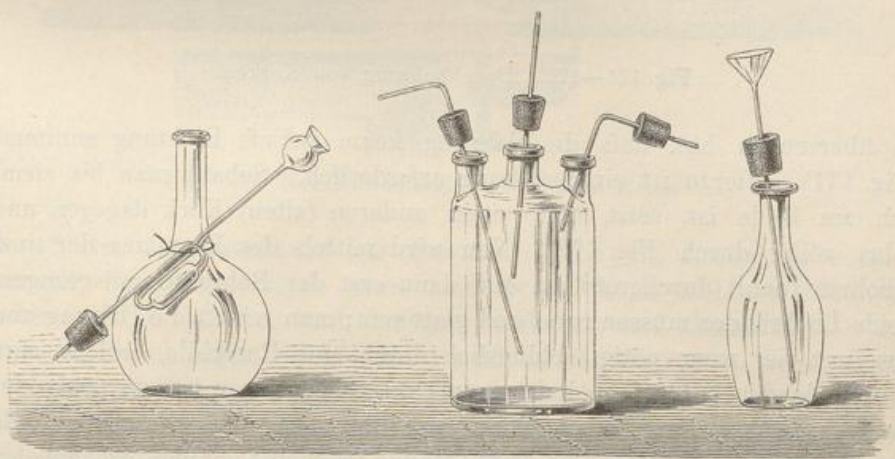


Fig. 169—170. Aufbewahrung verkorkter Flaschen.

deshalb längere Zeit in leerem Zustande unbenutzt bleiben, darf man nicht zugestöpselt stehen lassen, damit der Kork durch den langen Druck, den er dann zu erleiden haben würde, nicht zu dünn werde und seine

* *Pharm. Ztg.* 39, S. 881. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 249.

Elastizität verliere. Man befestigt in einem solchen Falle den Kork auf irgend eine andere Weise am Apparat, damit er nicht verloren geht. Dies gilt namentlich von allen Gasentwickelungsflaschen, die nur zeitweilig gebraucht werden (Fig. 169—170).

Löcher durch Korke werden mittels des Korkbohrers gebohrt. Dieser besteht aus einem Satz ineinander gesteckter Messingröhren, jede an dem einen Ende mit einem Griff, an dem anderen mit geschärftem Rande. Soll eine Röhre in einen Kork eingesetzt werden, so mißt man genau die Weite der Röhre und wählt denjenigen Bohrer, welcher den gleichen oder den zunächst kleineren äußeren Durchmesser hat. Hierauf setzt man die scharfe Öffnung an der richtigen Stelle senkrecht zur Fläche auf und dreht mit Vorsicht und Geduld rechts herum immer nach derselben Seite, wobei man sich namentlich durch das Gefühl in der Hand

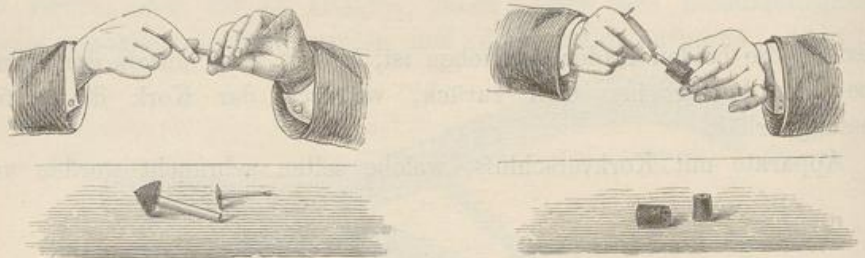


Fig. 171—172. Durchbohrung von Korke.

zu überzeugen hat, daß die Bohrung keine schiefe Richtung annimmt (Fig. 171). Hierzu ist einige Übung erforderlich. Sobald man bis ziemlich am Ende ist, setzt man einen anderen (alten) Kork dagegen und bohrt völlig durch (Fig. 172). Nun wird mittels des Einsatzes der ausgebohrte Inhalt durchgestoßen und dann erst der Bohrer herausgezogen. Beide Lochränder müssen rund und glatt sein; man reinigt die Öffnung und erweitert sie, wenn nötig, schließlic durch eine Rundfeile, welche man in verschiedenen Größen haben muß. — Schwieriger ist es, zwei oder mehrere Löcher durch einen Kork zu bohren, so, daß dieselben völlig parallel gehen. Nachdem die erste Öffnung möglichst gerade durchgebohrt ist, setzt man mit der rechten Hand an der geeigneten Stelle den Bohrer für die zweite ein, während man mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand die beiden Ränder des ersten Loches verschließt; dann dreht man in der Weise, wie es Figur 171 zeigt, den Bohrer ein kleines Stückchen ein, so daß er im Korke stecken bleibt, und überzeugt sich durch Visieren von der richtigen Stellung. Hierauf kann das Bohren beginnen, man hat aber währenddessen sorgfältig darauf zu achten, daß der Bohrer nicht

nach der einen oder anderen Seite hinübergedrückt wird. Die einzige zuverlässige Leitung bietet hierbei das Gefühl in der Hand, welches man durch Übung erlangt.

Die Korkbohrmaschine von FRANZ HUGERSHOFF*, deren Konstruktion aus der Figur leicht ersichtlich ist, wird in zwei Ausführungen geliefert, die eine zum Festschrauben auf dem Arbeitstische mittels Holzschrauben, die andere zum Anschrauben mittels einer Lappenschraube an den Tischrand. Beigegeben sind 8 Stück vernickelte Stahlbohrer von

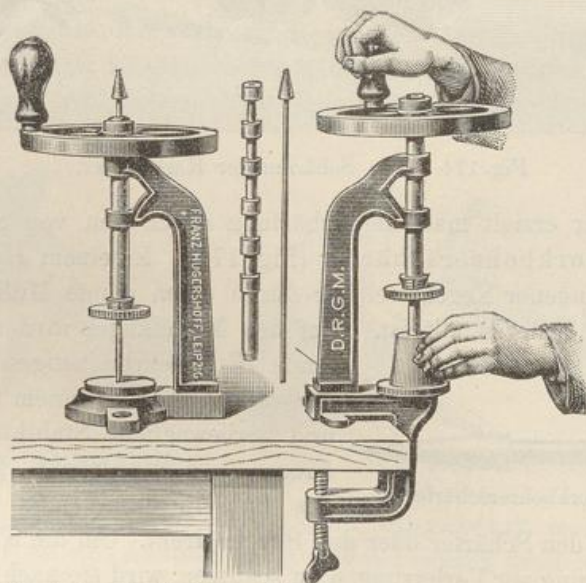


Fig. 173. Korkbohrmaschine von FRANZ HUGERSHOFF.

4—15 mm Durchmesser. Die Maschine bohrt die Löcher in absolut gerader Richtung, einfach oder nach Bedarf auch mehrere Öffnungen nebeneinander parallel, mit größter Sicherheit und Genauigkeit. Der Stöpsel wird untergestellt und mit der linken Hand gehalten, während mit der rechten Hand das kleine Schwungrad mit leichtem Druck gedreht wird. Als Unterlage zum Schonen der Bohrer dient ein Stück starke Pappe. An dem Ausstoßstifte, welcher zum Ausstoßen der Bohrpfropfen dient, ist ein Stahlkonus zum Schärfen der Stahlbohrer angebracht.

Stumpfgewordene Korkbohrer müssen wieder nachgeschliffen werden. Man kann sich hierbei leicht selbst helfen, wenn man mit der flachen Seite einer dreikantigen Feile zuerst von außen her rund um die Öffnung eine Schärfe anfeilt (Fig. 174) und dann den dadurch nach innen

* Hegershoff's Katalog. — Chem. Centr.-Blatt 1899 I, S. 321.

ARENDT, Technik. 3. Aufl.

umgelegten Grat mit dem unteren, nicht behauenen Ende der Feile wieder wegnimmt (Fig. 175). Beides wiederholt man abwechselnd, bis die Schärfe den genügenden Grad von Feinheit erlangt hat.

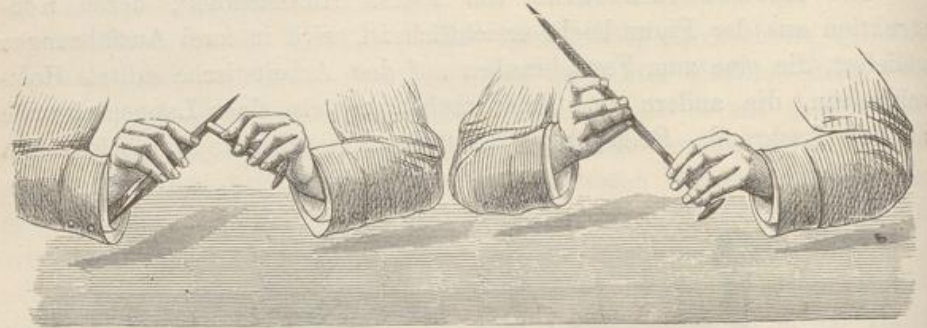


Fig. 174—175. Schärfen der Korkbohrer.

Wirksamer erzielt man die Schärfung durch den von SCHÖBER* beschriebenen Korkbohrerschärfer (Fig. 176). In einem Hefte aus Holz sitzt ein messingener Kegel, welcher durch einen einige Millimeter weiten Spalt in zwei Teile geteilt ist. Auf den Metallkegel wird der zu schärfende Korkbohrer aufgesetzt und an diesen nun eine an einem Charnier hin- und herbewegliche Stahlklinge mit dem Finger leise angedrückt. Die Schärfung des Bohrers findet jetzt statt, sobald



Fig. 176. Korkbohrerschärfer.

man entweder den Schärfer oder den Bohrer dreht. Um die Klinge während der Aufbewahrung vor Verletzungen zu schützen, wird sie nach jedesmaligem Gebrauch wie die Klinge bei den Taschenmessern in den Spalt des Kegels hineingedrückt. Das Instrument hat den Vorzug, daß der Korkbohrer infolge der Führung auf dem Umfange des Messingkegels seine vollkommen runde Form beibehält und keinen Grat annimmt. Der Druck auf die Klinge während des Schärfens soll nur ein sehr schwacher sein.



Fig. 177.
Korkbohrerschärfer.

Der Korkbohrerschärfer von FRANZ HUGERS-HOFF (Fig. 177) gestattet das Schärfen der Schneide von beiden Seiten. Durch Aufsetzen des Rohrs auf die dreikantige Pyramide von oben und Drehen unter sanftem Druck wird zuerst der innere Rand geschärft. Dann wird das Rohr durch die kreisförmige Öffnung neben dem Handgriff von innen eingeführt und durch Drehen der Grat weggenommen. Abwechselnde Wiederholung vollendet die Schärfung in sehr vorzüglicher Weise.

* Chem. Centr.-Blatt 1884, S. 8.

Auch einer gewöhnlichen Schere kann man sich nach LENZ* zum Schärfen der messingenen Korkbohrer bedienen, wofür er folgende Anweisung giebt. Der spitze Schenkel der Schere wird so weit in die Röhre eingeführt als möglich; das heißt bis Schneide und Rücken des Scherenschenkels den Durchmesser des Korkbohrerrohrs unten, an dem schneidenden Ende desselben, ausfüllen. Alsdann wird die Schere locker geschlossen und der zweite Schenkel derselben, also mit der Schneide gegen das zu schärfende Ende des Korkbohrers ohne besonderen Druck angelegt. Wenn man nun die Schere mit der einen Hand leicht aber stetig hält und das Korkbohrerrohr mit der anderen Hand gegen die Schärfe des äußeren Scherenschenkels dreht, so wird durch dieses Drehen bei angelegter Scherenschneide die Röhre eingeschräfft.



Fig. 178. Rohreinsetzen.

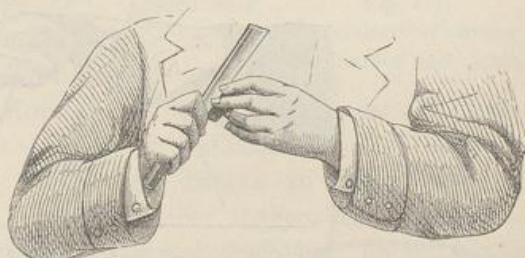


Fig. 179. Korkschneiden.

Röhren, die in die Bohrungen eingesetzt werden sollen, müssen vorher an den Rändern glatt umgeschmolzen werden, auch dürfen sie nicht zu leicht hineingehen. Gehen sie im Gegenteil zu streng, so befeuchte man sie mit etwas Wasser oder Öl, und drehe sie während des Einsetzens immer nach derselben Richtung (Fig. 178). Hierbei hüte man sich vor Verletzung, welche leicht eintreten kann, wenn man bei dünnwandigen Röhren zu starken Druck anwendet: die Röhren brechen und man treibt sich das im Kork sitzende Ende in die Hand.

Zum Korkschneiden reicht jedes gewöhnliche, gut geschärfte Messer mit dünner Klinge aus, nur muß man dasselbe mehr mit Zug als mit Druck durch die Korkmasse wirken lassen. Für feinere Schnitte wendet man ein Rasiermesser an. Man übe sich, indem man versucht, den Kork um eine möglichst feine Schicht dünner zu schneiden. Dabei hält man das Messer, wie Figur 179 zeigt, und zieht es während des Drückens wiederholt nach dem Handgelenk zu. Der Kork muß vor dem Schnitte durch sanftes Pressen erweicht werden.

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 38, S. 443. — Chem. Centr.-Blatt 1899, II, S. 737.

Auch durch Feilen bringt man Korke (namentlich gröfsere) in die gewünschte Form. Die Korkfeile hat eine rauhere (raspelartige) und eine feinere Seite. Mit jener beginnt man und endigt mit der letzteren. Das Instrument muß von Zeit zu Zeit durch Auskratzen der sich eingesetz habenden Korkteilchen gereinigt werden, damit es wieder greift.

Gröfsere Korke sind selten so frei von Poren, daß sie gasdicht halten. Man kann in diesem Falle die Dichtung leicht durch Paraffin erreichen. Letzteres wird in einer Schale bei gelinder Wärme geschmolzen und der Kork eine Zeitlang in der flüssigen Masse gelassen, wobei man ihn so beschwert, daß er untergetaucht bleibt. Nach dem Herausnehmen wird der Kork mit einem Tuche allseitig gut abgetrocknet und noch warm eingesetzt. Ist die Öffnung, welche er verschließen soll, zu eng, so drückt er sich durch seine Elastizität und infolge der Schlüpfrigkeit des Paraffins



Fig. 180. Verbinden von Korkstöpseln.

leicht wieder heraus. Kann man ihn nicht durch Binden (s. oben) befestigen, so reibt man seine Außenfläche mit etwas feingepulverter Kreide ein, worauf er in der Regel fest sitzen bleibt.

Korke, in Apparaten, die nicht mehr geöffnet zu werden brauchen, z. B. in Chlorkalciumtrockenröhren, treibt man bis in das Glas hinein oder schneidet, wenn dies nicht angeht, den außen stehenden Teil glatt ab und überzieht die Außenfläche des Korks samt dem Glasrande durch geschmolzenen, mit wenig Alkohol versetzten Siegellack.

Mitunter ist es erwünscht, einen Kork durch Bindfaden oder Draht zu befestigen. Man legt zu diesem Zwecke einen Bindfaden zu einer Schlinge zusammen, wie Figur 180 zeigt, bringt diese über den Kork, zieht die Fadenenden unterhalb des Flaschenrandes fest an (Fig. 180) und vereinigt zuletzt beide oben auf dem Korke zu einem festen, doppelt geschürzten Knoten. — Aus Draht macht man zu gleichem Zwecke eine Schlinge, wie dieselbe Figur zeigt, dreht den mittleren Teil unterhalb der Flaschenenden fest zusammen und vollendet den Verschluss, indem man

oben auf dem Kork die offenen Enden durch die Schleife steckt, mit der Drahtzange stark anzieht und daselbst zurückbiegt.

Eine feste Verschlussvorrichtung für Flaschen nach MAULL* ist in Figur 181 abgebildet. Sie paßt für alle gebräuchlichen Flaschengrößen mit Kork- oder Glasstöpsel und ihre Konstruktion und Anwendung ist aus der Figur leicht ersichtlich

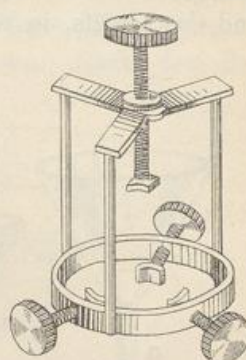


Fig. 181.

Verschlussvorrichtung
für Flaschen nach MAULL.

3. Kautschukstöpsel. Diese haben vor den Korkstöpseln den großen Vorzug, länger dicht zu schließen, da das Kautschuk wegen seiner weiteren Elastizitätsgrenze verhältnismäßig viel stärker zusammengedrückt werden kann, ohne undicht zu werden. Sie sind daher in allen denjenigen Fällen vorzuziehen, wo Gefäße lange Zeit verschlossen bleiben müssen (Gasentwicklungsapparate). Sollen sie durchbohrt werden, so bedient man sich dazu ebenfalls des gewöhnlichen Korkbohrers oder besser der Korkbohrmaschine, taucht den Bohrer aber zuvor in Kalilauge. Hierbei hüte man sich, die Kalilauge unter die Fingernägel dringen zu lassen, was man während des Bohrens nicht fühlt, später aber längere Zeit schmerzhaft empfindet. Selbstverständlich sind Kautschukverschlüsse überall da zu vermeiden, wo sie mit Substanzen in Berührung kommen würden, welche auflösend auf sie wirken, z. B. ätherische Öle oder Schwefelkohlenstoff, Äther etc. Säuren verträgt das Kautschuk dagegen verhältnismäßig sehr gut, auch Gasentwicklungsapparate für Chlor und salpetrige Säure können Kautschukverschlüsse erhalten, welche zwar dadurch nicht völlig unangegriffen bleiben, aber doch mindestens ebensolange aushalten wie Kork.

FILTRIERVORRICHTUNGEN.

1. Glatte Trichter. Zum Filtrieren gehören Trichter, deren schräge Wände miteinander einen Winkel von 60° bilden, von welchem die Röhre nicht in einem Bogen, sondern unter einem scharfen Winkel (120°) abgeht. Die Röhre wird unten behufs besseren Abflusses schräg abgeschliffen (Fig. 182). Gute Formen sind *a*, *b* und *c*, schlechte: *d*, weil

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1894, S. 365.

der Winkel zu spitz, und *e*, weil das Rohr nach oben erweitert und die Verbindung mit dem Trichter geschweift ist.

Der Trichter wird in den Ring des Filtriergestelles eingesetzt (*c*) und das Gefäß, in welches die Flüssigkeit abläuft, so untergestellt, daß

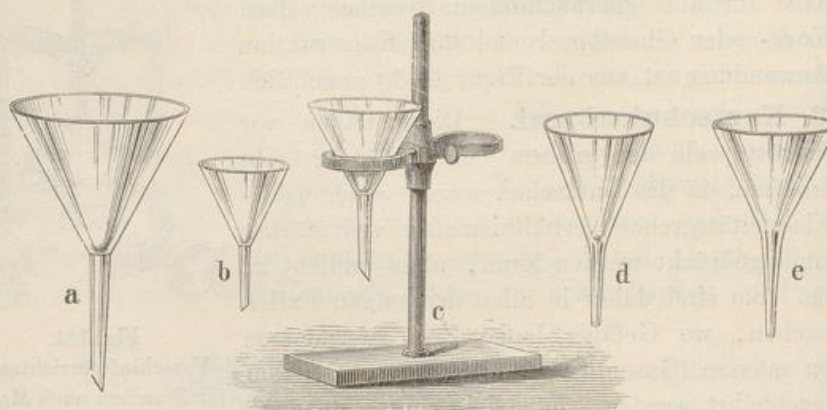


Fig. 182. Gute und schlechte Trichter. Filtriergestell.

das Trichterrohr die Glaswand berührt, damit das Aufspritzen durch einfallende Tropfen vermieden wird. Figur 183 zeigt ein Filtriergestell für vier Trichter. Handlicher ist die Anwendung von Filtrierdreiecken

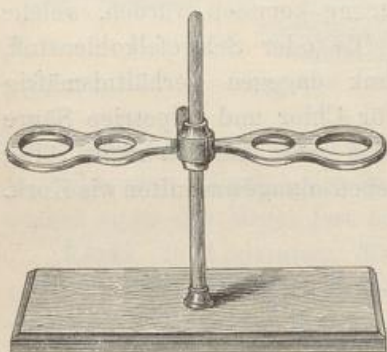


Fig. 183. Filtriergestell.



Fig. 184. Filtrierdreieck.



Fig. 185. Filtriertasse.

(Fig. 184) oder Filtriertassen (Fig. 185), welche man als Stütze für den Trichter auf den Rand des Becherglases legt. Jene sind aus Holz, diese aus Glas gefertigt und haben in der Mitte einen kreisförmigen Ausschnitt mit schräger Wand, in welche der Trichter eingesetzt wird.

2. Siebtrichter. Um günstigere Bedingungen für das Filtrieren zu beschaffen, hat zuerst Wirt* Trichter mit eingelegten Siebplatten

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 19, S. 918.

(Fig. 186) empfohlen. Diese haben einen Durchmesser von 40 mm, sind 4—5 mm dick, und an ihrem Umfang so abgeschrägt, daß sie sich genau an die Trichterwand anlegen. Das Material ist Glas oder Porzellan. Die Platte wird mit einer doppelten Scheibe aus Filtrierpapier bedeckt, die untere ist 42, die obere 46 mm im Durchmesser. Nach dem Be-

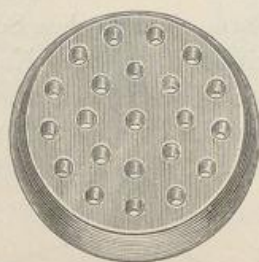


Fig. 186. Siebeinlage.



Fig. 187. Siebtrichter nach Hirsch.

feuchten legen sie sich gut an die Glaswand an. Man filtriert mit Anwendung der Filterpumpe.

Diese Art des Filtrierens ist von anderen Experimentatoren mehrfach

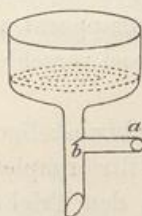


Fig. 188. Siebtrichter mit Saugrohr nach BÜCHNER.

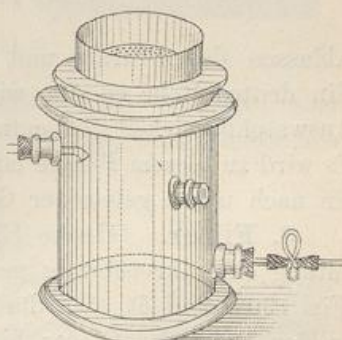


Fig. 189. Nutschfilter.

abgeändert worden. Zunächst hat HIRSCH* Trichter aus Porzellan herstellen lassen, bei welchen die Siebplatte nicht lose eingelegt, sondern fest eingesetzt ist (Fig. 187). Hierdurch soll vermieden werden, daß trübe Flüssigkeit zwischen Platte und Trichterwand durchläuft. Die Papierscheibe braucht in diesem Falle nur so groß zu sein, daß sie die Siebplatte eben bedeckt.

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 340. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 505.

Später hat BÜCHNER* dem Trichter die in Figur 188 dargestellte Form gegeben, welche wegen vergrößerter Oberfläche noch schneller filtriert, und außerdem ein seitliches Ansatzrohr *a* trägt, welches mit dem Saugrohr der Luftpumpe (siehe weiter unten: Filtrieren unter vermindertem Druck) verbunden wird, so daß der Kork der Filterflasche nur eine einfache Durchbohrung zu haben braucht. Bei *b* ist ein Schutzblech angebracht, welches den Eintritt von Flüssigkeit in das Saugrohr verhütet. Bei der in Figur 189 abgebildeten Konstruktion (Nutschfilter) ist die Trichterform ganz verlassen und dafür die Form einer flachen Schale mit durchlöcherntem Boden gewählt. Dieselbe wird mittels eines Kautschukringes luftdicht in den Deckel eines Glaszylinders eingesetzt, welcher durch ein oberes seitlich angesetztes Rohr mit der Pumpe verbunden ist. Ein anderes Ansatzrohr mit Hahn nahe am Boden dient zum zeitweiligen

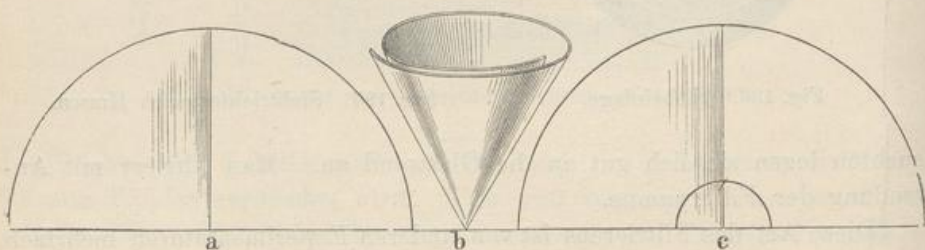


Fig. 190. Glatte Filter.

Ablassen des Filtrats und bleibt während des Filtrierens geschlossen. Ein drittes Rohr endlich wird benutzt, um Proben des Filtrats bzw. der Auswaschflüssigkeit zu entnehmen, ohne den Saugapparat zu entfernen. Es wird zu diesem Behufe mit einem Kautschukstöpsel verschlossen, in dem ein nach unten gebogener Glaslöffel steckt.

3. Filter. Glatte Filter werden durch rechtwinkelige Zusammenfaltung eines kreisförmig geschnittenen Stückes Filtrierpapier hergestellt (Fig. 190 *a* und *b*). Sie dürfen beim Einsetzen in den Trichter nicht bis an den Rand des Glases hinaufreichen. Nach dem Einlegen wird das Filter zuvor mit Wasser befeuchtet, damit die Papierfasern genügend aufquellen, um nicht zwischen sich Teilchen des Niederschlags einzuschließen, wodurch bald eine Verstopfung veranlaßt werden würde. Der untere Teil des Filters muß in eine scharfe Spitze endigen. Um die Spitze des Filters zu verstärken, legt man in der Mitte vor dem Brechen ein kleineres Filter ein (Fig. 190 *c*). Man erleichtert bei glatten Filtern das Filtrieren durch Einlegen eines dünnen Glasstabs zwischen Trichterwand und Papier.

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 13, S. 94 und Bd. 14, S. 807. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 241 und 1890, II, S. 193.

Zur Anfertigung eines Faltenfilters nehme man eine kreisrund geschnittene Scheibe Filtrierpapier, (welches in allen Gröſsen in den Handel kommt), falte dieselbe zu einem Halbkreis zusammen, breche diesen in

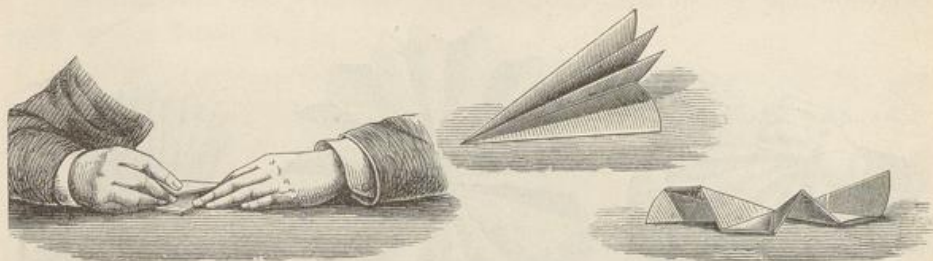


Fig. 191. Faltenfilter brechen I.

acht gleiche Sektoren, worauf es nach dem Entfalten so erscheint, wie in Figur 191 dargestellt ist. Dann breche man den 2., 3. und 6. Bruch um,



Fig. 192. Faltenfilter brechen II.

so daß alle Brüche nach derselben Fläche des Papiers gewendet sind (Fig. 192). Hierauf falte man jeden der acht Sektoren noch einmal zu-

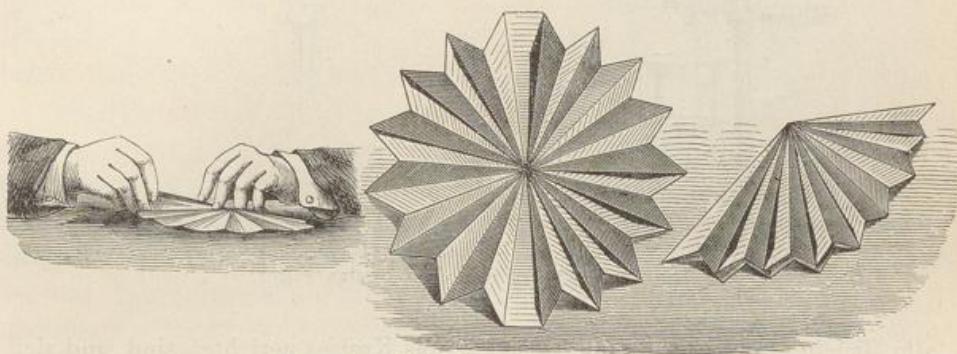


Fig. 193. Faltenfilter brechen III.

sammen, und zwar in der Weise, daß die Kanten der dadurch entstandenen acht Brüche nach der entgegengesetzten Fläche des Papiers gerichtet sind, wodurch der Halbkreis in 16 Sektoren geteilt wird

(Fig. 193), und öffne den Kreis. Unter den 32 Sektoren befinden sich zwei gegenüberliegende mit gleich gerichteten Kanten. Diese hat man noch einmal zu halbieren (Fig. 194) und das Filter dann so zu ordnen,

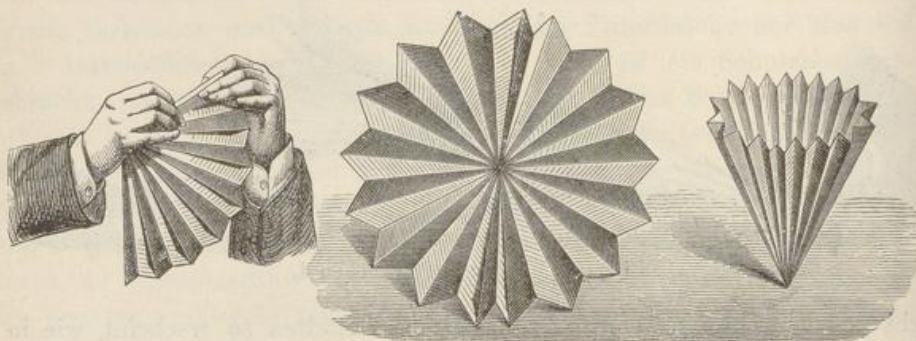


Fig. 194. Faltenfilter brechen IV.

daß es sich ganz gleichmäÙig in den Trichter legt. Es darf ebenfalls mit seinen Kanten nicht über den Rand des Trichters hervorragen. Beim Anfertigen des Filters hat man vor allen Dingen darauf zu achten, daß

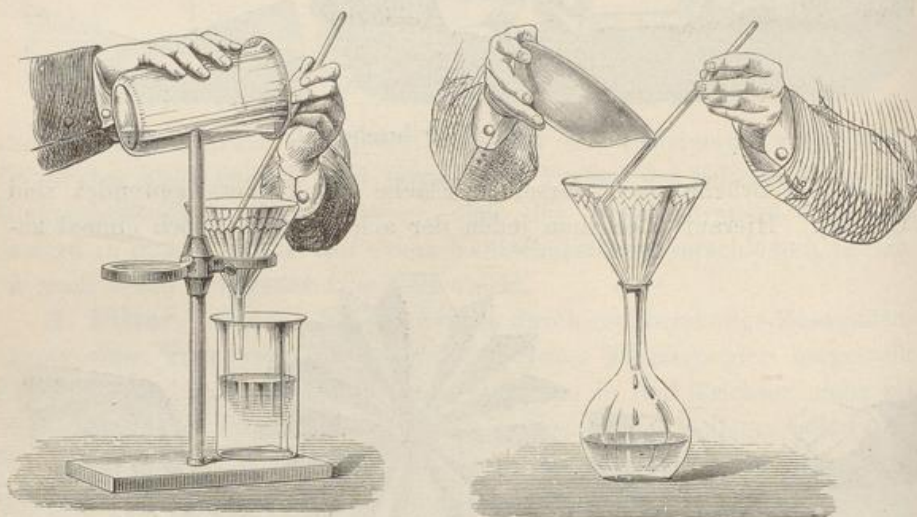


Fig. 195—196. Eingießen in das Filter.

alle Brüche genau nach dem Centrum des Kreises gerichtet sind und sich dort in einer scharfen Spitze vereinigen. Weniger sorgfältig gearbeitete Filter reißen leicht.

Beim Eingießen der zu filtrierenden Flüssigkeit muß der Strahl derselben auf die Seitenwand des Filters, nicht aber in dessen untere

Spitze geleitet werden. Hierzu bedient man sich eines Glasstabs, an welchem man die Flüssigkeit aus dem Glase (Fig. 195) oder aus der Schale (Fig. 196) herablaufen läßt.

Richtet man den Flüssigkeitsstrahl direkt auf die Spitze, so reißt diese in der Regel durch.

Der Filtriertrichter von v. PONZET* (Fig. 197) gestattet, die Filtration jeglicher Flüssigkeit mit ganz glatten Filtern in der kürzesten Zeit zu bewirken, und macht Faltenfilter entbehrlich. Die im Innern angeordneten Rippen sind durch Übersetzung in derselben Stärke, wie sie am oberen Ende beginnen, bis zu ihrer Einmündung in das Abflußrohr durchgeführt, vermöge dessen das Filter auf seiner ganzen Fläche frei liegen bleibt und das Filtrat ungehindert abfließen kann. Es ist einleuchtend, daß dadurch das Filter mit seiner ganzen Fläche in Thätigkeit tritt, den Filtrationsprozeß in höchstem Maße beschleunigt und auch bei flüchtigen Flüssigkeiten den bisher unvermeidlichen Verlust, der durch Verdunstung entsteht, wesentlich verringert.

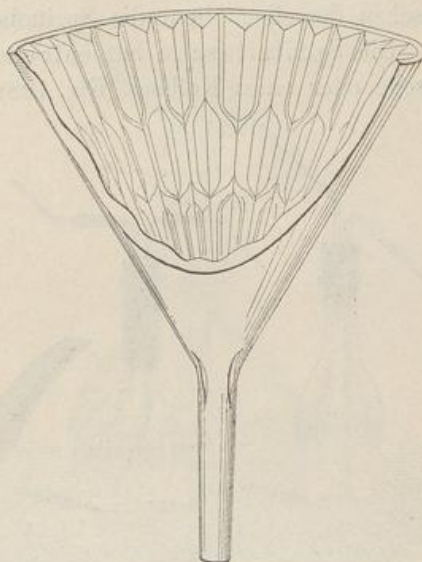


Fig. 197. Filtriertrichter von PONZET.

Zur besseren Cirkulation der Luft sind an dem Trichter von außen vier feine Rippen angebracht, welche den nötigen Abstand desselben von der untergestellten Auffangflasche einhalten und dadurch die Luft aus derselben ungehindert abströmen lassen.

Festes Filtrierpapier. Nach FRANCIS** besitzt Filtrierpapier, welches in Salpetersäure von 1,42 spez. Gewicht eingetaucht und darauf mit Wasser gewaschen worden ist, eine auffallende Festigkeit, läßt aber Flüssigkeiten gut durchlaufen, verschieden von dem mit Schwefelsäure dargestellten Pergamentpapier. Solches Papier kann, ohne zu zerreißen, wie ein Stück Leinen gerieben und gewaschen werden; hierbei zieht es sich zusammen und giebt Aschenbestandteile ab; es erleidet einen geringen Gewichtsverlust und enthält keinen Stickstoff. Während eine 25 mm dicke

* *Chem. Centr.-Blatt* 1893, II, S. 704.

** *Journal of the Chemical Society*, Bd. 47, S. 183. — *Chem. Centr.-Blatt* 1885, S. 290.

Rolle, aus gewöhnlichem schwedischem Filtrierpapier zusammengedreht, bei einer Belastung von 100—150 g zerreißt, trägt eine ähnliche Rolle aus mit Salpetersäure behandeltem Filtrierpapier ein Gewicht von 1,5 kg. Man kann es beim Filtrieren mittels der Filterpumpe in einem gewöhnlichen Trichter ohne Platinkonus anwenden. In sehr leichter Weise lassen sich solche Filter präparieren, wenn man sie mit ihrer Spitze in Salpetersäure von der genannten Stärke eintaucht und mit Wasser auswäscht.

4. Auswaschen. Zum Nachspülen der Niederschläge und Auswaschen derselben dient die Spritzflasche und der Wasserkessel.

Die Spritzflasche hat entweder die Form einer Gasentwickelflasche oder eines Kolbens (Fig. 198). Die Konstruktion ergibt sich aus

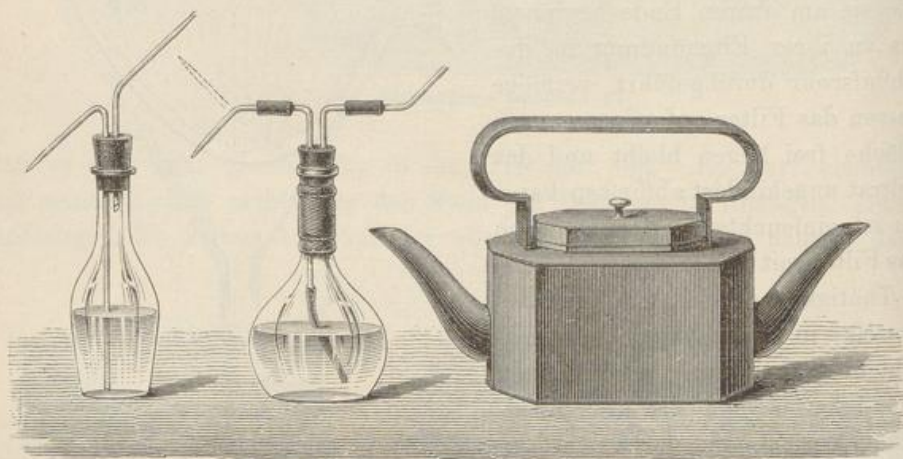


Fig. 198. Spritzflaschen.

Fig. 199. Wasserkessel.

der Zeichnung. Das spitz ausgezogene Ausströmungsrohr macht man durch Vermittlung eines Stücks Kautschukschlauch drehbar, um den Wasserstrahl leicht nach allen Richtungen lenken zu können. Beim Gebrauch der Spritzflasche richte man unter vorsichtigem Anblasen den austretenden Wasserstrahl zuerst gegen die Filterwand, und erst, nachdem der Strahl ruhig fließt, auf den Niederschlag. Um einen rascheren Wasserfluß zu erzielen, kehrt man die Spritzflasche um und benutzt das zum Blasen bestimmte Ende als Ausflußrohr. Soll die Spritzflasche auch für heißes Wasser dienen, so umgiebt man den Hals mit einer Bandage von Filz oder Kork, um sicher anfassen zu können. Für heißes Wasser dient auch der kupferne Wasserkessel (Fig. 199) mit einem weiten und einem engen Ausflußrohr; sehr bequem zum Auswaschen der Niederschläge.

Ein Übelstand bei der gewöhnlichen Spritzflasche besteht darin, daß nach dem Blasen die Flüssigkeit aus dem Steigrohr zurücksinkt, während einige Tropfen in der Spitze hängen bleiben. Bei wiederholtem Gebrauch

müssen diese zuerst ausgetrieben werden, und dann fließt das nachströmende Wasser in der Regel mit einem Stofs heraus, wodurch Umherspritzen von Flüssigkeit etc. veranlaßt werden kann. Zur Vermeidung dieses Übels sind mannigfache Mittel vorgeschlagen worden, von denen hier einige angegeben werden mögen.

BEUTELL* giebt dem unteren Ende des Steigrohrs die in Figur 200 dargestellte Form. Dieselbe hat unten eine kleine Öffnung und in einiger Höhe darüber eine Einschnürung. Eine kleine lose Glaskugel spielt inner-



Fig. 200.

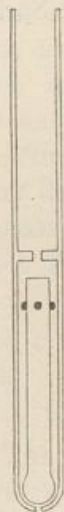


Fig. 201.

Spritzflaschen mit Glasventil.

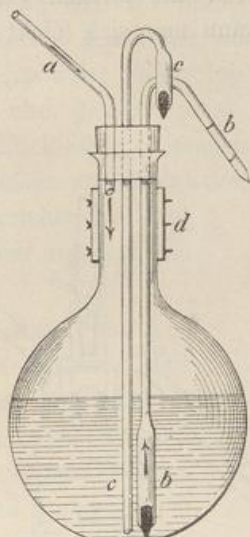


Fig. 202.

halb des Rohrs und verschließt nach dem Blasen die untere Öffnung, wodurch das Zurückfließen des Wassers verhütet wird.

Etwas vollkommener ist die von WENDRINER** angegebene Abänderung. Auch hier ist das unten halbkugelig endigende Steigrohr mit einer kleinen Öffnung versehen. In ihm bewegt sich ein unten kugelförmig verdickter Glasstab, welcher durch oben angeschmolzene Glaströpfchen vor seitlichen Schwankungen geschützt ist. Um die Hebung desselben zu begrenzen, ist ein flacher Glasring innerhalb des Rohrs eingeschmolzen.

KALECSINSZKY*** benutzt einen Ventilverschluss von der in Figur 202 abgebildeten Form. Das Steigrohr *b b* ist an seinem unteren Ende erweitert

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 53. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 317.

** *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 858. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 1019.

*** *Jahresbericht der kgl. ungar. geolog. Anstalt für 1888*. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, II, S. 899.

und mit einem als Ventil wirkenden, gut passenden Glaskonus verschlossen. Da man die Spritzflasche auch häufig zum Gießen aus der Einblaseöffnung benutzt (s. oben), diese Einrichtung aber hierzu unbrauchbar ist, weil sie den Eintritt von Luft verhindert, ist noch ein drittes Rohr *cc* angebracht, welches bis zum Boden der Flasche reicht und an seinem oberen Ende außerhalb der Flasche umgebogen und mit einem nach innen sich öffnenden Ventil versehen ist. Durch dieses gelangt nun die Luft in die Flasche, und somit kann man den Wasserstrahl bei *a* ausfließen lassen. Röhren mit solchen Ventilen sind jetzt käuflich zu haben, und mit diesen kann man sich leicht eine solche Spritzflasche zusammenstellen.

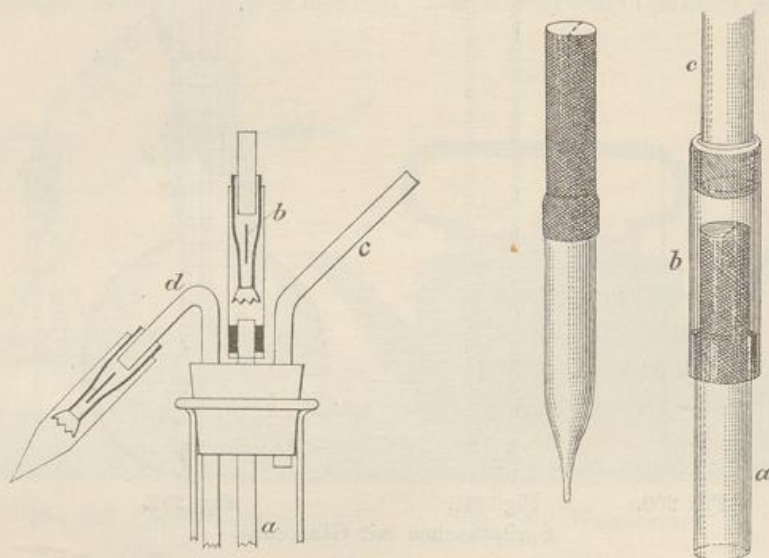


Fig. 203—205. Spritzflaschen mit Kautschukventil.

Bei anderen Konstruktionen wird derselbe Zweck durch Anbringung von BUNSEN'schen Kautschukventilen erreicht.

LUZI* empfiehlt folgende Einrichtung. Das Steigrohr *d* wird oben kurz unterhalb seiner Umbiegung abgeschnitten und mit einem BUNSEN'schen Ventil nebst darüber geschobener Ausflussspitze geschlossen. Beim Anblasen durch *c* öffnet sich das Ventil, und das Wasser tritt aus. Nach dem Aufhören des Blasens schließt sich das Ventil sofort und verhindert den Rückfluß des Wassers. Zu gleichem Zwecke, wie bei der vorher beschriebenen Einrichtung, ist auch hier noch ein drittes Rohr *a* in den Kork gesetzt, welches bis auf den Boden der Flasche reicht und am oberen Ende mit einem BUNSEN'schen doppeltgeschlitzten Ventil (in der

* Chem. Centr.-Blatt 1888, S. 1225.

Figur ist nur der vordere Schlitz *b* zu sehen) geschlossen ist. Beim Umkehren der Flasche tritt dann durch dieses Ventil Luft ein und das Wasser fließt ungehindert aus *c*.

Eine andere Form des Kautschukventils ist von STROSCHEIN* angegeben worden. Dasselbe wird aus einem Kautschukröhrchen hergestellt, wie man es in den Apotheken zu Augentropfpipetten (Fig. 204) haben kann. Man verkürzt dieses an seinem offenen Ende so, daß es im ganzen etwa 3 cm Länge hat und versieht es am oberen, flachgeschlossenen Ende mit einem Einschnitt. Es wird dann auf eine kurze Glasröhre *a* (Fig. 205) und diese wieder in eine weitere *b* geschoben und das Ganze mittels Kautschukringes mit dem unteren Ende des Steigrohrs *c* verbunden. Beim Anblasen öffnet sich das Ventil und gewährt dem Wasser ungehinderten Austritt, während es das Rücklaufen desselben verhindert. Um auch bei dieser Einrichtung das Gießen zu ermöglichen, setzt man ebenfalls ein drittes bis auf den Boden reichendes Rohr in den Kork und versieht dasselbe mit einem umgekehrten (nach oben offenen) gleichen Ventil.

In sehr einfacher Weise erreicht BROWNE** den Abschlufs der inneren Luft nach dem Blasen. Die Durchbohrung des Korks, welche das Blaserohr *a* (Fig. 206) aufzunehmen hat, wird seitlich angebohrt und dann von der Seite des Korks ein Stück weggeschnitten. Das Rohr *a* wird unten zugeschmolzen und erhält seitlich eine kleine Öffnung, welche nach Einsetzen des Rohrs auf die seitliche Bohrung trifft. Durch eine geringe Seitendrehung von *a* nach dem Blasen wird die Öffnung verschlossen.

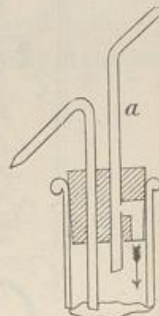


Fig. 206.
Spritzflaschen-
verschluss.

Eine Vorrichtung zum Auswaschen mit heißem Wasser, welche, wenn einmal zusammengestellt, immer leicht in Thätigkeit gesetzt werden kann, beschreibt JEWETT***. Dieselbe ist in Fig. 207 dargestellt. Durch den Stopfen der Flasche *A* sind drei Röhren geführt. *C* mündet unterhalb des Stopfens und dient, wenn der Quetschhahn geöffnet ist, zum Austrittsrohr für die Dämpfe. *D* ist mit dem gebogenen Rohr *G* verbunden, und reicht bis auf den Boden von *A*. Auch *E* reicht bis auf den Boden und tritt in den leeren Kolben *B* ein. Will man auswaschen, so schließt man den Quetschhahn *C* und hält *G* so, daß die durch den

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 13, S. 464. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 657.

** *Journal of the Analytical Chemistry*, Bd. 4, S. 141. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, II, S. 369.

*** *Journal Amer. Chem. Soc.*, 17, S. 517. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, II, S. 331.

Dampf emporgedrückte Waschflüssigkeit auf den Niederschlag geleitet wird. Bei zu starker Dampfentwicklung wird ein Teil des Wassers durch das Rohr *E* in den Kolben *B* gedrückst und verdrängt aus dieser die Luft durch das Rohr *F*. Sowie man den Quetschhahn öffnet, entweicht der Dampf von *C* und das Wasser tritt in den Kolben *A* zurück. So ist man während des Waschens nicht durch die Dämpfe des siedenden Wassers belästigt.

Zur raschen Bereitung von warmem Wasser ist die Heizschlange* (Fig. 208) wohlgeeignet. Das kalte Wasser geht durch eine doppelt

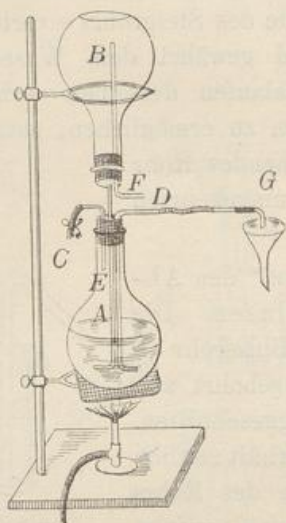


Fig. 207.

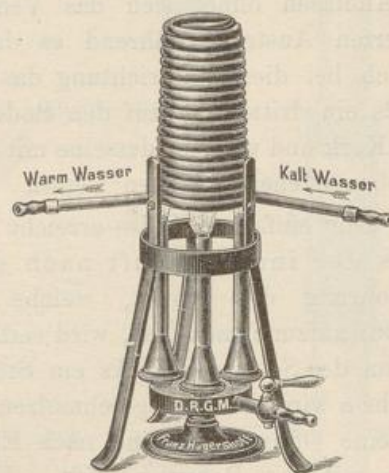


Fig. 208. Heizschlange.

ineinander gewundene Kupferspirale von 5 Meter Länge, worin es durch drei untergestellte Teclubrenner sehr rasch erhitzt wird.

Da das Filtrieren von Flüssigkeiten, in denen ein Niederschlag aufgeschwemmt ist, sehr langsam von statten geht, so läßt man den Niederschlag, wenn die Zeit dazu ausreicht, erst möglichst gut absetzen; dann entfernt man die darüber stehende klare Flüssigkeit durch vorsichtiges Abgießen oder Dekantieren und bringt schließlich den Niederschlag allein auf das Filter, wobei man sich zum Ausspülen des Glases, in welchem er sich abgesetzt hat, der Spritzflasche bedient. Bleiben Teile des Niederschlags an den Glaswänden haften und kommt es darauf an, diese nicht verloren gehen zu lassen, so kratzt man sie durch Reiben mittels einer wie Figur 209 zugeschnittenen Federfahne unter Zusatz von

* Chem. Centr.-Blatt 1899, I, S. 322.

wenig destilliertem Wasser ab (Fig. 210) und spült sie nach genügendem Auswaschen der Feder auf das Filter; oder man löst die anhaftende dünne Schicht durch Zusatz eines entsprechenden Lösungsmittels wieder

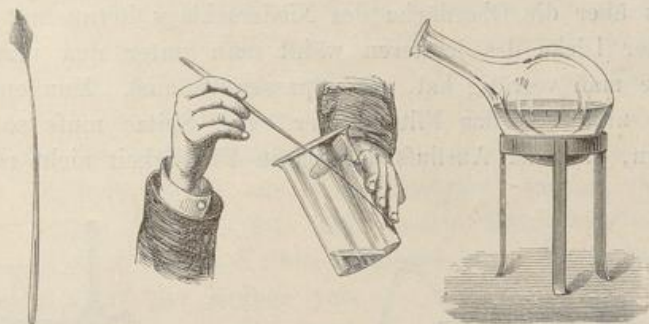


Fig. 209—211. Dekantieren.

auf und schlägt sie von neuem nieder. (Anhaftende Metalloxyde z. B. werden durch Salz- oder Salpetersäure abgelöst und mit wenig Ammoniak und Kali wieder gefällt etc.)

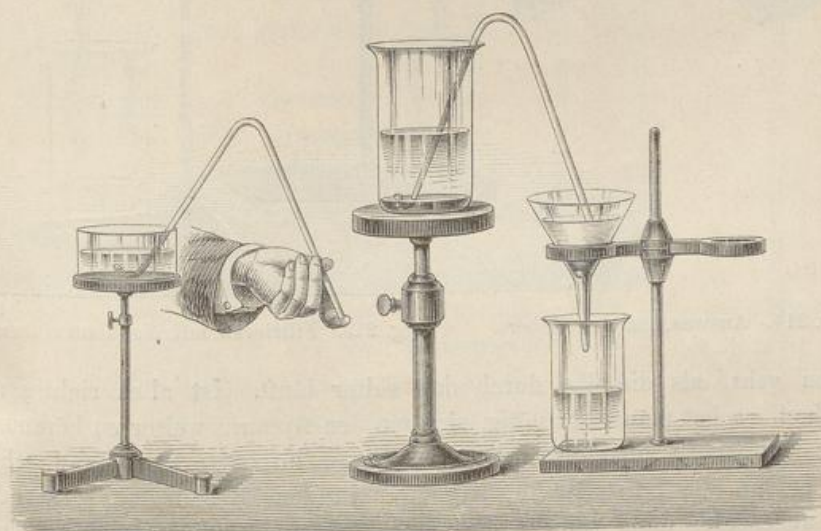


Fig. 212—213. Filtrieren mit dem Heber.

Um das Dekantieren ohne große Aufrührung der Niederschläge zu bewirken, bringt man das Gefäß, wenn es angeht, während des Absetzens in eine geneigte Lage, was bei Kolben sehr einfach durch Aufsetzen auf ein Filtriergestell oder einen Dreifuß geschehen kann (Fig. 211), und vermehrt dann die Neigung ganz allmählich; oder man

bedient sich auch eines am kürzeren Ende hakenförmig umgebogenen Hebers, welchen man mit destilliertem Wasser vollsaugt, an der Ausflussspitze mit dem Finger verschließt (Fig. 212) und in das neben dem Filtriertrichter aufgestellte Becherglas so einsetzt, daß das hakenförmig gebogene Ende etwas über die Oberfläche des Niederschlags herausragt (Fig. 213) (je nach der Dicke des letzteren wählt man unter den verschiedenen Hebern, die man vorrätig hat, einen passenden aus). Man entfernt nun den Finger und setzt das Filter unter. Die Spitze muß so fein ausgezogen sein, daß der Ausfluß der klaren Flüssigkeit nicht rascher von

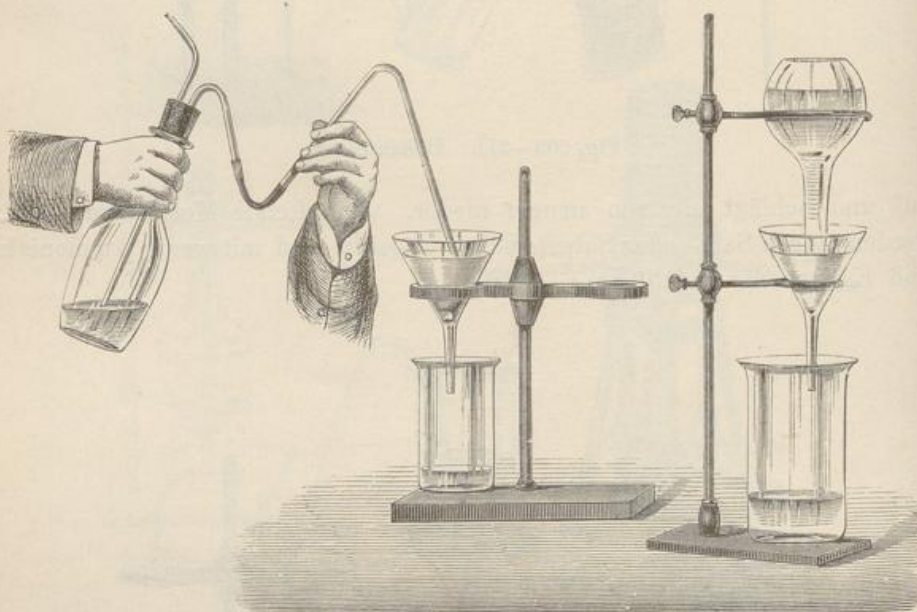


Fig. 214. Auswaschen des Hebers.

Fig. 215. Filtrieren mit Nachlaufkolben.

statten geht, als dieselbe durch das Filter läuft. Ist alles richtig angeordnet, so hat man nicht nötig, sich um den Apparat weiter zu kümmern, bevor der Heber aufgehört hat zu fließen. Um letzteren auszuwaschen, wird er mit der Spritzflasche, soweit er in dem Becherglase gestanden hat, abgespült; dann schiebt man auf das hakenförmig gebogene Ende einen kurzen reinen Kautschukschlauch, welchen man mit der Spritzflasche verbindet, und bläst Wasser hindurch auf das Filter (Fig. 214). Wenn nötig, übergießt man den Niederschlag im Becherglase nochmals mit kaltem oder heißem destilliertem Wasser, läßt absetzen, zieht durch den Heber ab etc., bis man schließlich den schon hierdurch teilweise ausgewaschenen Niederschlag mit der Spritzflasche in den Trichter spült.

Eine andere Art, um sich beim Filtrieren das fortwährende Nach-

giessen zu ersparen, läßt sich in folgender Weise ausführen. Die zu filtrierende Flüssigkeit samt Niederschlag wird in einen Kolben von entsprechender Größe gebracht, und dieser mit Wasser bis an den Rand vollgefüllt, worauf man ein kreisrund geschnittenes Stück Filtrierpapier, welches nur um wenig gröfser ist, als die obere Öffnung des Kolbens, auf letzteren auflegt, so daß keine Luftblase darunter bleibt und der Rand der Öffnung überall gut berührt wird. In diesem Zustande kann man den Kolben bekanntlich umkehren, ohne daß etwas herausläuft. Der Filtriertrichter ist vorher richtig aufgestellt und über ihm am Filtriergestell in passender Höhe ein Ring angebracht worden, welcher den Kolben zu tragen bestimmt ist. Die richtige Höhe muß vorher durch Probieren mit dem leeren Kolben bestimmt sein. Nachdem das Filter befeuchtet ist, wird der Kolben vorsichtig mit dem Halse nach unten durch den Ring gesteckt und schließlich durch sanftes Abziehen der Papierscheibe die untere Öffnung freigemacht (Fig. 215). Die Flüssigkeit im Filter stellt sich nun immer so hoch, daß sie den Kolben unten hydraulisch verschließt.

Ferner sei einer Einrichtung gedacht, mittels deren ROBINSON* die automatische Filtration bewirkt (Fig. 216). Über den langen Schenkel eines heberartig gebogenen Rohrs ist ein kurzes Stück Kautschukrohr geschoben, welches nur wenig über den Glasrand hinausragt. Eine kleine hohle Glaskugel mit gut ausgezogener und zugeschmolzener Spitze wird so, wie es die Figur zeigt, mit ihrer Spitze in den Heber hineingeschoben. Sie schwimmt auf der zu filtrierenden Flüssigkeit, und wenn diese einen genügend hohen Stand erreicht hat, verschließt das Rohr den Kautschukschlauch und unterbricht das Nachlaufen der Flüssigkeit. Beim Sinken öffnet sich der Heber von neuem u. s. f.

Besser ist die von AUGUSTUS E. KNORR** angegebene Einrichtung (Fig. 217). Der Apparat beruht auf dem Prinzip der MARIOTTE'schen

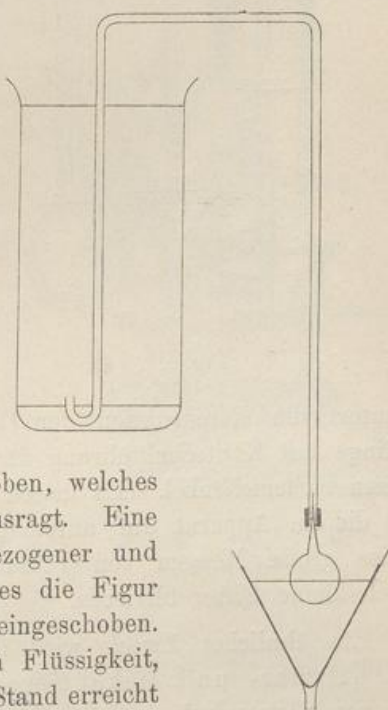


Fig. 216.

* *Chemical-News*, Bd. 48, S. 262. — *Chem. Centr.-Blatt* 1884, S. 94.

** *Journ. Amer. Chem. Soc.* 19, S. 817. — *Chem. Centr.-Blatt* 1897, II, S. 1092.

Flasche. Der Heber ist in einer Drahtschlinge mit Reibung verstellbar, welche auf dem die zu filtrierende Flüssigkeit enthaltenden Gefäß liegt. Das längere Ende ist unten etwas ausgeweitet und nimmt ein Ventil auf, dessen Konstruktion aus der Skizze ohne weiteres ersichtlich ist. Ist der Trichter mit Flüssigkeit gefüllt, so schwimmt die Ventilkugel auf dieser und verhindert den Nachfluß weiterer Flüssigkeit durch den Heber; ist sie im Trichter abgelaufen, so öffnet sich das Ventil. Die Nebenfigur

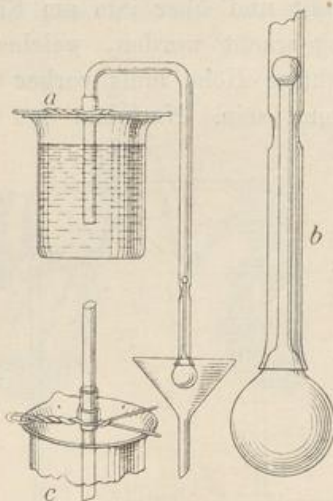


Fig. 217.

erläutert die Konstruktion der Drahtschlinge mit Kautschukführung für den kurzen Heberschenkel. Es lassen sich mit diesem Apparat auf automatische Weise große Mengen von Flüssigkeit durch kleine Filter filtrieren.

Ein ähnlicher Zweck wird durch den Filtrier- und Dekantierapparat von SAULMANN* erreicht (Fig. 218).

Ein Glasstutzen *e* ist am unteren Ende mit einem Hahnrohr *b* und seitlich mit einem knieförmig gebogenen Abflußrohr *s* verbunden, welches an seinem längeren Schenkel *r* ebenfalls einen Hahn *a* hat. Es ist an einem Stativ so befestigt, daß das Rohr *b* tief genug in die zu filtrierende Flüssigkeit eintaucht. An seinem oberen Ende ist der Stutzen durch *c* verschließbar. Nachdem der Apparat

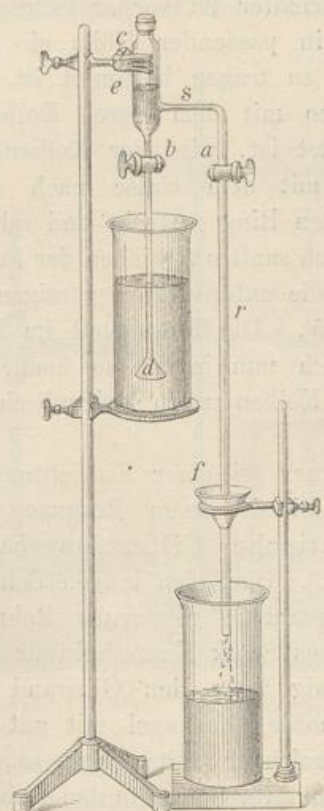


Fig. 218. Filtrier- und Dekantierapparat von SAULMANN.

* Chemiker-Ztg. Bd. 16. S. 183. — Chem. Centr.-Blatt 1892, I, S. 514.

so zusammengestellt ist, wie die Figur zeigt, füllt man bei geschlossenen Hähnen *a* und *b* den Stutzen mit Wasser, öffnet dann beide Hähne kurz, so daß sich die Röhren *b* und *r* mit Wasser füllen. Dann setzt man den Stöpsel *c* in das obere Ende des Stutzens ein und reguliert durch Stellung der Hähne *a* und *b* den Flüssigkeitsstrom, so daß er der Filtrationsgeschwindigkeit entspricht. Das Rohr *b* ist unten noch mit einer trichterförmigen Erweiterung *d* versehen. In diese kann man, wenn der Niederschlag in der Flüssigkeit sehr fein ist, noch ein zweites Filter *d* einbringen, und auf diese Weise die Flüssigkeit doppelt filtrieren.

Soll eine Flüssigkeit warm filtriert werden, so heizt man den Trichter von außen unter Benutzung eines Warmwassertrichters, welcher doppelte Wände hat und aus Blech besteht. Der Zwischenraum zwischen beiden wird mit heißem Wasser gefüllt und durch Erhitzen eines seitlichen Ansatzrohrs die Temperatur desselben immer bis nahe beim Sieden erhalten. Der eigentliche Filtriertrichter steckt in diesem Blechtrichter und ragt mit seiner Röhre unten durch.

Denselben Zweck erreicht man, wenn man den ganzen Trichter außen mit einem dünnen weichen Zinnrohr, wie es im Handel unter dem Namen „Klingelrohr“ zu pneumatischen Klingeln verwendet wird, umwickelt und während der Filtration Dampf hindurch leitet.

Eine Vorrichtung zum Heißfiltrieren mit Luftheizung nach dem Prinzip von LOTHAR MEYER ist in Figur 219 abgebildet. Der Trichter hängt, durch eingelegte Porzellanstäbe gehalten, in einem Mantel von Kupferblech, welcher von einem äußeren, gleichgestalteten und außerdem noch von einem cylindrischen umgeben ist. Die Erwärmung erfolgt durch eine Heizung mit kleinen Brenneröffnungen. Die warme Luft nimmt den durch die Pfeile angegebenen Weg und hält den Trichter gleichmäßig warm.

4. Filtrieren unter vermindertem Druck. Sehr beschleunigt kann das Filtrieren werden, wenn man den Luftdruck am unteren Ende des Trichters vermindert, so daß die äußere Luft durch den Überdruck, den sie auf die Oberfläche der Flüssigkeit im Trichter ausübt, letztere durchtreibt.

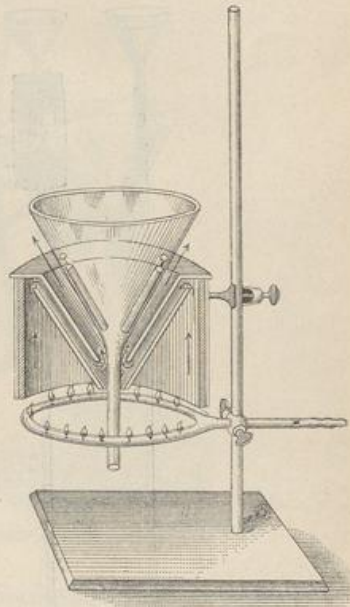


Fig. 219. Heißlufttrichter
nach L. MEYER.

Teilweise kann dieser Zweck schon dadurch erreicht werden, daß man das Abflußrohr des Trichters entsprechend verlängert, weil die mit beschleunigter Geschwindigkeit in der Röhre herabfließenden Tropfen eine saugende Wirkung ausüben. Um zu verhüten, daß das Abfließen nur an der einen Wand des Rohrs erfolgt, wodurch der Zweck verfehlt werden würde, macht man jenes entsprechend eng oder biegt es

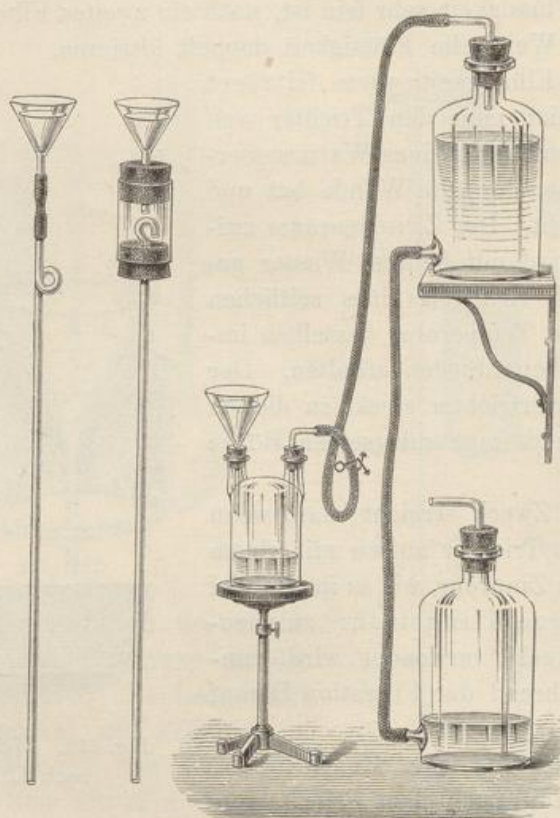


Fig. 220—221. Filtrieren unter vermindertem Druck I.

unterhalb des Trichters schleifenförmig um oder verbindet das unten kurz abgeschnittene Trichterrohr mit einer schleifenförmig umgebogenen Röhre (Fig. 220).

Wirksamer ist die Anwendung eines durch irgend eine Luftverdünnungsvorrichtung herzustellenden Vakuums. Zu diesem Behufe setzt man den Trichter mittels eines durchbohrten Korks auf eine Woulff'sche Flasche oder einen Glaskolben (Fig. 221—223) und bringt noch eine zweite, mit einer Pumpvorrichtung zu verbindende Röhre an. Schon bloßes Saugen mit dem Munde unter Anwendung eines Quetsch-

hahns (Fig. 222 und 223) ist von Wirkung und in vielen Fällen vollkommen ausreichend. Bequemer ist es, das Vakuum durch Wasserabfluß (vermittelt des Aspirators) oder einer solchen Vorrichtung, wie in Figur 221 abgebildet ist, herzustellen. Letztere besteht aus zwei hinreichend großen, nahe am Boden tubulierten Flaschen, welche durch einen langen Kautschukschlauch verbunden sind. Die eine wird mit Wasser gefüllt und höher aufgestellt als die andere. Indem aus ihr das Wasser nach der unteren fließt, übt sie eine saugende Wirkung aus. Man verbindet daher

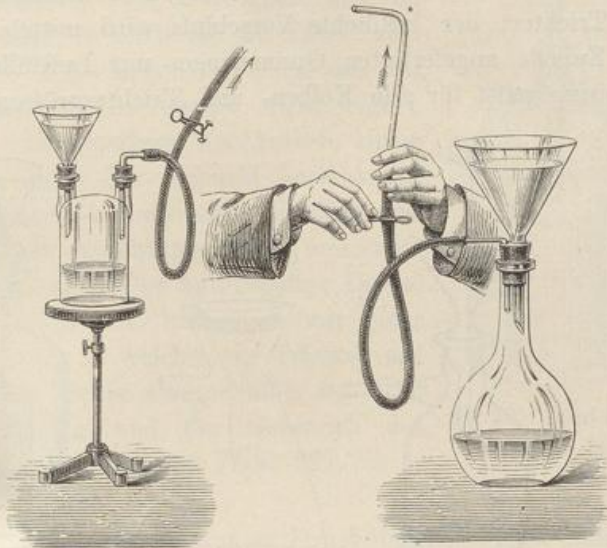


Fig. 222—223. Filtrieren unter vermindertem Druck II.

das Rohr der oberen Flasche mit der Filtrierflasche. Nach Ablauf des Wassers wechselt man die Stellung beider Flaschen und die Schlauchverbindungen derselben.

Wenn man im Besitze einer Wasserleitung ist, läßt sich zum Filtrieren unter vermindertem Druck mit größter Bequemlichkeit irgend eine Wasserluftpumpe (Fig. 56—67) oder auch das Saugrohr des Wassertrommelgebläses (Fig. 48, *V'*, *s*) benutzen. Einer näheren Anleitung hierzu bedarf es nach den am angeführten Orte gegebenen Erläuterungen nicht; nur ist zu beachten, daß man bei Öffnung des Saughahns mit Vorsicht verfährt, um das Filter nicht durch plötzlich eintretende, starke Druckverminderung zum Zerreißen zu bringen. Man drehe also den Saughahn ganz allmählich auf und verstärke das Vakuum langsam. Die Anwendung eines Präzisionshahns (s. w. unten) erweist sich hier sehr vorteilhaft.

Die zum Filtrieren zu benutzenden Kolben müssen starke Wände besitzen, um dem äußeren Luftdruck einen genügenden Widerstand

entgegenzusetzen. Man versieht sie, wie in Figur 223 dargestellt ist, mit einem gut passenden, doppelt durchbohrten Kautschukstöpsel für Trichter und Saugrohr.

Bessere Dienste leisten Flaschen, bei denen das Saugrohr gleich oben in den Hals angeschmolzen ist (Fig. 224), und noch mehr zu empfehlen ist die von ALLIHN* angegebene Konstruktion (Fig. 225) mit eingeschlifften Trichterrohr, bei welcher jede Korkverbindung umgangen ist.

Nach WALTHER** wendet man Absaugkolben von der in Figur 226 abgebildeten Form an. In den trichterförmigen Kolbenhals kommt der eigentliche Trichter; der luftdichte Verschluss wird mittels eines eigens zu diesem Zwecke angefertigten Gummiringes mit Luftfüllung erreicht. Ein Gummiring paßt für alle Kolben- und Trichtergrößen; durch das



Fig. 224.

Fig. 225.

Fig. 226.

Fig. 227

Flaschen zum Filtrieren unter vermindertem Druck.

Eigengewicht des aufgesetzten Trichters wird der Ring zusammengedrückt und bildet nach dem Verbinden mit der Luftpumpe einen unbedingt dichten Verschluss. Die Elastizität des Ringes paßt sich selbst unregelmäßig gebildeten Formen an. Auch erleichtert die Ringvorrichtung das Herausnehmen und Umwechseln der Trichter, da andererseits bei gefälligerer Form der Rauminhalt des Kolbens und seine Stabilität vergrößert werden. Das Absaugrohr ist erheblich verkürzt und ausgezogen.

Um das Filtrat gleich in einem Becherglase aufzufangen, benutzt man

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 26, S. 721. — Chem. Centr.-Blatt 1888, S. 360.

** Pharm. Centr.-Halle, 39, S. 550. — Chem. Centr.-Blatt 1898, II, S. 570.

nach BURGEMEISTER* eine Filtrierglocke (Fig. 227), welche mit ihrem unteren ebengeschliffenen Rand auf eine Glasplatte luftdicht aufgesetzt ist. Das untere Ende des Trichterrohrs ist seitwärts umgebogen, damit die Flüssigkeit am Rande des Becherglases herabläuft, ohne zu spritzen.

Die Filtriervorrichtung von O. N. WITT** dient gleichem Zwecke, sie ist brauchbar, wenn es sich darum handelt, eine Flüssigkeit mit der Wasserstrahlpumpe zu filtrieren, das Filtrat aber in einem Gefäße aufzufangen, welches sich zur Verbindung mit der Luftpumpe nicht eignet, z. B. in einem dünnwandigen Kochkolben, einem Becherglase u. dgl. Der Apparat besteht aus einem dickwandigen, cylindrischen Gefäße, welches ein seitliches Ansatzstück zur Verbindung mit der Pumpe trägt. Der halbkugelige Deckel ist luftdicht aufzusetzen und oben mit einer Tubulatur versehen, in welche ein Trichter mit seinem verdickten Rohre eingeschliffen ist. Die sonstige Einrichtung und der Gebrauch des Apparats ergibt sich aus der Figur 227.

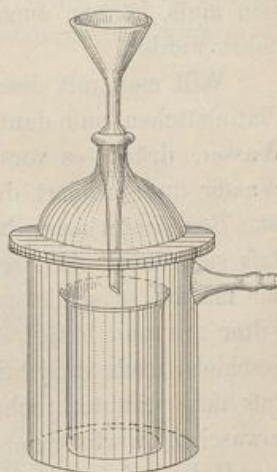


Fig. 228. Filtriervorrichtung von O. N. WITT.

In allen Fällen, wo man unter Druckdifferenz filtriert, ist es nötig, dem Filter an der unteren Spitze im Trichter eine solche Unterlage zu geben, daß es hinreichend geschützt ist. Bei mäßig starker Luftverdünnung genügt schon die Anwendung eines doppelten Filters oder wenigstens die Verdoppelung der Spitze. Man schiebt zu diesem Zwecke, nachdem man das Filter halbkreisförmig gebrochen hat, noch ein kleines kreisförmig ausgeschnittenes Stück Filtrierpapier über den Mittelpunkt des Halbkreises (Fig. 190 c) und vollendet hierauf das Filter. Auch lassen sich mit Vorteil Filter anwenden, deren untere Spitze durch Eintauchen in Salpetersäure widerstandsfähiger gemacht ist (s. oben S. 155 „Festes Filtrierpapier“). Bei Anwendung des Wassertrommelgebläses und der Wasserluftpumpe genügt dieser Schutz nicht. Deshalb fertigt man sich nach BUNSEN's Vorschlag kleine kegelförmige Hütchen aus Platinblech, welche genau in die Spitze des Trichters hineinpassen. In allen Fällen muß das

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 281, S. 676. — Chem. Centr.-Blatt 1890, I, S. 626.

** Die Chemische Industrie, Bd. 22, S. 510. — Chem. Centr.-Blatt 1900, I, S. 1.

Papierfilter überall ganz dicht an der Wand des Trichters anliegen, damit nicht Luft zwischen beiden hindurchgesaugt und dadurch das Vakuum unwirksam werde; auch soll die Spitze des Papierfilters genau in der Spitze des Platinhütchens endigen. Letzteres hat bei kleinen Trichtern nur eine feine Öffnung in seiner untersten Spitze, bei größeren Trichtern, wobei es natürlich entsprechend größer und aus stärkerem Blech gemacht sein muß, können auch die Seitenwände mit sehr feinen Öffnungen durchbohrt werden.

Will man mit diesem Apparate filtrieren, so legt man zuerst das Platinhütchen und dann das Filter sorgfältig ein, befeuchtet letzteres mit Wasser, drückt es vorsichtig an die Glaswand, füllt es mit destilliertem Wasser und probiert durch Öffnen des Saughahns, ob alles in Ordnung ist. Beobachtet man, daß das Wasser ruhig und rasch unten abfließt, ohne daß sich dabei ein zischendes Geräusch (von eintretender Nebenluft) hörbar macht, so schließt man den Saughahn, gießt das Wasser aus dem Filter aus und bringt die zu filtrierende Flüssigkeit hinein. Das Abfließen geschieht nach vorsichtiger Öffnung des Hahns in der Regel so schnell, daß man ununterbrochen nachgießen kann. Um den Niederschlag auszuwaschen, wartet man, bis alle Flüssigkeit ausgesogen ist, schließt den Hahn, gießt den Trichter mit destilliertem Wasser voll und öffnet vorsichtig u. s. f.

Bei Anwendung der Wasserluftpumpe, sei es der BUNSEN'schen oder der ARZBERGER-ZULKOWSKY'schen, ist es immer geraten, der Sicherheit halber ein Rückschlagsventil einzuschalten, damit bei etwaigem Zurückschlagen der Pumpe das Wasser nicht in den zu evakuierenden Apparat eindringe. Zu empfehlen ist die von H. WISLICENUS* angegebene, in Figur 229 abgebildete Form, welche dem BUNSEN'schen Kautschukventil nachgebildet ist. Dies Ventil ist aus starkwandigem Glase konstruiert und besteht aus zwei Teilen, dem inneren *A*, der mit dem auszupumpenden Gefäß verbunden wird, und dem äußeren an dem Schlauch der Pumpe zu befestigenden *B*. Die untere Erweiterung *f* von *A* paßt in den oberen Teil von *B*, wo sie mit dickem Schmierwachs gut eingefettet wird. In den ausgebogenen Rand von *B* legt sich ein zwischen *k* und *f* übergeschobener Ring aus massivem, weichem Kautschuk von kreisförmigem Querschnitt beim Ansaugen fest ein und bewirkt vollkommene Dichtung. *A* setzt sich bei *e* in eine engere unten zugeschmolzene Röhre fort, welche bei *o* eine seitliche Öffnung hat. Über diese wird ein in der Weise, wie die Figur zeigt, ausgeschnittenes Stück dünnwandigen Kautschukrohrs

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 23, S. 3292. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891. I, S. 1.

geschoben, welches sich beim Saugen von der Öffnung abhebt, und beim Rückschlagen der Pumpe dieselbe verschließt. Ist ein solcher Zufall eingetreten, so löst sich der Verschluss bei *r*, und das Wasser kann leicht entfernt werden.

5. Filtrieren bei Abschlufs von Luft in einem indifferenten Gase, nach BACHMEYER.* In den Hals der Flasche *A* (Fig. 230) ist das untere Ende des Gefäßes *B* eingeschliffen. Letzteres ist durch einen

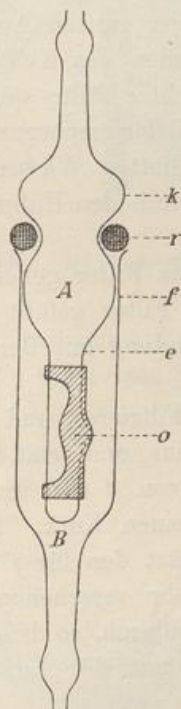


Fig. 229. Rückschlagventil nach
H. WISLICIENUS.

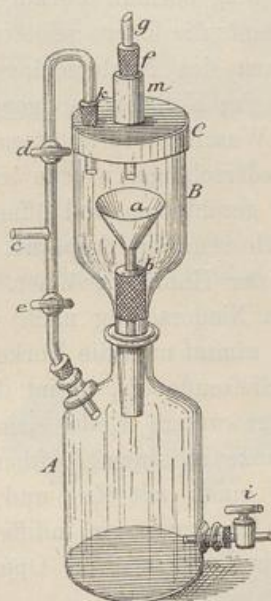


Fig. 230. Filtrieren bei Abschlufs
von Luft.

aufschaubaren Messingdeckel luftdicht zu verschließen. In diesem Deckel stecken ebenfalls luftdicht ein Messingrohr *m* und durch den Stöpsel *k* ein, wie die Figur zeigt, gebogenes Rohr mit Hähnen, welches nach dem seitlichen Tubus von *A* führt. In *m* ist durch den Stöpsel *f* ein Glasrohr *g* eingesetzt, so daß es darin auf- und abgeschoben werden kann. Es ist nach oben zweimal rechtwinkelig wie Π gebogen und führt zu einem Kolben,

* *Zeitschrift für analytische Chemie*, Bd. 24, S. 59. — *Chem. Centr.-Blatt* 1885, S. 230.

in welchem sich die zu filtrierende Flüssigkeit mit Niederschlag befindet. Dieser hat einen dreifach durchbohrten Kork; durch die eine Öffnung desselben geht das Rohr *g*, durch die mittlere eine Trichterröhre und durch die dritte ein umgebogenes Glasrohr, welches mit einem Gasentwicklungsapparat verbunden ist. Während die Mündung des Rohrs *g* im Kolben, in welchem sich der zu filtrierende Niederschlag befindet, sowie das Gaszuleitungsrohr über dem Niveau der Flüssigkeit stehen, taucht die Trichterröhre in dieselbe ein. Soll filtriert werden, so verbindet man das Röhrenstück *c* mit der Wasserluftpumpe, öffnet den Hahn *e* und leitet zugleich das indifferente Gas einige Zeit lang durch den ganzen Apparat; dann schiebt man die Röhre *g* bis fast auf den Boden des Kolbens, welcher den Niederschlag enthält, worauf sich der Trichter füllt; sobald dies geschehen ist, muß die Röhre selbstverständlich wieder emporgezogen werden. Zum Waschen des Niederschlags wird destilliertes Wasser durch das Trichterrohr des Kolbens nachgegossen, und durch den Hahn *i* kann man Filtrat und Waschwasser ablassen.

Für Niederschläge, welche leicht durch das Filter gehen, läßt man den Hahn *e* geschlossen und öffnet *d*, bis das Filter gefüllt ist; hierauf wird *d* geschlossen, der Apparat außer Verbindung mit der Luftpumpe gesetzt und der Hahn *e* geöffnet.

Um den Niederschlag nach vollendetem Filtrieren und Auswaschen zu trocknen, nimmt man die Korke *k* und *f* heraus, und setzt dafür andere luftdicht schließende ein, trennt das Gefäß *B* von *A* und verschließt das trichterförmige untere Ende ebenfalls durch einen Kork. Dann bringt man das Ganze in einem Luftbad unter, ersetzt den für *f* eingesetzten Kork durch einen mit Zu- und Ableitungsrohr versehenen und leitet während des Trocknens ein indifferentes Gas hindurch, so daß der Niederschlag während der ganzen Operation nicht mit der Luft in Berührung kommt.

6. Kolieren. Zur Trennung mancher Niederschläge ist es geraten, an Stelle des Filtrierpapiers ein Stück leinenen oder wollenen Zeuges (Kolatorium) anzuwenden. Dasselbe wird durch das Tenakel (Fig. 231) gehalten: ein aus vier rechtwinkelig zusammengesetzten Stäben bestehender hölzerner Rahmen, der an den Kreuzungsstellen der Stäbe kurze, aufrechtstehende, dünne, cylindrische, oben zugespitzte Stifte hat. Man legt ihn über das Gefäß, welches die ablaufende Flüssigkeit aufnehmen soll, und spannt das Filtriertuch über die Stifte; dann bringt man den zu filtrierenden Brei darauf und läßt ruhig abfließen, wobei man durch Rühren mit dem Spatel oder Löffel (Fig. 232) etwas nachhelfen kann. Da die Flüssigkeit freiwillig meist sehr unvollkommen abläuft, muß man sie durch Aus-

drücken vollends beseitigen. Dies geschieht, indem man das Kolatorium zuerst von zweien der haltenden Stifte löst, die freigewordene Seite des Kolatoriums bis zum gegenüberliegenden Rande desselben bringt, dann

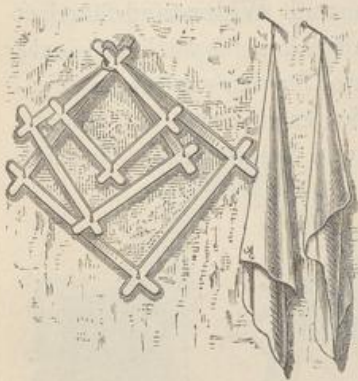


Fig. 231. Tenakel und Kolatorien.

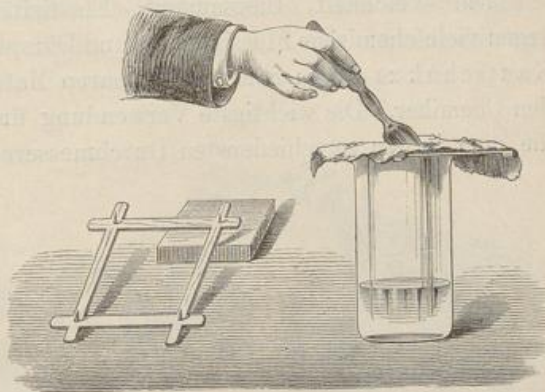


Fig. 232. Kolieren.

zwei- oder dreimal durch Einbrechen des Randes zusammenfaltet (Fig. 233), das Koliertuch ganz vom Tenakel abnimmt und die beiden Enden, die

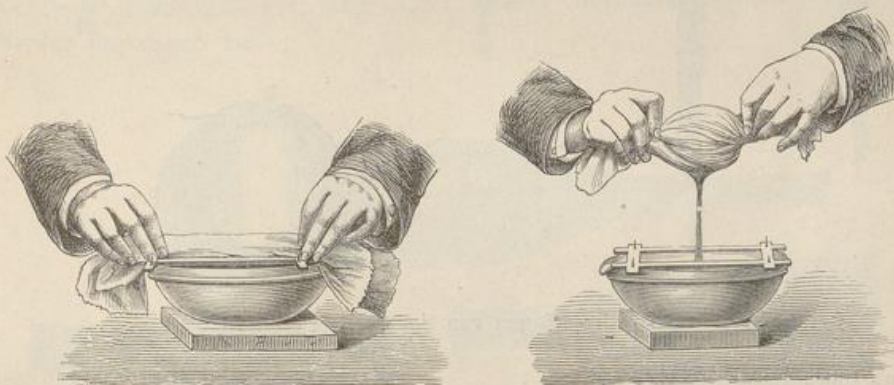


Fig. 233—234. Auspressen des Kolatoriums.

man in der Hand hält, in entgegengesetzter Richtung zusammendrehet (Fig. 234), bis man zuletzt unter immer mehr gesteigerter Kraftanwendung den Inhalt so trocken wie möglich preßt. Da die kolierte Flüssigkeit nicht klar ist, muß man sie nachträglich, wenn nötig, durch Papier filtrieren.

KAUTSCHUKRÖHREN.

Die Weichheit, Biegsamkeit, Elastizität und Widerstandsfähigkeit gegen viele chemische Flüssigkeiten und Dämpfe machen das vulkanisierte Kautschuk zu einem höchst schätzbaren Material für den experimentierenden Chemiker. Die wichtigste Verwendung findet es in Form von Röhren, die man in den verschiedensten Durchmessern und Wandstärken fabriziert.

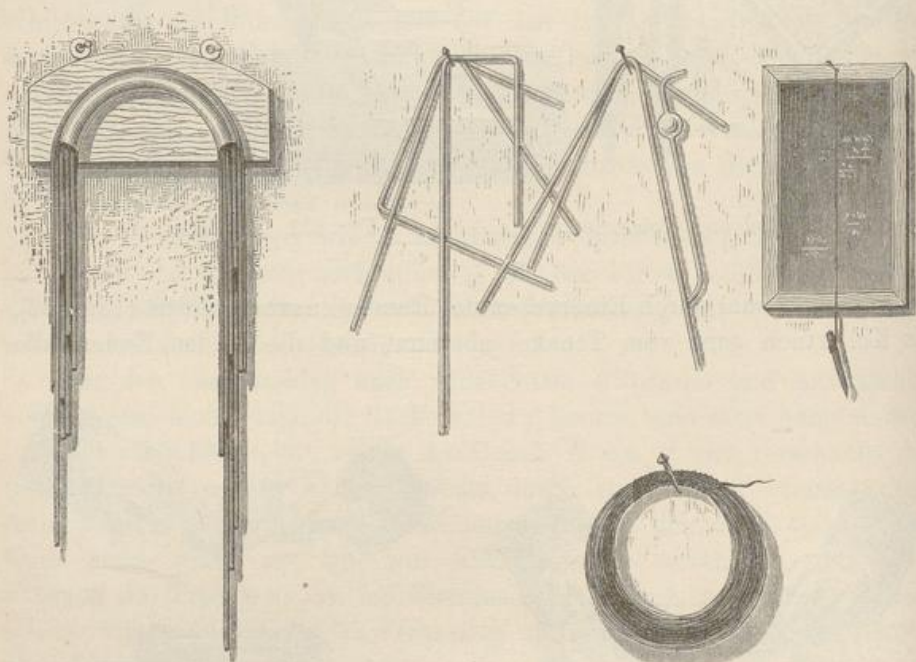


Fig. 235—236. Aufhängen von Schläuchen, Hebern, Draht.

Für Leuchtgas zum Speisen der Lampen wählt man Schläuche von mittlerer Wandstärke, die sich bei Biegung nicht leicht einknicken; für Evakuierungsapparate, welche einen starken äußeren Druck auszuhalten haben, sind Röhren von sehr bedeutender Wandstärke mit ganz geringem Lumen erforderlich. Zum Verbinden der gewöhnlichen Gasentwicklungsapparate braucht man dünnwandige Schläuche in drei bis vier verschiedenen Weiten von 3, 4, 5—6 mm Lumen. Hieraus schneidet man Stücke von 5, 10, 20, 30, wohl auch 40 cm Länge und bewahrt diese, wohl gereinigt und getrocknet, in einem Kasten des Experimentiertisches auf, wo sie leicht zur Hand sind. Längere Stücke werden aufgehängt. Man

schlägt drei oder fünf Nägel, welche zusammen einen nach oben konvexen Bogen bilden, in die Wand und hängt die Schläuche darüber. Besser geeignet ist die in Figur 235 abgebildete Vorrichtung. Auf einem an die Wand zu hängenden Brette ist eine gebogene halbrunde Rinne angebracht, weit genug, um sechs bis acht Schläuche aufzunehmen. (Die nebenstehende Figur 236 zeigt die Aufbewahrung von Hebern, der Defekttafel und von Draht.)

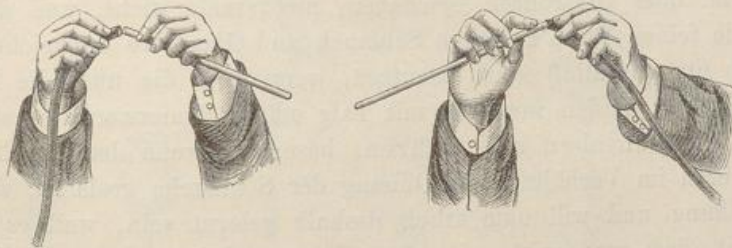


Fig. 237. Kautschukschlauch auf Röhre schieben. Fig. 238.

Manche Sorten von Kautschukröhren werden durch die Aufbewahrung, namentlich in der Kälte, hart und steif, welchen Fehler man durch vorsichtiges, gleichmäßiges, allmählich stärker werdendes Ziehen meistens wieder beseitigen kann.

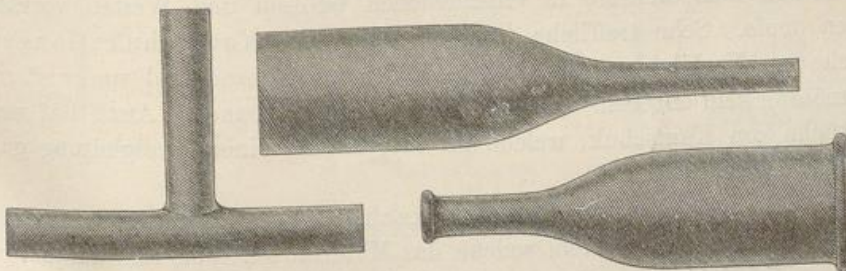


Fig. 239. T-Stück und Kautschukallongen.

Nach dem Gebrauche spült man die Schläuche jedesmal gut aus, namentlich solche, die zur Leitung von sauren Gasen oder Chlor gedient haben, und bedient sich in letzterem Falle zuerst einer verdünnten Kalilösung und darnach des reinen Wassers. Schließlich hängt man sie zum Ablaufen und Abtrocknen in der erwähnten Weise auf.

Mit der Zeit werden die Röhren brüchig und undicht. Daher muß man ältere vor dem Gebrauch probieren, indem man sie an dem einen

Ende fest zusammenprefst und dann an dem anderen die Luft kräftig aussaugt, wonach sie durch den Luftdruck zusammengeprefst bleiben müssen; oder man hält sie einseitig zu, taucht sie ganz unter Wasser und bläst hinein, wodurch man die schadhaften Stellen entdeckt. Chlorleitungsschläuche bekommen, namentlich, wenn man sie nicht immer sogleich gut auswäscht, an der inneren Wand tiefgehende Risse, während sie von außen noch unversehrt erscheinen. Man merkt diese Veränderung schon beim Drücken und Biegen am Knirschen. In diesem Zustande halten sie, über Glasröhren geschoben, nicht mehr dicht, weil das Gas durch die feinen Risse zwischen Schlauch und Glasröhre entweicht. Man kann sie (im Notfalle!) noch benutzen, wenn man die über die Röhren zu schiebenden Enden inwendig mit Talg oder Schmierwachs austreicht.

Das Aufschieben auf Röhren, besonders wenn der Durchmesser der letzteren im Verhältnis zur Öffnung der Schläuche groß ist, verlangt einige Übung und will namentlich deshalb gelernt sein, weil es häufig vorkommt, daß man mitten in einer Gasentwicklung rasch die Röhren oder Schläuche zu wechseln hat. Man bedient sich hierzu des in Figur 237 und 238 dargestellten Handgriffs, welchen man für beide Hände gehörig zu exerzieren hat. Befeuchtung des Glasrohrs mit Wasser (Speichel) oder Öl erleichtert die Arbeit. Ehe man einen Schlauch in Gebrauch nimmt, versäume man nie, hindurch zu blasen, um sich zu überzeugen, daß er gehörig rein und nicht etwa verstopft ist. Zur Verbindung verschieden weiter Schläuche dienen kurze, an den Enden verjüngte Glasröhrenstücke, von denen man mehrere in verschiedenen Größen und Weiten vorrätig haben muß. Sehr treffliche Dienste leisten die Kautschukallongen, welche zur Verbindung von Retortenhälsen mit Röhren und von weiteren Glasröhren mit engeren vielfach benutzt werden können. Auch hat man T-Stücke von Kautschuk, welche für Herstellung einer Zweigleitung gute Dienste leisten (Fig. 239).

Die Benutzung von Kautschukschläuchen ist ausgeschlossen bei Gasen und Flüssigkeiten, welche das Material auflösen und aufquellen. Hierher gehören namentlich Schwefelkohlenstoff, Äther und die flüchtigen Teeröle, sowie die Dämpfe dieser Substanzen. Auch bei Versuchen mit Ozon ist die Anwendung von Kautschuk zu vermeiden.

GASENTWICKELUNGSAPPARATE.

Diese haben je nach der Darstellungsart des Gases verschiedene Gestalt und Einrichtung.

1. Gasentwickelflaschen. Für Gase, die sich schon in der Kälte entwickeln, dienen dickwandige Flaschen (s. unten Fig. 244 und 248)

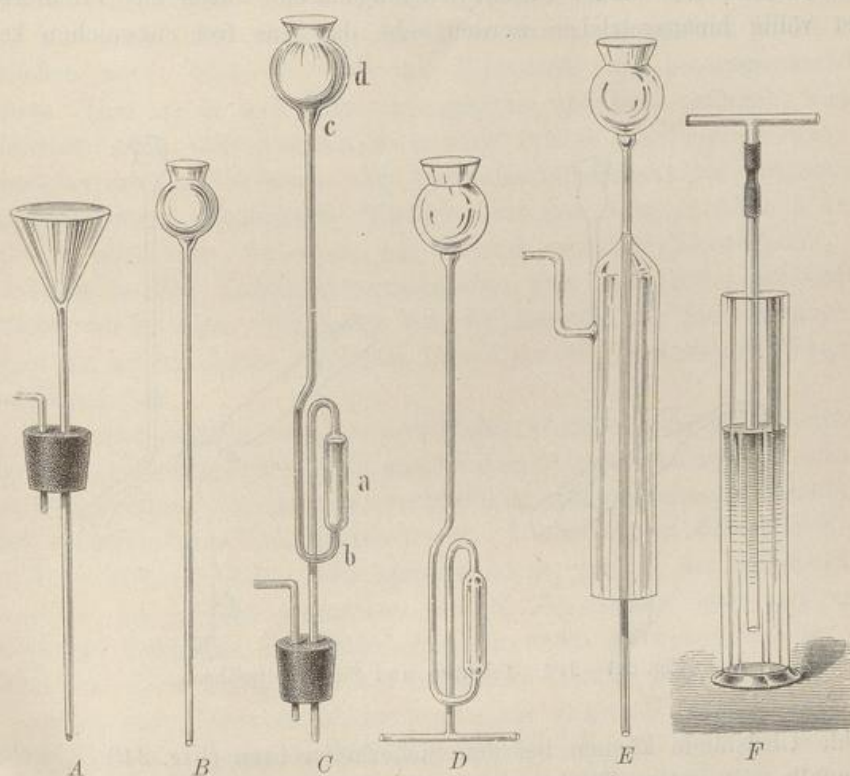


Fig. 240. Trichter- und Sicherheitsröhren.

oder Kolben (Fig. 245—247), welche, damit sie den Druck des Stöpsels besser aushalten, einen umgelegten, innen schwach konisch ausgeschliffenen Rand haben. Die Pfropfen sind doppelt durchbohrt. In der einen Durchbohrung steckt ein kurzes, rechtwinklig umgebogenes Gasentwickelungsrohr, in der anderen ein Trichterrohr oder ein Sicherheitsrohr. Ohne letzteres sollte man niemals einen Gasentwickelungsapparat in Gebrauch nehmen, selbst wenn man bei der Entwicklung nicht nötig hat, Flüssigkeiten nachzugießen. Denn es ist ja von Wichtigkeit, immer von dem Spannungszustande des Gases im Innern des Apparats unterrichtet zu sein. Figur 240 zeigt die gebräuchlichsten Einrichtungen dieser Art:

(*A*, *B* und *E*) wirken zwar auch zugleich als Sicherheitsröhren: sie tauchen mit ihrem unteren Ende in die Gasentwicklungsmischung, und durch den inneren Gasdruck wird diese ein Stück in die Röhre hinaufgedrückt; allein wenn feste, pulverförmige oder grobkörnige Teile in der Flüssigkeit schwimmen, kann eine Verstopfung des Rohrs eintreten und dieses dann als Sicherheitsrohr versagen; ferner muß die Flüssigkeit, wenn der Gasstrom auf dem Wege seiner Leitung gehemmt wird, durch den verstärkten Druck in der Gasentwicklungsflasche durch das Trichterrohr erst völlig hinausgetrieben werden, ehe das Gas frei entweichen kann.

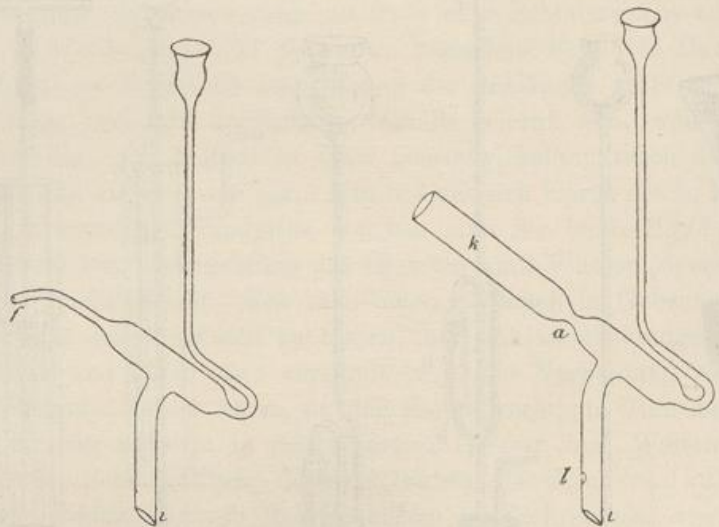


Fig. 241—242. Trichter- und Sicherheitsröhren.

Beide Übelstände können bei den Sicherheitsröhren (Fig. 240 *C*), welche ebenfalls mit einem Trichter zum Nachfüllen von Flüssigkeit versehen sind, nicht vorkommen: sie können sich nicht verstopfen, und wenn bei gehemmtem Gasstrom der Druck im Innern zunimmt, so wird die in dem Mittelkörper *a* des Rohrs befindliche, den hydraulischen Verschluss bewirkende Flüssigkeit nur soweit hinaufgetrieben, daß jener Körper frei wird, wonach das überschüssige Gas durch die Flüssigkeit entweicht. Diese Röhren werden indes von den Glasfabriken nicht immer in richtiger Beschaffenheit geliefert. Man beachte folgendes: der Rauminhalt des Mittelkörpers *a* muß so groß sein, daß die in ihm enthaltene Flüssigkeit das ganze obere Stück der Glasröhre bis zum Trichter *d*, und letzteren noch etwa zu einem Drittel vollkommen füllt. Da nämlich die Höhendifferenz zwischen den beiden Flüssigkeitsspiegeln *b* und *c* im Sicherheits-

rohr dem im Apparate herrschenden Druck das Gleichgewicht zu halten hat, jene Differenz aber durch die Menge der in *a* enthaltenen Flüssigkeit und durch die Weite des oberen Glasrohrs bestimmt wird, so muß der hydraulische Verschluss um so eher versagen, je kleiner *a* ist; eine grössere Höhe der Glasröhre bis zum Trichter ist in diesem Falle ganz überflüssig, weil sie bei zu kleinem Mittelkörper doch nicht ganz gefüllt wird. Andererseits darf der Trichter nicht zu klein sein, denn wenn er sich, sobald die Flüssigkeit aus *a* vollständig hinaufgedrückt ist, dadurch ganz oder fast ganz füllt, so wird, falls Gas durch den inneren Druck ausgetrieben wird, auch ein Teil der Flüssigkeit mit hinausgeschleudert werden. Dies ist an sich schon unangenehm und kann nachteilig wirken, ausserdem aber wird dadurch auch noch infolge der Verminderung der Flüssigkeitsmenge die Stärke des hydraulischen Drucks bei fortgesetzter Gasentwicklung vermindert. Endlich darf das Rohr zwischen *b* und *c* nicht zu kurz sein, da sonst, bei übrigens richtiger Konstruktion, der Spannung in den Entwicklungsapparaten kein genügender Widerstand geleistet wird. Man wird daher bei der Auswahl der Sicherheitsröhren darauf zu achten haben, welchen Druck das Gas auf seinem Wege zu überwinden hat.

Hat man zufällig eine Gasentwickelungsflasche ohne Sicherheitsrohr oder läßt sich ein solches nicht gut auf dem Stöpsel anbringen, so schaltet man gleich hinter dem kurzen, rechtwinklig umgebogenen Gasableitungsrohr ein besonderes Sicherheitsrohr ein. Hierzu eignen sich Röhren von der Form Figur 240 *D*. Oder man macht es, wie bei der Sauerstoffentwicklung im grossen angegeben ist (S. 37), indem man mit einer T-förmigen Glasröhre eine senkrecht nach unten gehende Glasröhre verbindet und diese hinreichend tief in Wasser tauchen läßt (Fig. 240 *F*).

Wenn eine Gasentwickelungsflasche mit enger Mündung mit dem Sicherheitsrohr versehen werden soll, der Kork aber zu dünn ist, um zwei Röhren durch ihn hindurchzuführen, so kann man mit Vorteil ein Rohr benutzen, welches nach BELLAMY* zugleich als Gasentwickelungs- und Sicherheitsrohr wirkt. Es ist in Figur 241 abgebildet. Das senkrechte Rohr *i* wird in den Kork eingesetzt; es soll soweit wie möglich und unten schräg abgeschliffen sein. Das schräge Rohr ist 15–20 mm weit und 60–70 mm lang. Das umgebogene Rohr *f* dient zur Gasableitung. — Figur 242 zeigt eine andere Form des Apparats, wo zugleich ein Rohr *h* zur Reinigung des Gases angebracht ist. Dieses ist etwa 100 mm lang und von dem Sicherheitsrohr durch eine Verengung *a* getrennt. Es wird

* *Journal de Pharmacie et de Chimie* [5], Bd. 5, S. 509. — *Chem. Centr.-Blatt* 1882, S. 420.

mit der zur Reinigung geeigneten Substanz gefüllt und oben mit einem durchbohrten Kork geschlossen. Was die Form der unteren Röhre *i* betrifft, so muß diese, wenn sie nicht weit genug ist, noch eine seitliche Öffnung *l* haben, durch welche das Gas entweicht, wenn das untere schräg abgeschliffene Ende zeitweilig durch einen Tropfen verschlossen ist, oder wenn man Flüssigkeit nachgießt. Immerhin muß man beim Nachfüllen vorsichtig verfahren, damit die Flüssigkeit nicht etwa durch einen etwas stärkeren Gasstrom in das Gasableitungsrohr hineingetrieben wird.

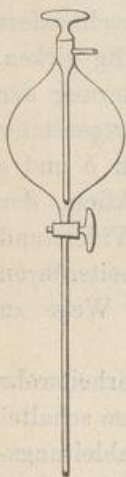


Fig. 243.

Für gewisse Zwecke werden bei Gasentwickelungsapparaten Tropftrichter gebraucht, welche gestatten, eine Flüssigkeit je nach Bedarf schneller oder langsamer ausfließen zu lassen. Hierzu können zwar gewöhnliche Trichterröhren, die mit einem Hahn versehen sind, dienen; allein da während des Ausfließens der Flüssigkeitsstand im Trichter sinkt, so nimmt auch der Druck entsprechend ab und der Ausfluß wird allmählich langsamer.

Einen Tropftrichter mit konstantem Ausfluß hat E. POLLAK* konstruiert, welcher in Figur 243 abgebildet ist. Das Gefäß des Trichters hat Kugelform und ist oben mit einem hohlen Glasstöpsel verschlossen, welcher nach unten in eine Glasröhre verlängert und seitlich mit einem am Halse angeschmolzenen kurzen Glasrohr versehen ist, das bei richtiger Stellung des Stöpsels genau auf dessen Durchbohrung stößt. Hierdurch kommuniziert das Innere der Kugel mit der äußeren Luft oder kann durch einen Kautschukschlauch mit einem Absorptionsapparat und dergl. verbunden werden. Öffnet man nach Füllung der Kugel den Hahn in entsprechender Weite, so tritt, während die Flüssigkeit ausfließt, Luft durch das Glasrohr in die Kugel, welche sonach als MARIOTTE'sche Flasche wirkt und den Ausfluß konstant erhält.

Es ist anzuraten, für die verschiedenen Gase ein für allemal bestimmte Gasentwickelungsflaschen mit allen nötigen Einrichtungen fertig montiert vorrätig zu halten, also für Wasserstoff, Kohlensäure, Chlor, schweflige Säure, Stickoxyd etc. (wenn man es nicht vorzieht, für die ersteren drei Gase kontinuierlich wirkende Apparate, wie sie sogleich weiter unten, bezw. später am geeigneten Orte zu beschreiben sind, zu benutzen). Die festen Materialien, welche zur Entwicklung des betreffenden Gases dienen, bleiben in den Flaschen, die Flüssigkeiten werden abgegossen und der Rückstand mit Wasser nachgewaschen. Hat man Kautschukstöpsel zum Verschluss (was für diesen Fall unbedingt anzuraten

* *Repertor. d. anal. Chemie*, Bd. 7, S. 287. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 770.

ist), so bleiben dieselben fest aufgesetzt im Halse; Korkstöpsel müssen abgenommen werden (s. Fig. 169—170). Zur Vermeidung von Verwechselungen hängt man ein Schild mit dem Namen des Gases an (Fig. 244—248).

2. Kontinuierlich wirkende Gasentwicklungsapparate.

Es ist unstreitig eine große Annehmlichkeit, bei länger fortzusetzenden Gasentwicklungen des Nachfüllens von Flüssigkeit und der fortdauernden

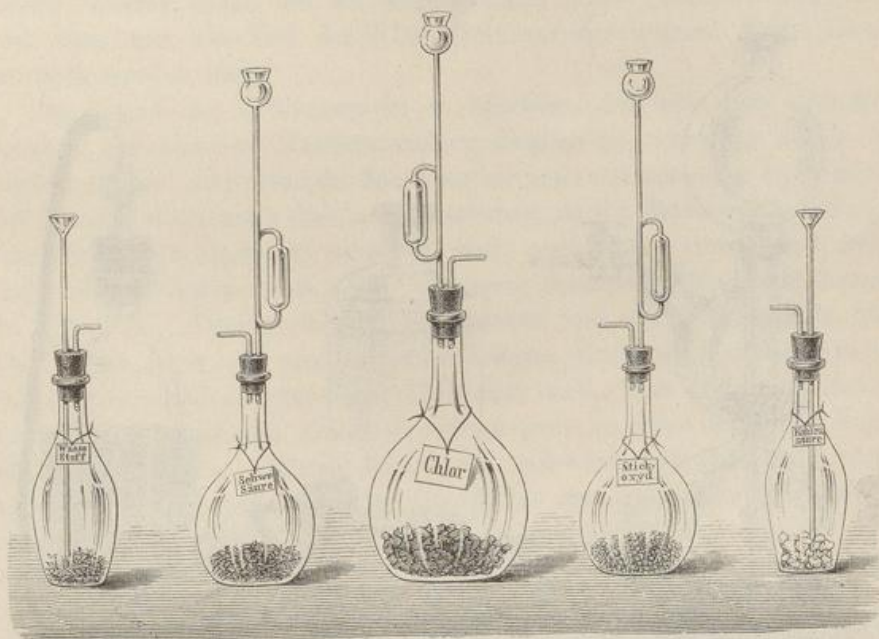


Fig. 244.

Fig. 245.

Fig. 246.

Fig. 247.

Fig. 248.

Gasentwicklungsflaschen.

Überwachung des Apparats überhoben zu sein. Durch Anwendung des Kipp'schen Apparats (Fig. 249) erreicht man dies für die Zwecke des experimentierenden Unterrichtes unstreitig am leichtesten und besten. Derselbe eignet sich für Wasserstoff und Kohlensäure und mit geeigneten Abänderungen auch für Chlor (s. bei Chlor im „Besonderen Teil“). Die obere Kugel endigt nach unten in ein Glasrohr, welches in den Hals der mittleren Kugel luftdicht eingeschliffen ist. Letztere ist mit der unteren Kugel direkt verbunden, so daß die Flüssigkeit aus der einen in die andere fließen kann. In die mittlere bringt man das zur Gasentwicklung nötige Material (Marmor, Zink, geprefsten Chlorkalk etc.) in groben Stücken, pulverfrei, so daß es nicht in die untere fallen kann. Um dies noch besser

zu verhüten, ist auf den Boden der mittleren eine runde Kautschukscheibe gelegt, durch deren Durchbohrung das Glasrohr der oberen geht. Die mittlere hat in ihrem Tubulus einen gutschließenden Glashahn, durch welchen der Gasstrom reguliert wird. Die Flüssigkeit wird bei geöffnetem Hahne durch die obere Kugel eingegossen, bis sie die mittlere halb füllt. Die Gasentwicklung beginnt sogleich und dauert so lange fort, als man den Hahn geöffnet läßt. Schließt man ihn ab, so wird die Flüssigkeit aus der mittleren Kugel nach der unteren und aus dieser nach der oberen

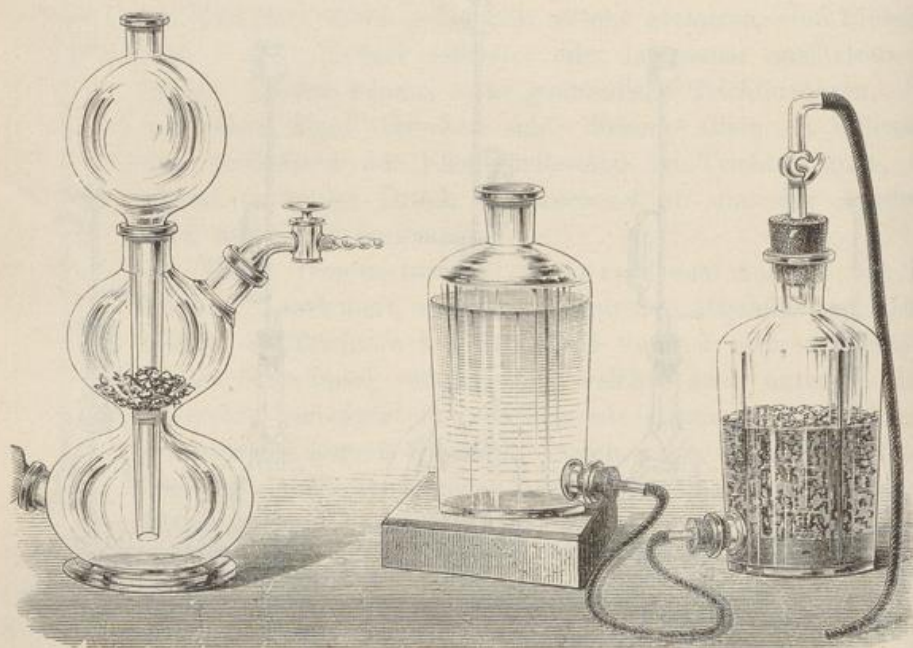


Fig. 249. Kontinuierlich wirkende Gasentwickelungsapparate. Fig. 250.

gedrückt, worauf die Gasentwicklung sogleich aufhört, um nach Öffnung des Hahns sofort von neuem zu beginnen. Dabei hat man es ganz in der Hand, durch mehr oder weniger weite Öffnung des Hahns die Stärke des Stroms beliebig zu regeln, von der größten Lebhaftigkeit bis zum Austritt einzelner Blasen.

Bezüglich der Konstruktion und Bedienung des Apparats sind aber mancherlei Kleinigkeiten zu beachten.

Zuvörderst muß die Größe der drei Kugeln zu einander in einem richtigen Verhältnisse stehen. Um den Apparat darauf hin zu prüfen, fülle man ihn mit Wasser, so daß dies bei geöffnetem Hahne die mittlere Kugel halb füllt. Dann blase man mittels eines aufgesetzten Kautschukschlauchs

durch den Hahn kräftig Luft ein, bis nach Verdrängung des Wassers aus der unteren Kugel nach der oberen Luftblasen durch das senkrechte Glasrohr treten, und verschliese den Hahn. Die obere Kugel darf jetzt höchstens zu zwei Dritteln gefüllt sein. Steht das Wasser höher, so ist der Apparat fehlerhaft; denn es wird dann nicht ausbleiben, daß, wenn man beim Gebrauch nach einer lebhaften Gasentwicklung den Hahn rasch schließt, ein Teil der Flüssigkeit zur oberen Öffnung hinausgeschleudert wird. Man kann diesem Übelstande abhelfen, wenn man das Glasrohr an seinem unteren Ende um ein angemessenes Stück verkürzt. Dies hilft, weil dann nur ein Teil der Flüssigkeit aus der unteren Kugel hinauf gedrückt werden kann.

In betreff der Bedienung ist zu beachten, daß nur dann eine fortwährend gleichmäßige Gasentwicklung möglich ist, wenn für die in der mittleren Kugel abgestumpfte Säure immer neue von unten her nachströmt. Der Theorie nach muß dies auch geschehen, da die Säure durch Auflösen (von Zink, bezw. Marmor) schwerer wird, nach unten sinken und freier Säure Platz machen muß. Bei langsamer Gasentwicklung aber kommt der Strom der Flüssigkeit bald ins Stocken und die Entwicklung hört nicht selten ganz auf, obwohl in der unteren Kugel noch große Mengen freier, nicht abgestumpfter Säure vorhanden sind. Man drehe, um dies zu vermeiden, in passenden Zeiten den Hahn ganz zu, lasse die untere Kugel sich halb entleeren, schüttele lebhaft um und wiederhole dies, wenn nötig, noch einmal. Ferner ist zu beachten, daß der Hahn eine sehr genaue Regulierung gestatte, was bei den käuflichen Apparaten selten der Fall ist. Deshalb ist es geraten, mittels eines Kautschukschlauchs den Präzisionshahn (s. unten Fig. 332) vorzulegen und durch ihn zu regulieren, während man den Glashahn ganz offen hält. Endlich erfüllt der Apparat seinen Zweck nur dann ganz, wenn man ihn beliebig lange gefüllt stehen lassen kann, um dann nach Öffnung des Hahns sogleich wieder einen Gasstrom von gewünschter Stärke zu erhalten. Dies ist aber nur möglich, wenn die Dichtungen am Hahn und zwischen der oberen und mittleren Kugel ganz vollkommen sind, eine Anforderung, die selten in aller Strenge erfüllt ist. Es wird dann langsam Gas entweichen, neue Säure in die mittlere Kugel gelangen, und bald der ganze Vorrat der letzteren neutralisiert sein; so daß die Wirkung, wenn man sie haben will, völlig ausbleibt. Man hilft diesem Übelstande dadurch ab, daß man unmittelbar nach dem Gebrauche und nachdem der Apparat nach Schließung zur Ruhe gekommen, also die obere Kugel zu zwei Dritteln gefüllt ist, die Öffnung der letzteren durch einen gut schließenden (Kautschuk-)Stöpsel verschließt, den Hahn öffnet, den Apparat in diesem Zustande sechs bis acht Stunden stehen läßt, und nun erst den Hahn wieder schließt. Die Flüssigkeit kann jetzt nicht aus

der oberen Kugel herunterfließen, selbst wenn der Hahn und der Schliff in der mittleren Kugel nicht völlig dicht sind. Ja man kann sogar den Hahn ganz offen lassen, wodurch jede Gefahr ausgeschlossen ist. Denn wenn durch Zufall ein Stück Zink oder Marmor aus der mittleren Kugel in die untere fallen sollte, so bringt dies keinen Nachteil, weil das sich infolgedessen entwickelnde Gas frei entweichen kann, während es bei geschlossenem Hahne und geschlossener oberer Öffnung den Apparat gefährden könnte.

Ein anderer kontinuierlich wirkender Apparat, der aber nur dann zu empfehlen ist, wenn es sich um die Entwicklung starker Gasströme handelt, ist in Figur 250 abgebildet. Er besteht aus zwei Flaschen, die durch zwei untere Tubusse mittels eines weiten Kautschukschlauchs verbunden sind. Die eine ist in ihrer oberen Öffnung mit einem Hahn verschlossen, unten mit grobem Kies und darüber mit dem Gasentwicklungsmaterial (Zink, Marmor etc.), die andere mit der Säure gefüllt. Bei Nichtbenutzung des Apparats steht jene höher als diese; soll der Gasstrom beginnen, so wird sie (bei geschlossenem Hahne) herabgenommen. Durch allmähliche Öffnung des Hahns leitet man dann die Gasentwicklung ein und reguliert den Strom.

Außer den oben beschriebenen Apparaten für konstante Gasentwicklung sind in neuerer Zeit noch zahlreiche andere Formen empfohlen worden, von denen nur die folgenden, weil sie für gewisse Zwecke dem KIPP'schen Apparate in seiner gewöhnlichen Form vorzuziehen sind, Erwähnung finden mögen.

Zunächst ist eine verbesserte Form des letzteren zu erwähnen, welche von REINHARDT* angegeben und in Figur 251 abgebildet ist, und dessen Einrichtung sich hieraus leicht ergibt. Die Vorzüge dieses Apparats sind folgende: Man kann durch die zweite Öffnung des mittleren Gefäßes neues Gasentwicklungsmaterial nachschütten, ohne den Stöpsel, welcher das Gasableitungsrohr trägt, herauszunehmen, wenn man zuvor die Säure durch den noch vorhandenen Gasdruck aus dem untersten Gefäß durch das Fallrohr in die obere Kugel hinaufdrücken läßt und den Hahn, der unterhalb dieser angebracht ist, schließt. Die abgestumpfte Flüssigkeit wird durch den an dem unteren Gefäß angebrachten Hahn abgelassen. Die obere Kugel ist genügend weit, um die ganze Flüssigkeit aufzunehmen; sie ist mit einem doppelt durchbohrten Kork verschlossen, welcher, wenn nötig, ein Rohr zu dem Absorptionsapparat für nachträglich entwickeltes Gas, und ein zweites mit einem Hahne versehenes Verbindungsrohr zum mittleren Gefäße trägt. Letzterer wird geöffnet, wenn man

* *Dingler's Polytechnisches Journal*, Bd. 257. S. 73. — *Chem. Centr.-Blatt* 1885, S. 737.

nach dem Gebrauch des Apparats die Flüssigkeit aus dem mittleren Gefäße nach der Kugel hinaufgedrückt und den Hahn des Fallrohrs geschlossen hat. Auf diese Weise wird jeder schädliche Druck im Innern des Apparats vermieden. Endlich ist das Fallrohr an seinem untersten Ende nach oben umgebogen, wodurch bewirkt wird, daß die am meisten abgestumpfte, spezifisch schwerere Flüssigkeit sich unten in dem weitesten Teile des Gefäßes ansammelt und beim Verschließen des Apparats nicht wieder in die Kugel hinaufgedrückt wird. Die beiden Ansätze des mittleren Gefäßes sind gleich weit, so daß man die Stöpsel verwechseln

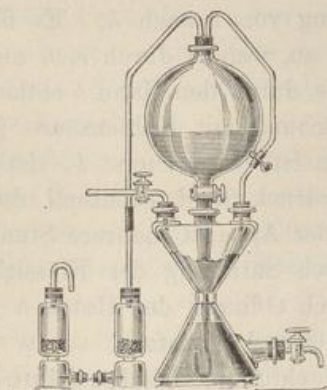


Fig. 251. Verbessertes Kipp'sches Apparat nach REINHARDT.

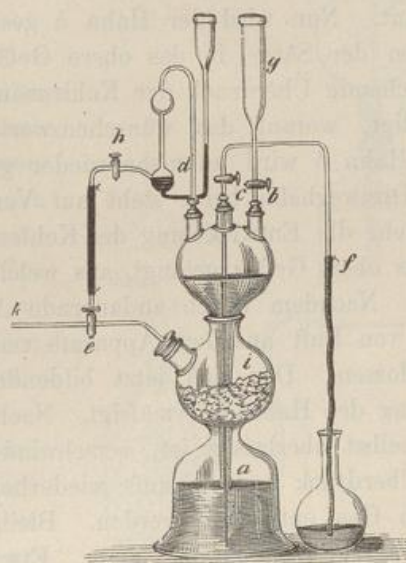


Fig. 252. Verbessertes Kipp'sches Apparat nach MUENCKE.

kann, ohne den Apparat zu drehen. Der Apparat wird auf einen Holzklotz gestellt, damit man bequem unter den Ablaufshahn ein zur Aufnahme der abgestumpften Säure bestimmtes Gefäß setzen kann.

Bei dem von MUENCKE* verbesserten Kipp'schen Apparate hat das oberste Gefäß drei Tubulatoren: die eine, *b*, mit Hahn zum Nachfüllen der Säure durch *g*, die mittlere, *c*, zum Abziehen der verbrauchten Flüssigkeit, ebenfalls mit Hahn, und die dritte dient zur Anbringung eines Manometerrohrs für Quecksilber, dessen Einrichtung aus der Figur ersichtlich ist. Der Hahn *e* ist ein Dreiweghahn und kann auf Verbindung von *i* nach *h*, sowie von *i* nach *k* gestellt werden. Der

* Chem. Centr.-Blatt 1884, S. 179.

Apparat ist von seinem Erfinder hauptsächlich zur Entwicklung reiner, luftfreier Kohlensäure bestimmt. Zu diesem Zwecke soll er nach dessen Vorschrift in folgender Weise in Betrieb gesetzt werden. Zuerst wird kohlenaurer Kalk, welcher in Wasser ausgekocht ist, in das mittlere Gefäß gebracht und die Röhre *f* mit einem gewöhnlichen Kohlensäureentwickelungsapparate verbunden. Die Kohlensäure verdrängt allmählich, von unten ansteigend, durch *e*, *h* und *d* in das oberste Gefäß gelangend, die Luft, welche durch den Hahn *b* entweicht. Hierauf wird so lange luftfreie Säure in den Trichter *g* gefüllt und in den Apparat eingelassen, bis sie in das mittlere Gefäß eindringt und Kohlensäure zu entwickeln beginnt. Nun wird der Hahn *h* geschlossen und dadurch das Emporsteigen der Säure in das obere Gefäß bewirkt. Der in dem letzteren herrschende Überdruck der Kohlensäure wird durch Öffnen des Hahns *b* beseitigt, worauf das wünschenswerte Säurequantum eingelassen wird. Der Hahn *b* wird nunmehr wieder geschlossen und der bei *h* geöffnet; der Dreiweghahn bei *e* steht auf Verbindung von *i* nach *h*. Es fängt nunmehr die Entwicklung der Kohlensäure an, welche durch *e*, *h* und *d* in das obere Gefäß gelangt, aus welchem sie durch den Hahn *b* entlassen wird. Nachdem durch andauernde Auswaschung mit Kohlensäure jede Spur von Luft aus dem Apparate vertrieben ist, wird zuerst *b*, dann *h* geschlossen. Der sich jetzt bildende Überdruck wird eventuell durch Öffnung des Hahns *b* ermäßigt. Nachdem der Apparat mehrere Stunden sich selbst überlassen ist, verschwindet durch Sättigung der Flüssigkeit der Überdruck und es muß wiederholt durch Öffnung des Hahns *h* von neuem Gas entwickelt werden. Bleibt der Druck konstant, so ist der Apparat zur Verwendung fertig. Etwaige Nachfüllung frischer Säure erfolgt nach Ablassung eines Teils der gebrauchten durch Öffnung von *e*, hierauf Schließen desselben und Beseitigung des Überdrucks durch Öffnung von *b*. Die Einfüllung geschieht unter Öffnung des Hahns *h* und Stellung des Dreiweghahns *e* auf die Verbindung von *h* nach *k*.

Der folgende von v. KALECSINSZKY* empfohlene Apparat vermeidet die mancherlei Übelstände des KIPP'schen Apparats. Er wirkt konstant, nutzt die Säure vollständig aus, besitzt den Vorzug, daß sich die verbrauchte Säure nicht mit der noch aktionsfähigen mischt und daß das Niveau und der Druck der reinen Säure und damit die Geschwindigkeit der Gasentwicklung konstant bleiben. Die Säure strömt hier nicht von unten, sondern von oben nach unten zu.

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 31, S. 344. — Chem. Centr.-Blatt 1892, S. 1058.

Das Gefäß *A* (Fig. 253) wird mit Zink, Calciumcarbonat oder Schwefel-eisen gefüllt, damit die zufließende Säure immer mit einem Überschufs an fester Substanz in Berührung tritt und vollständig ausgenutzt wird. Das Säurezuflußrohr *dd'* reicht bis über das Niveau der festen Substanz; das Abflußrohr mit Hahn *g* ist im Innern von *A* mit einer siebartigen Röhre verbunden, damit es nicht verstopft werde. Stellt man das Säuregefäß *B* mit *A* in gleiche Höhe, so kann keine Säure nach *A* überfließen, sondern nur in der Röhre *dd'* die Höhe *d'* erreichen; wird dagegen *B* höher gestellt, so tritt Säure bei *d'* aus und entwickelt Gas, das durch *e* abgeleitet wird. Wird dabei mehr Gas entwickelt als durch *e* abgeführt werden könnte, so treibt das Gas die Säure in *dd'* zurück, ja es kann sogar Gas nach *B* übertreten und von da ausströmen. Die Säure kann alsdann nur wieder nach *A* übertreten, wenn die bereits ausgeströmte Säure verbraucht ist. Bei dieser Einrichtung kann die Säure nur tropfenweise auf die Substanz fließen. Damit der Säurestand stets derselbe bleibe, ist eine mit verdünnter Säure gefüllte MARIOTTE'sche Flasche *C* aufgesetzt, aus der die Säure von selbst nachfließt. Der Apparat gestattet außerdem, die ganze Menge der Säure mit entwickeltem Gas vollständig zu sättigen und die in der Flüssigkeit gelöste Luftmenge zu entfernen. Zum Verschluss dienen mit Paraffin ausgekochte und damit bestrichene Korke; zur Verbindung von *A* und *B* dient eine starkwandige Kautschukröhre oder eine Bleiröhre mit Hahn. Als Verdünnungsgrenze der Säure gelten folgende Verhältnisse: Für Wasserstoffentwicklung 45 Vol. konzentrierte H_2SO_4 und 100 Vol. Wasser; für Entwicklung von Schwefelwasserstoff 21 Vol. konzentrierte H_2SO_4 und 100 Vol. Wasser.

POLLAK und WILDE* geben ihrem Apparat die Gestalt eines geräumigen Absorptionsturmes (Fig. 254), in dessen Einschnürung ein Sieb mit angeschmolzener Glasröhre eingeschliffen ist. Die zur Gasentwicklung nötige

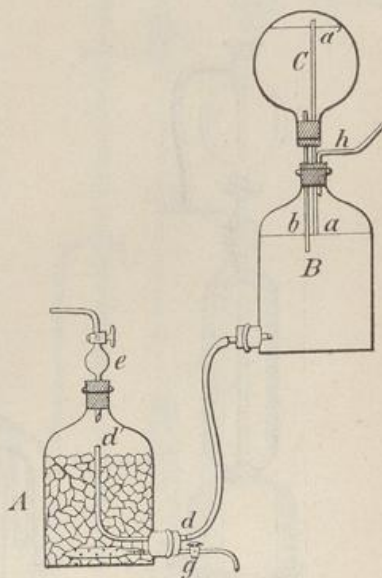


Fig. 253.

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 695 und 775. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 845 und 991.

Flüssigkeit ist in einem Tropftrichter mit konstantem Ausfluß (S. 180) enthalten und fließt durch den am unteren Ende des Rohrs angeschliffenen spinnenförmigen Flüssigkeitsverteiler (Fig. 255) auf das Gasentwicklungsmaterial, je nach Bedarf in größerer oder kleinerer Menge. Das seitlich neben dem Tropftrichter in den Kork eingesetzte Gasableitungsrohr ist mit dem Hals des ersteren derart verbunden, daß bei richtiger Stellung des Hahnstöpsels der Gasdruck über der Flüssigkeit sich mit dem im Apparat vorhandenen ausgleicht. Bei richtiger Stellung des Hahns kann der Gasstrom längere Zeit konstant erhalten werden.



Fig. 254.

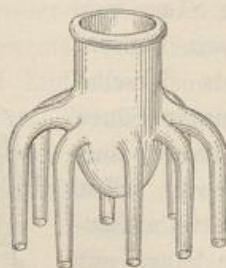


Fig. 255.

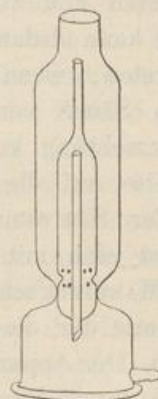


Fig. 256.

Apparat für kontinuierliche Gasentwicklung nach POLLAK und WILDE.

In dieser Form eignet sich der Apparat besonders für die Entwicklung von Kohlensäure aus Marmor. Soll er auch für die Entwicklung von Wasserstoff dienen, so giebt man ihm statt des Siebeinsatzes ein weites eingeschliffenes Glasrohr, welches oben verengt, unten mit Löchern versehen ist und ein zweites, eingeschmolzenes Abflußrohr trägt (Fig. 256). Durch diese Einrichtung wird bewirkt, daß die Flüssigkeit im oberen Teile des Apparats längere Zeit mit dem Zink in Berührung bleibt, weil die abfließende Salzlösung bis zur Höhe des eingeschmolzenen Rohrs steigen muß.

Bei allen oben beschriebenen Apparaten muß die Abfallflüssigkeit aus dem Sammelgefäß von Zeit zu Zeit entleert werden, was unter Umständen mit Beschwerden verbunden sein kann. Einen Gasentwicklungs-

apparat mit kontinuierlichem Abflufs der Abfallflüssigkeit hat THEODOR BREYER* konstruiert (Fig. 257). Das Entwicklungsmaterial ist in dem unten verjüngten Cylinder *A*, und die Zersetzungsflüssigkeit in dem umgekehrten Ballon *C* (oder statt dessen in einem der Gefäße *C*₁ oder *C*₂) enthalten. *J* ist die Waschflasche und *K* das Gefäß, in welchem das Gas Verwendung finden soll. *G* ist das Aufnahmegefäß für die Abfallflüssigkeit. Die Verbindung aller dieser Teile ergibt sich aus der Figur. Soll der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, so beschickt man *A* mit dem Zersetzungsmaterial, setzt *B* (bei geschlossenem Hahn) und *C* auf, verbindet *H* mit der Waschflasche, füllt *E* ganz mit Wasser, bringt es an seinen Platz und stellt *G* möglichst hoch. Nach Öffnung des Hahns *B* beginnt die Gasentwicklung und der Druck des Gases treibt das Wasser aus *E* durch *F* nach *G*. Ist jener so weit gestiegen, daß er die Flüssigkeitswiderstände in *J* und *K* überwinden kann, so wird *G* soweit gesenkt, daß der Druck in *F* nur wenig höher ist, als in *J* und *K* zusammen. Von nun ab bleibt die Gasentwicklung bei richtiger Stellung des Hahns lange Zeit hindurch konstant und man hat nichts weiter zu thun, als von Zeit zu Zeit die Zersetzungsflüssigkeit in *C* zu erneuern und die Abfallflüssigkeit aus *G* zu entfernen. Ist auf dem Experimentiertisch ein Säureabfluß vorhanden, so stellt man über denselben einen vertikal beweglichen Trichter auf und hängt das Π -förmig gebogene Rohr am oberen Ende des Schlauchs *F* über den

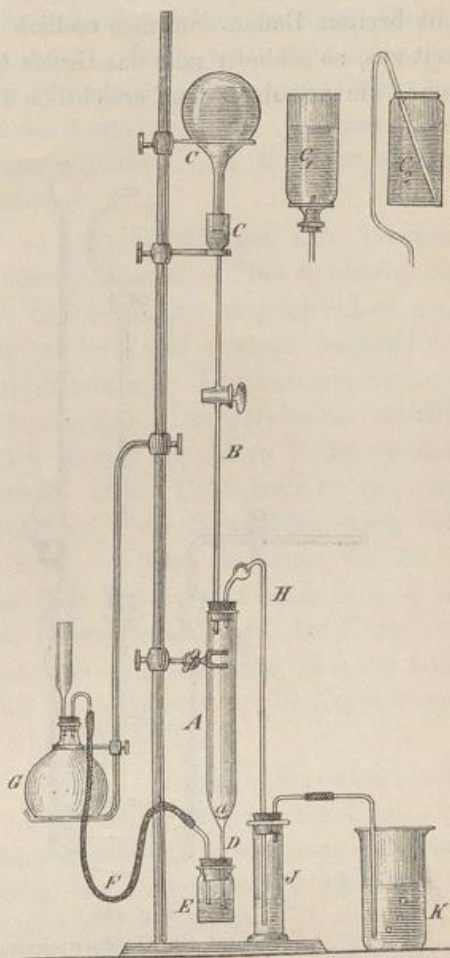


Fig. 257. Apparat für kontinuierliche Gasentwicklung nach BREYER.

* *Zeitschrift für analytische Chemie*, Bd. 28, S. 438. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 626.

Rand des Trichters. Wenn sich aus der Abfallflüssigkeit eine größere Menge Bodensatz abscheidet (wie z. B. bei der Chlorentwicklung aus Chlorkalkwürfeln nach WINKLER, s. im „Besonderen Teil“ dieses Werkes), so giebt man dem Gefäß *E* die Gestalt eines ERLÉNMEYER'schen Kolbens mit breitem Boden. Strömen endlich schädliche Gase aus der Abfallflüssigkeit aus, so schließt man das Gefäß *G* mit einem aufgesetzten Absorptionsrohr, wie aus der Figur ersichtlich ist.

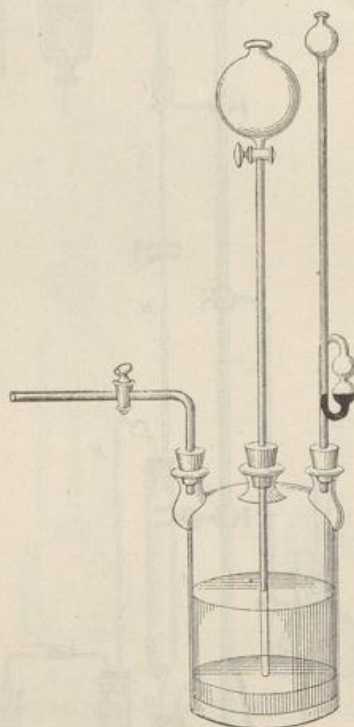


Fig. 258.

Apparat für Gasentwicklung aus zwei Flüssigkeiten.

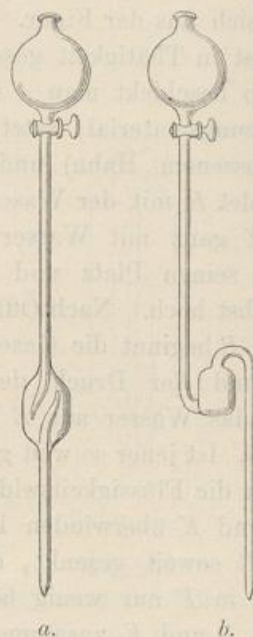


Fig. 259.

Wenn Gase durch Mischen zweier Flüssigkeiten entwickelt werden sollen, so benutzt man dazu mit Vorteil einen von JOH. THIELE* konstruierten Apparat, den man sich leicht aus einer Woulfe'schen Flasche, einem langen Hahntrichterrohr und einem Sicherheitsrohr zusammenstellen kann (Fig. 258). Auf dem Boden der Flasche wird eine Schicht Quecksilber gebracht und darauf die eine Flüssigkeit gegossen. Die andere Flüssigkeit bringt man in das Trichterrohr. Soll die Gasentwicklung beginnen, so braucht man nur den Hahn im Gasableitungs-

* *Liebigs Annalen*, Bd. 253, S. 242. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 628.

rohr zu öffnen, worauf durch Eindringen der oberen Flüssigkeit durch das Quecksilber die Reaktion erfolgt. Schließt man den Gasableitungshahn, so wird durch den Gasdruck im Innern der Flasche das Quecksilber in das Trichterrohr ein Stück in die Höhe gedrückt und beide Flüssigkeiten sind voneinander getrennt. Das Sicherheitsrohr, in welches etwas Quecksilber gegossen ist, ist deshalb angebracht, damit nach Abstellung der Gasentwicklung bei etwa zu großem inneren Gasdruck keine Flüssigkeit durch das Trichterrohr hinausgeschleudert werden kann. Man kann den Hahn dieses letztgenannten Rohrs ganz schließen, weil das überschüssige Gas durch das Sicherheitsrohr entweicht.

Um den Bedarf an Quecksilber zu vermindern, kann man Trichter-röhren von der Form Figur 259 *a* oder *b* anwenden. Bei *a* besteht das Rohr aus zwei Stücken, welche so in eine Glaskugel eingeschmolzen sind, daß das obere Rohr beinahe den Boden der Kugel erreicht, während das untere in den obersten Teil derselben hineinragt. Das unterste Ausfluß-ende des letzteren ist zu einer Spitze ausgezogen. Das Quecksilber, welches die beiden Flüssigkeiten trennt, wird durch das obere Rohr, welches 25 cm Länge hat, in die Kugel gegossen. Dieses Rohr muß so eng sein, daß es durch eine Schicht von höchstens 1 cm Quecksilber nach dem Aufdrücken desselben ganz gefüllt wird. — Noch bequemer ist die in Figur 259 *b* abgebildete Röhre. Das Quecksilber wird auch hier in die Kugel gegossen. Der obere Teil des Rohrs muß so mit der Kugel verbunden sein, daß er vor dem Eintritt in dieselbe keine Biegung nach unten macht, damit die Flüssigkeit bei ihrem Eintritt in die Kugel keinen unnötig hohen Quecksilberdruck zu überwinden hat.

Dieser Apparat läßt sich zur kontinuierlichen Entwicklung von Chlorwasserstoffgas und schwefliger Säure benutzen. Im ersteren Falle bringt man in die Flasche konzentrierte wässrige Salzsäure, im letzteren eine konzentrierte Lösung von Natriumdisulfit und füllt in beiden Fällen die Kugel mit konzentrierter Schwefelsäure.

Ein sehr einfacher kleiner Apparat für kontinuierliche Gas-entwicklung, welchen man sich leicht selbst zusammenstellen kann, ist nach BURGEMEISTER* in Figur 260 abgebildet. Ein Lampencylinder wird oben und unten mit durchbohrten Korken verschlossen, die mit Röhren versehen sind; der obere Kork trägt das Hahnrohr zur Ableitung des Gases, der untere ein kurzes Rohr *a* und ein langes nach oben gebogenes Rohr *b*. Die verbrauchte spezifisch schwerere Flüssigkeit sinkt durch *a*

* *Zeitschrift für analytische Chemie*, Bd. 28, S. 676. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, 1, S. 626.

stetig nach unten, und neue Flüssigkeit fließt durch *b* nach, bis sie ganz erschöpft ist.

Auch bei dem in Figur 261 dargestellten Apparat von SEIDLER* fließt die Lauge kontinuierlich ab. Er ist besonders zur Entwicklung von Kohlensäure bestimmt. Das Rohr *A* wird bis *a* mit Marmor gefüllt. *F* ist das Gasableitungsrohr. In dem oberen Tubus steckt ein mit Salzsäure zu füllender Ballon *B* mit dem Hahn *D*. Durch das gebogene Rohr *H* fließt die verbrauchte Lauge ab. Man füllt bei Beginn des Versuches den Cylinder *A* mit einer gesättigten Chlorcalciumlösung, bis die

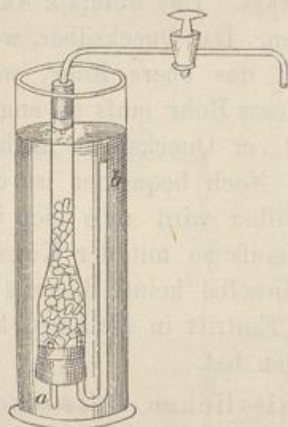


Fig. 260. Apparat für kontinuierliche Gasentwicklung nach BURGEMEISTER.

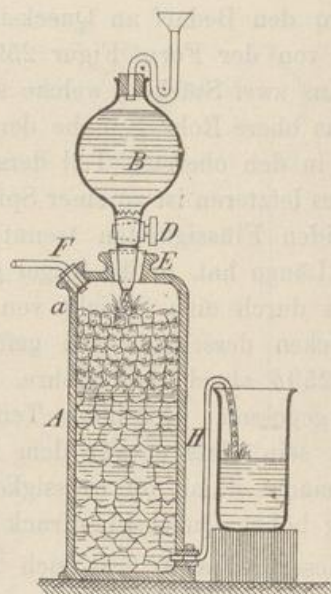


Fig. 261. Apparat für kontinuierliche Gasentwicklung nach SEIDLER.

selbe aus *H* abzufließen beginnt, und öffnet dann *D* nach Bedarf. Der Apparat kann auch zur Entwicklung von Wasserstoff und Schwefelwasserstoff dienen.

Der Gasentwicklungsapparat von GALLENKAMP** ist sehr einfach herzustellen. *C* (Fig. 262) ist ein Chlorcalciumturm, der oben mit Hahntrichter *S* und Gasabführungsrohr *h* und unten mit einer Abflavorrichtung für die gesättigte Säure versehen ist. Die Flüssigkeit fließt nur tropfenweise aus *S* auf das Gasentwicklungsmaterial, und ebenso fließt die

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 22, S. 529. — Chem. Centr.-Blatt 1884, S. 98.

** Chemiker-Zeitung, Bd. 17, S. 1452. — Chem. Centr.-Blatt 1893, II, S. 897.

gesättigte Säure durch den Hahn *H* nur in einzelnen Tropfen ab, was sich genau regulieren läßt. Je nachdem ein größerer oder geringerer Druck im Innern zu überwinden ist, steigt oder fällt die Säure in dem Rohr *M*. Man reguliert so, daß die Höhe der Flüssigkeit in *M* konstant wird. Der Säureverbrauch ist ein geringer und dieselbe wird vollständig ausgenützt. Die Schmutzteilechen sammeln sich auf dem Boden des unteren Teiles *O* an und können nicht in das Rohr *H* gelangen und die Kapillare verstopfen.

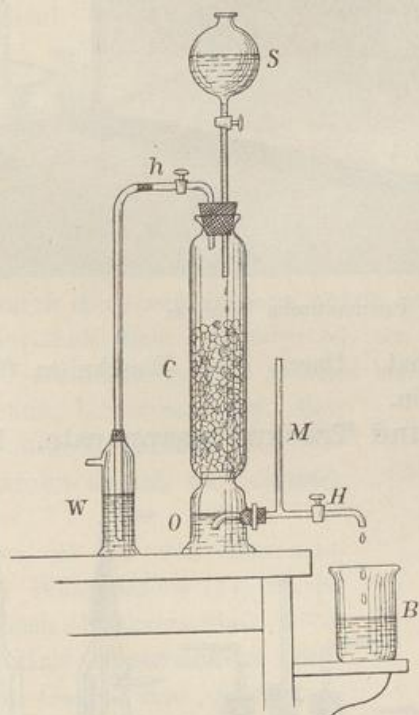


Fig. 262. Gasentwicklungsapparat von GALLENKAMP.

3. Pneumatische Wanne. Sie ist zum Auffangen der Gase bestimmt und wird am besten im Experimentiertisch selbst angebracht (s. oben Seite 14 Fig. 6 u. 7). Wo dies nicht der Fall ist, benutzt man eine transportable Wanne aus Blech oder Glas (Fig. 263), deren Einrichtung übrigens ganz mit der im Tisch anzubringenden übereinstimmt. Auch größere Schalen (Krystallisationsschalen aus Glas), oder Näpfe (Schüsseln) von genügender Tiefe können als pneumatische Wanne benutzt werden, wenn man für die zum Gasaufsaugen bestimmten Gläser (Fig. 264) eine geeignete Unterlage in das Wasser bringt. In der Figur sind davon zweierlei abgebildet: der eine Cylinder steht auf einem cylindrischen, an der einen

Seite ausgeschnittenen Holzklotz, der mit Blei ausgegossen ist, der andere auf einem kugelschalig geformten Thonscherben, der gleichfalls einen seit-

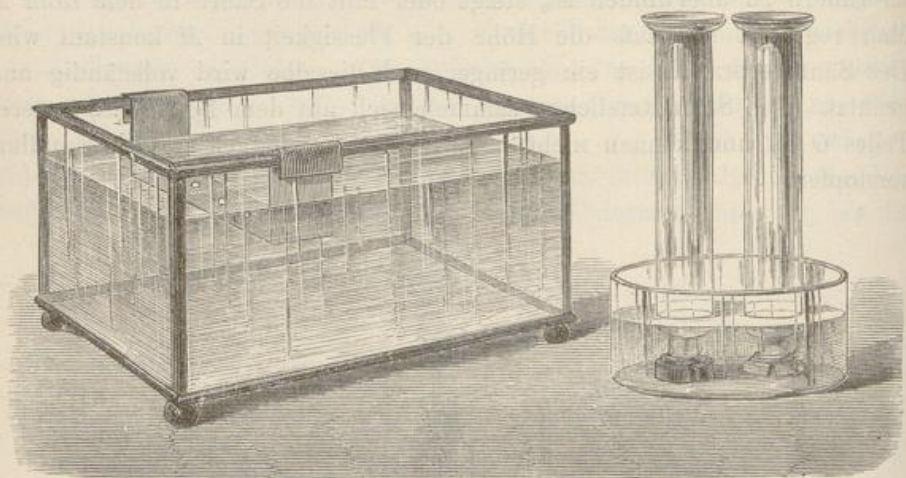


Fig. 263. Pneumatische Wannen.

Fig. 264.

lichen Einschnitt hat. Durch diese Einschnitte führt man das Gasentwickelungsrohr ein.

4. Wasch- und Trocknungsapparate. Meistens müssen die

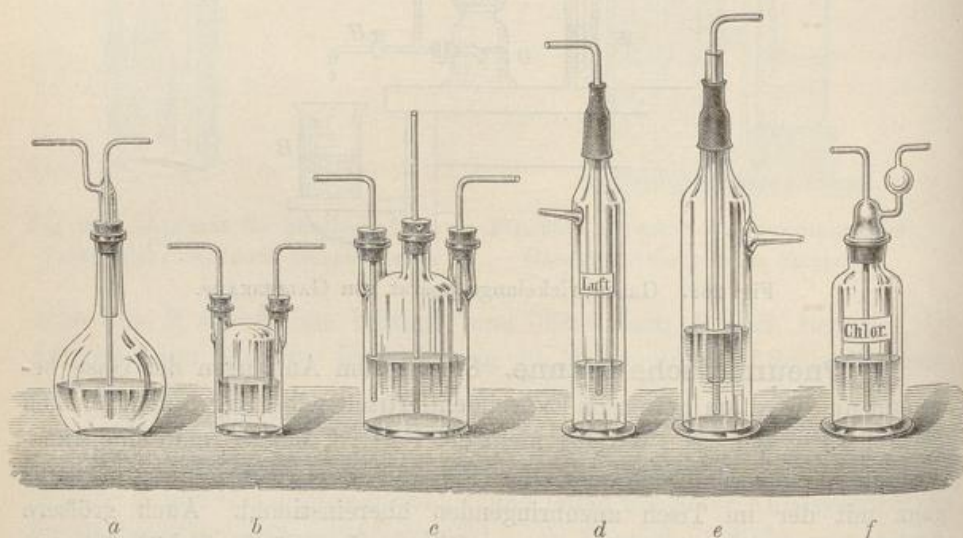


Fig. 265. Waschflaschen.

Gase, mit denen man arbeiten will, vor der Benutzung gereinigt und getrocknet werden. Hierzu dienen Waschflaschen und Absorptionsröhren (-Türme).

Als Waschflasche kann man jede beliebige Flasche benutzen, indem man ihren Stöpsel doppelt durchbohrt und zwei rechtwinklig gebogene Glasröhren einsetzt, von denen die eine bis fast auf den Boden der Waschflasche geht, während die andere dicht unter dem Korke endigt. Eine einfache Durchbohrung genügt bei Anwendung eines Rohrs wie Figur 265a. Häufig benutzt man zu dem genannten Zwecke auch doppelt tubulierte (b) und Woulfe'sche Flaschen (c), durch deren mittleren Tubus man dann noch eine beiderseits offene lange Glasröhre einsetzen kann, die als Sicherheitsrohr dient. Bequem zu handhaben ist die BUNSEN'sche Waschflasche (d und e), welche keinen Stöpselverschluss nötig macht; die obere Öffnung wird durch eine passende Kautschukallonge mit dem Gaszuleitungsrohre verbunden, und die seitliche Gasableitungsröhre verbindet man direkt mit dem Kautschukschlauche. Diese Flaschen werden von den Glashütten nicht selten in unpassender Form geliefert. Man achte darauf, daß die seitliche Röhre nicht zu weit ist, so daß man selbst enge Kautschukschläuche noch bequem darüber schieben kann. Nach BUNSEN's Angaben soll man durch die obere Öffnung zuerst ein weiteres Glasrohr einführen, durch Kautschuk dicht verbinden (e), um dann in dieses das entsprechend engere Gaszuführungsrohr, welches bis fast auf den Boden der Flasche reichen muß, hineinzustecken. Man übersieht leicht, daß diese Einrichtung die Wirkung eines Sicherheitsrohrs ausübt, was mitunter von Nutzen sein kann.

Noch vorteilhafter ist die von DRECHSEL empfohlene Form der Waschflasche (f), welche weder Kautschuk- noch Korkverschluss nötig macht. Die in den Hals eingeschliffene Glas- kappe, in welche die Gaszu- und -ableitungs- röhre eingeschmolzen ist, ist jederzeit leicht zu lüften und die Waschflüssigkeit bequem zu erneuern.

Alle diese Waschflaschen, bei denen das Gas durch eine gewöhnliche enge Glasröhre eingeleitet wird, leiden an dem Übelstand, daß sie der Waschflüssigkeit unter Umständen gestatten, in das Gasentwickelungsgefäß zurückzusteigen, wodurch sehr unliebsame Störungen des Versuchs oder noch andere Zufälle herbeigeführt werden können. Dieser Fall tritt namentlich ein, wenn das Gas in Kolben durch Wärme entwickelt wird, wo dann durch zufällige rasche Abkühlung, selbst bei Anwendung eines Sicherheitsrohrs, das

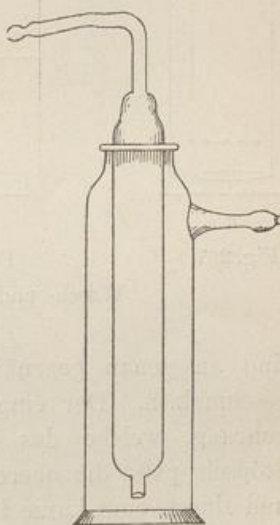


Fig. 266. Waschflasche nach HABERMANN.

Zurücksteigen in der Waschflasche dennoch geschehen kann. Dieser Übelstand wird nach HABERMANN* durch Erweiterung des Gaseinführungsrohrs beseitigt. Die Flasche erhält dann die in Figur 266 abgebildete Form. Die innere Röhre, welche in den Hals eingeschliffen ist, muß so weit sein, daß sie die ganze Waschflüssigkeit aufnehmen kann, ohne mehr als bis zur Hälfte damit gefüllt zu sein. Hierauf ist beim Abmessen der Waschflüssigkeit zu achten.

Andere Formen von Wasch- bzw. Trockenflaschen nach POLLAK und WILDE** sind in Figur 267—271 abgebildet. In den weiten Hals

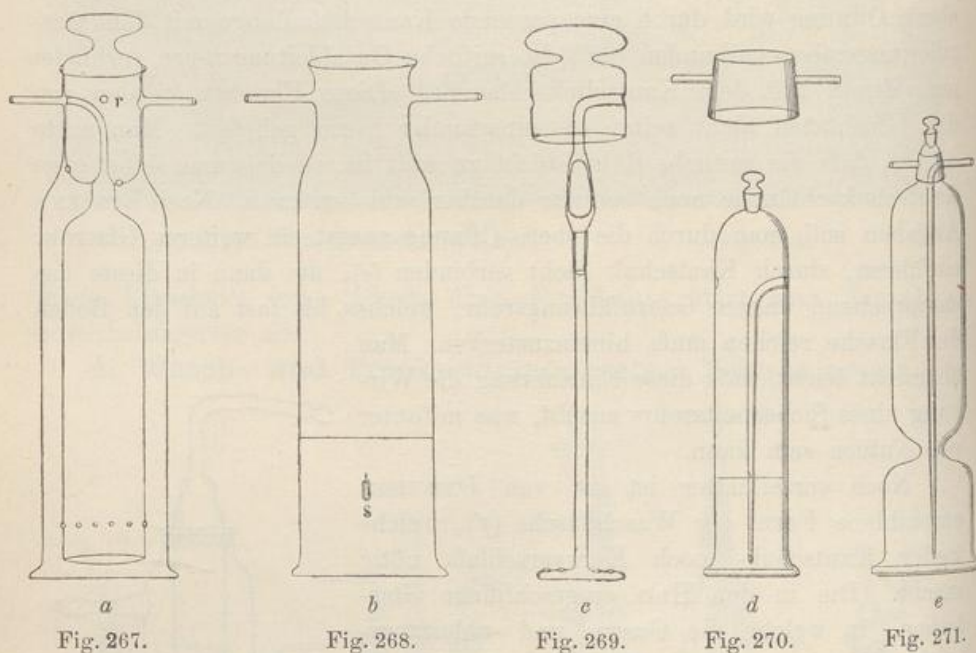


Fig. 267.

Fig. 268.

Fig. 269.

Fig. 270.

Fig. 271.

Wasch- und Trockenflaschen nach POLLAK und WILDE.

sind an genau gegenüberliegenden Punkten zwei kurze Glasröhren angeschmolzen. Der eingeschliffene Stöpsel hat eine rechtwinklige Durchbohrung, welche das Waschrohr trägt. Bei richtiger Stellung dieses Stöpsels paßt die obere Öffnung genau auf die der seitlichen Ansatzröhren, und durch eine kurze Drehung desselben kann Verschluss bewirkt werden. Das Waschrohr ist, um ein Zurücksteigen der Waschflüssigkeit zu verhüten, entweder wie bei Figur 267 seiner ganzen Länge nach erweitert,

* *Chem. Centr.-Blatt* 1884, S. 881.

** *Chemiker-Zeitung*, Bd. 11, S. 1317. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 123 und 1889, II, S. 63.

oder wie bei Figur 269 mit einem Rückschlagventil versehen. Durch seine Öffnungen nahe am unteren Ende des Waschrohrs wird das Gas gleichmäßig in der Flüssigkeit verteilt. Bei Figur 267 hat der Stöpsel noch eine Querbohrung *r*, welche, wenn sie mit den Ansatzröhren kommuniziert, dem Gas direkten Durchgang gestattet.

Die Figuren 270 und 271 weisen zunächst die Verbesserung auf, daß die Kappe, welche die Ansatzröhren trägt, nicht durch Innen-, sondern durch Außenschliff mit der Flasche verbunden ist und sich deshalb weniger leicht festsetzen kann. Ferner erleiden diese Kappen, wie sich leicht

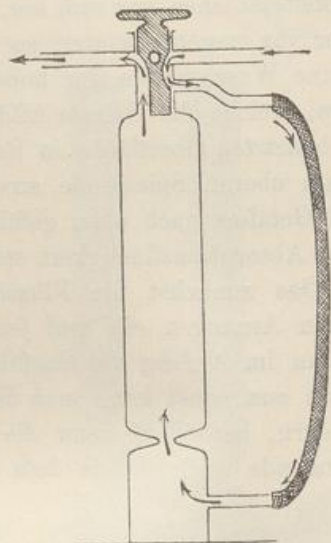


Fig. 272. Gaswaschflasche
von KALESS.



Fig. 273. Waschflasche
von WALTER.

übersehen läßt, von innen heraus keinen Gasdruck und können deshalb durch diesen nicht abgehoben werden. Soll eine Flasche, wie Figur 271 zum Waschen von Gasen dienen, so kann der untere Teil mit Waschflüssigkeit und der obere mit Glasperlen beschickt werden.

Die Gaswaschflasche von KALESS* (Fig. 272) ist mit einem Stöpsel versehen, der sowohl Ein- und Ausschaltung, als auch Abschluß der Leitung zuläßt. Das Gas geht in der durch die Pfeile angegebenen Richtung durch das Medium. Dreht man den Stöpsel um 90° , so geht das Gas direkt durch die Bohrung des Stöpsels, ohne das Waschmittel zu berühren. Eine weitere Drehung um 45° bewirkt gänzlichen Abschluß.

Die Waschflasche von WALTER** soll die Berührung der durch-

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 22, S. 581. — *Chem. Centr.-Blatt* 1898, II, S. 595.

** *Journal für prakt. Chemie*, Bd. 55, S. 507. — *Chem. Centr.-Blatt* 1897, II, S. 821.

tretenden Gasblasen mit der Waschflüssigkeit möglichst verlängern. Das Gaszuführungsrohr reicht, wie Figur 273 zeigt, bis auf den Boden der Flasche, wo es verengt und nach aufwärts gebogen ist. Die Mündung befindet sich unter einer kleinen Glocke, die das Ende einer Glasspirale bildet, welche das Gaszuleitungsrohr umgiebt und an diesem befestigt ist. Die Waschflüssigkeit kann bis über das obere offene Ende der Spirale reichen, oder es braucht auch nur soviel angefüllt zu sein, das etwa $\frac{1}{4}$ der Anzahl der Windungen noch darüber hinausragt. Die Gasblasen, welche unter der kleinen Glocke austreten, gelangen in die Spirale und jede Blase schiebt in dieser ein Flüssigkeitssäulchen vor sich her, welches die innere Spiralwandung immer wieder von neuem benetzt, so daß das Gas auf diesem langen Wege — für eine Waschflasche der hohen Form von etwa 30 cm Höhe ist die Glasröhre, welche die Spirale bildet, circa 90 cm lang — mit einer sehr großen benetzten Oberfläche in Berührung kommt. Gas und Flüssigkeit treten am oberen Spiralende aus; indem die Flüssigkeit immer vom Boden des Gefäßes nach oben geführt wird, findet eine fortwährende Cirkulation der Absorptionsflüssigkeit statt. Bei Beginn des Einleitens verdrängt das Gas zunächst die Flüssigkeit in einigen Spiralwindungen, dann tritt ein Ansaugen ein und jede Blase nimmt Flüssigkeit mit sich. Öffnet man im Anfang die Gasführung zu rasch, so treten ein paar Blasen daneben aus, sonst kann man die Stärke des Stroms in weiteren Grenzen verändern, besonders wenn die Waschflüssigkeit bis nahe an das obere Spiralende reicht, ohne daß ein Versagen eintritt.

Die Waschflaschen werden je nach Bedarf mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllt: häufig bloß mit Wasser, wenn sie mechanische Beimengungen zurückhalten oder Dämpfe kondensieren, mit Schwefelsäure, wenn sie das Gas zugleich trocknen, mit alkalischen Flüssigkeiten, wenn sie saure Gase oder Chlor zurückhalten sollen etc. Hierüber sind bei den einzelnen Versuchen nähere Angaben gemacht. Man hat ein für allemal mehrere Waschflaschen: eine für Chlor, eine für Luft, Kohlensäure, Wasserstoff und andere indifferente Gase, eine für Salzsäuregas (alle drei sind mit Schwefelsäure gefüllt); ferner eine mit Kalilauge zur Absorption von Kohlensäure und außerdem noch eine oder zwei ungefüllte für besondere Fälle. Die Bestimmung der Waschflaschen wird auf einer angeklebten Etikette bezeichnet.

Die Absorptionsröhren sind weite, in der Regel U-förmig gebogene Röhren mit Stativ (Fig. 274). Sie werden je nach Bedarf mit Chlorcalcium, festem Kalihydrat oder Bimssteinstücken gefüllt, welche man

mit geeigneten Flüssigkeiten tränkt. Sie gewähren den Waschflaschen gegenüber den Vorteil, daß durch ihre Einschaltung der Druck, den das Gas zu überwinden hat, nur sehr unbedeutend vermehrt wird; außerdem hält sich das Gas, namentlich dann, wenn die Röhren sehr weit sind, längere Zeit in diesen auf und kommt in viel innigere Berührung mit den absorbierenden Substanzen als bei den Waschflaschen, und deshalb erfüllen sie ihren Zweck mit größerer Sicherheit. Außerdem liefern sie einen

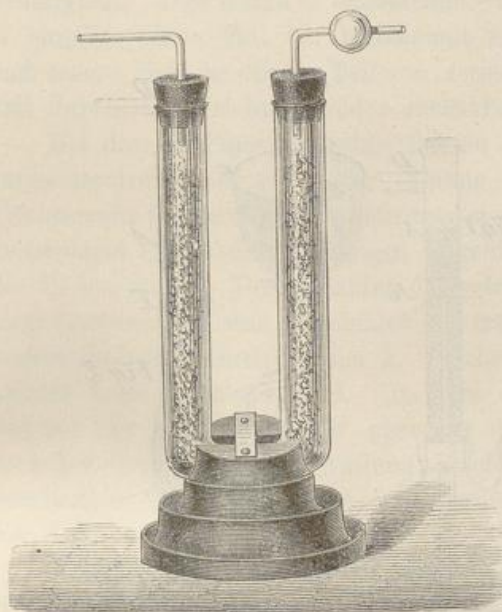


Fig. 274. Absorptionsröhre.

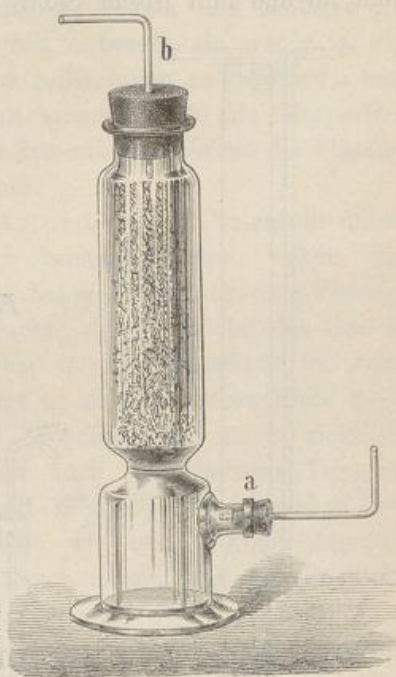


Fig. 275. Absorptionsturm.

konstanten Gasstrom, während die Waschflaschen das Gas nur in einzelnen Blasen hindurchlassen.

Statt dieser U-Röhren sind Trockenröhren (Absorptionstürme) von der Form Figur 275 sehr in Gebrauch gekommen. Die absorbierende Substanz füllt hier nur den oberen längeren Teil und ist durch ein Sieb von Porzellan oder Hartgummi vor dem Herabfallen geschützt. Das Gas wird in der Regel durch *a* eingeleitet. Sie haben den Vorzug, daß die Flüssigkeit, welche durch Absorption entstehen kann (z. B. beim Trocknen mit schwefelsäuregetränktem Bimsstein oder Chlorcalcium), in den unteren Raum herabfließt und so den Gasstrom nicht hemmt, während sich solche in den U-Röhren in der Biegung ansammelt und einen hydraulischen Verschluss verursacht, der erst durch den Gasdruck geöffnet werden muß.

Ein Trockenrohr nach HARCOURT* ist in Figur 276 abgebildet. Eine sogenannte GAY-LUSSAC'sche Bürette wird an ihrem weiteren Rohr mit einer Einschnürung versehen. Darauf legt man ein größeres Stück Bimsstein und darüber kleinere Stücke, die man mit konzentrierter Schwefelsäure übergießt. Das engere Rohr dient zum Einleiten des Gases. Wenn das Volumen der Schwefelsäure sich durch Aufnahme von Wasser beträchtlich vermehrt hat, gießt man die Säure durch das engere Rohr ab und füllt frische Säure durch das weite Rohr zu.

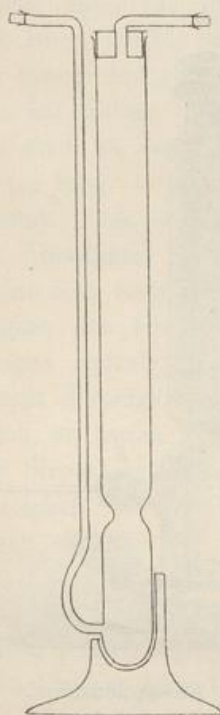


Fig. 276.

Trockenrohr nach HARCOURT.

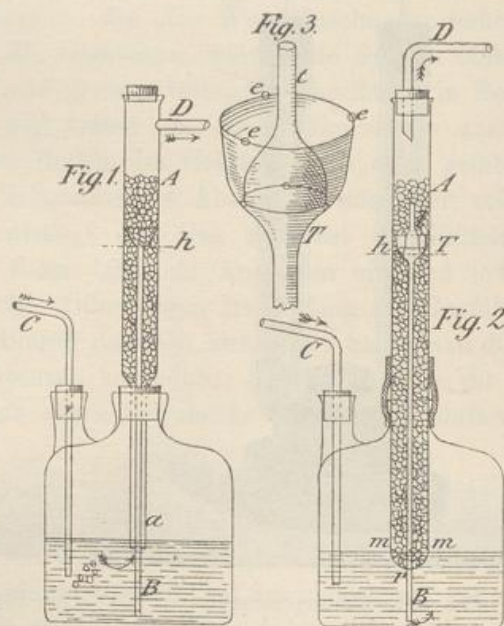


Fig. 277.

Absorptionsflaschen nach WALTER.

Fig. 278.

Sehr wirkungsvolle Wasch- und Trockenapparate für Gase mittels Flüssigkeiten erhält man, wenn man das Gas durch Röhren streichen läßt, die mit Glasperlen gefüllt und von der absorbierenden Flüssigkeit benetzt sind. Solche sind nach WALTER** in Figur 277 und 278 abgebildet. Die Waschflasche hat außer ihrer mittleren Öffnung noch einen seitlichen Tubus. In letzteren ist das Gaseinleitungsrohr *C* eingesetzt, welches bis in die Flüssigkeit reicht, und in der mittleren Öffnung

* *Chem. News*, Bd. 78, S. 156. — *Chem. Centr.-Blatt* 1898, II, S. 953.

** *Dinglers Polyt. Journal*, Bd. 251, S. 368. — *Chem. Centr.-Blatt* 1884, S. 369.

durch Kork ein weiteres, nach unten verjüngtes Rohr Aa befestigt, welches oben bei D mit einem seitlich angelöteten Gasableitungsrohr D versehen ist. Außerdem ist noch ein Trichterrohr B in die Röhre Aa eingeführt. Um diese mit Glasperlen zu füllen, wird das Rohr B zuerst nur soweit eingesteckt, daß der Trichter noch ein Stück über die obere Mündung von A hervorragt, während das untere Ende schon in den engeren Teil a hineinragt. In dieser Lage füllt man A mit Glasperlen durch Einschütten bis zur Höhe h , schiebt dann das Trichterrohr herab, und schüttet die übrigen Perlen auf. Das untere Ende von a taucht ein wenig in die Flüssigkeit. Das durch C eintretende Gas reißt, wenn es zwischen a und B eintritt, einen Teil der Flüssigkeit mit empor, bis in die Glasperlen, und trennt sich im oberen Teil von A von demselben, während die Flüssigkeit durch den Trichter wieder zurückläuft.

Bei dem in Figur 278 abgebildeten Apparat ist das Perlenrohr unten zugeschmolzen und mit einer Öffnung r versehen, durch welche das Trichterrohr hindurchgeht; außerdem sind bei m dicht unter dem Flüssigkeitsspiegel vier kleine Öffnungen angebracht, durch welche das Gas in die Röhre steigt. Der Trichter T , welcher in der Nebenfigur in etwas vergrößertem Maßstab abgebildet ist, trägt an seinem oberen Ende 3—4 angeschmolzene Glaströpfchen e , welche bewirken, daß er in richtiger axialer Lage erhalten wird. In ihm ist noch ein kleinerer Trichter, welcher an seinem Rande ebenfalls mit Glaströpfchen versehen ist, verkehrt eingesetzt; die Füllung geschieht, wie beim vorigen Apparat beschrieben ist, zuerst bis h , und dann nach Einsenkung des Trichters bis A .

Je nach dem Druck des zu waschenden Gases müssen die Absorptionsröhren mehr oder weniger tief in den Flüssigkeitsspiegel eingesenkt oder von demselben entfernt werden.

Absorptionsrohr zum Trocknen, Reinigen und Absorbieren von Gasen und Dämpfen. Nach C. HENSGEN.* Dieser Apparat (Fig. 279) ist geeignet, wenn es sich darum handelt, größere Mengen Gas zu trocknen oder zu reinigen, ohne daß die Absorptionsflüssigkeit geschwächt wird. Das Gas tritt durch das Rohr E ein, durchströmt von unten nach oben das Absorptionsrohr R , geht durch das Verbindungsstück V nach dem Abzugsrohr O und tritt bei A aus. A liegt in derselben Höhe wie E . Der Scheidetrichter F enthält die Absorptionsflüssigkeit, deren Abfluß durch einen Hahn reguliert werden kann, und steht mittels der Röhren V^1 , T , V mit dem Innenraume von R in Verbindung,

* *Recueil des travaux chimiques des Pays-bas*, Tom. 9 p. 305. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, I, S. 1025.

wodurch die Luft in *R* und *F* immer unter gleichem Drucke steht. Die erschöpfte Absorptionsflüssigkeit sammelt sich in *S*, von wo aus sie durch

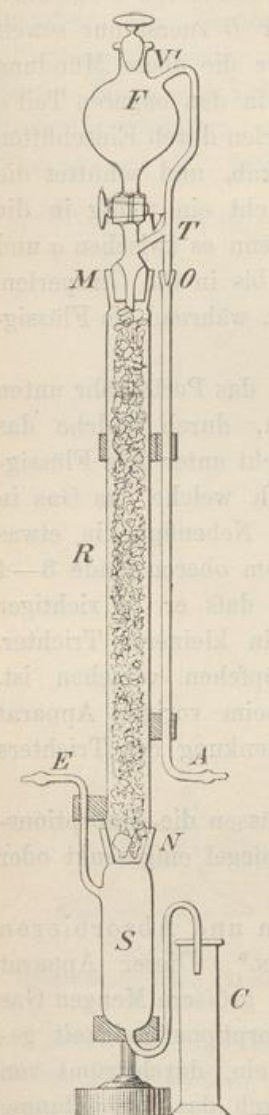


Fig. 279. Absorptionsapparat nach HENSGEN.

ein schwanenhalsförmig gebogenes Rohr in das Gefäß *C* abläuft. Wenn das Gas zu Versuchen verwandt wird, bei denen es unter einem größeren Drucke steht, als der Flüssigkeitshöhe im Abflußrohre entspricht, so taucht man letzteres tief genug in Quecksilber ein. Die Absorptionsröhre wird mit groben Scherben eines nicht zu dünnen Glases gefüllt, wobei man Sorge zu tragen hat, daß dieselben sich stellenweise nicht zu dicht aneinanderlegen und überall genügenden Raum zwischen sich lassen. Sie wirken dann besser als Glasperlen. Der Apparat läßt sich in 3 Stücke *R*, *F* und *S* zerlegen, wodurch seine Reinigung erleichtert wird. Was die Größe anbetrifft, so braucht für nicht zu große Mengen eines schwachen Gasstroms das Rohr *R* nur 3 cm weit und 20 cm lang zu sein; für größere Mengen eines starken Gasstroms ein Rohr von 40 cm Länge, die übrigen Teile im Verhältniß.

5. Prüfung der Gasentwickelungsapparate.

Bei einer jeden Gasentwicklung muß man, bevor man dieselbe einleitet, den ganzen Apparat zusammengestellt haben (z. B. wie in Fig. 280). Ist das geschehen, so prüft man auf Dichtheit der Verbindungen, indem man in das letzte, nach *E* führende Kautschukrohr Luft hineinbläst, bis aus der Kugel der Sicherheitsröhre Luft austritt. Hierauf verschließt man das Kautschukrohr fest durch Pressen mit den Fingern oder mittels eines Quetschhahns und beobachtet, ob der Stand im Sicherheitsrohr eine genügende Zeitlang unverändert bleibt. Sollte dies nicht der Fall sein, so prüft man in derselben Weise bei dem Rohre zwischen *C* und *D*, dann zwischen *B* und *C* und zuletzt, wenn nötig, noch zwischen *A* und *B*, bis man die Stelle der Undichtheit aufgefunden hat. Dies ist mitunter gar nicht so leicht, weil die Ursache eine verschiedene sein kann. Entweder können die Kautschukschläuche selbst undicht sein: man prüft sie deshalb einzeln in der oben auf S. 175 angegebenen Weise. Oder die Korke halten nicht

dicht: man gießt, um sich davon zu überzeugen, mit der Spritzflasche Wasser auf und sieht zu, ob beim Hineinblasen Luftbläschen durchkommen. Ferner kann es vorkommen, daß ein Kautschukschlauch dicht an der Glasröhre einen Riß bekommen hat, was nicht selten während des Aufschiebens geschieht, oder daß er durch Zerstörung seiner inneren Wand, wie ebenfalls oben (S. 175) erwähnt, das Glasrohr nicht allseitig dicht berührt. Ist die Undichtheit nur unbedeutend, so läßt sie sich in der Regel durch Auftragen von etwas Wachs, Paraffin oder Mehlkleister beseitigen, was meistens genügen wird, wenn die Gasentwicklung nur eine kurze Zeitlang fortgesetzt werden soll. Doch ist es wohl immer richtiger, daß man die Mühe nicht scheut, den schadhaften Teil durch einen neuen

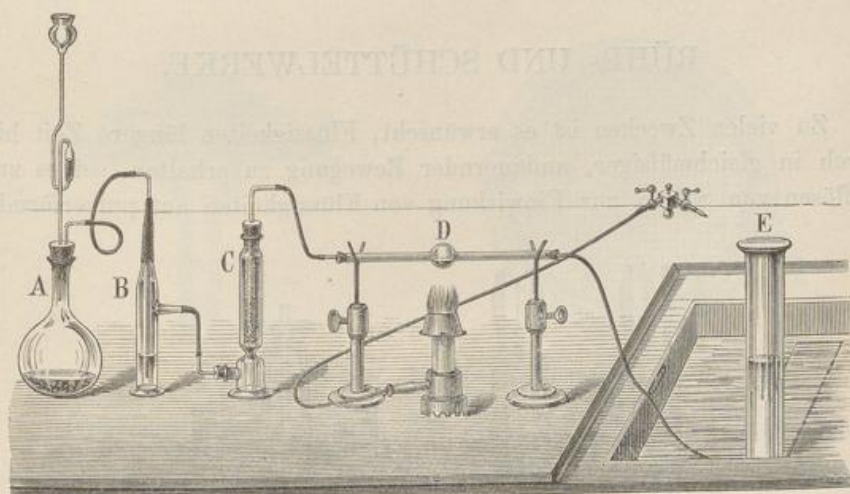


Fig. 280. Prüfung eines Gasentwicklungsapparats.

zu ersetzen, da man nie wissen kann, wie weit sich der Übelstand während der Gasentwicklung vergrößern wird und ob er nicht vielleicht den ganzen Versuch zum Scheitern bringen kann. Hier ist scheinbarer Zeitverlust bei der Zusammenstellung des Apparats gar häufig reeller Zeitgewinn, abgesehen von all den Unannehmlichkeiten und Gefahren, denen man ausgesetzt ist, und ganz besonders, wenn man mit gesundheitswidrigen oder explosiven Gasen arbeitet und nicht im Besitze eines Abzugs und eines gut ventilierten Experimentiertisches ist. In diesem Falle muß man natürlich die Gasentwicklung auf dem Experimentiertische vornehmen und die abziehenden, überschüssigen Gase, damit sie sich nicht im Zimmer verbreiten, absorbieren lassen, was an sich zwar mißlich ist, aber bei gehöriger Vorsicht und Geschicklichkeit keine übeln Folgen haben kann. Sind indessen in einem solchen Falle die Apparate undicht, ohne daß

man dies vorher durch sorgfältige Prüfung bemerkt hat, so kommt man leicht in die Gefahr, daß man bei Dichtungsversuchen während der Gasentwicklung irgend ein Glasrohr zerbricht oder einen Kautschukschlauch unbemerkt zusammendrückt oder einknickt und dadurch vielleicht sogar eine Explosion veranlaßt u. dergl. mehr. Fälle dieser Art sind selbst bei den anscheinend gefahrlosesten Versuchen denkbar und häufig genug vorgekommen. Daher ist es dringend anzuempfehlen, sich bei jeder Gasentwicklung stets zuvor von der Zuverlässigkeit des Apparats zu überzeugen.

RÜHR- UND SCHÜTTELWERKE.

Zu vielen Zwecken ist es erwünscht, Flüssigkeiten längere Zeit hindurch in gleichmäßiger, andauernder Bewegung zu erhalten, sei es zum Auflösen von Salzen, zur Einwirkung von Flüssigkeiten auf pulverförmige

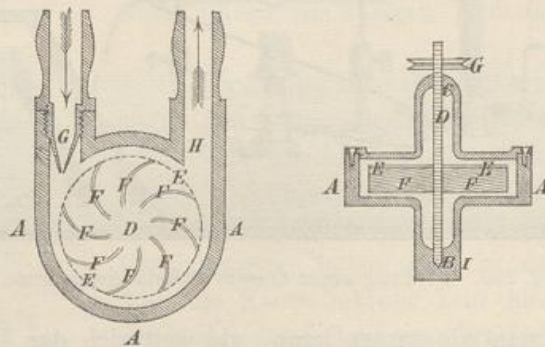


Fig. 281. Turbine nach RABE. Fig. 282.

Körper, die darin suspendiert sind, zur Reinigung des Quecksilbers u. dergl. Zu diesem Zwecke hat man verschiedene Rühr- und Schüttelwerke, die durch geeignete Wasser-, Heißluft- oder Elektromotoren in Bewegung gesetzt werden.

Motoren. Am gebräuchlichsten sind die Wassermotoren, die von dem Strome der Wasserleitung ihren Antrieb erhalten.

Die RABE'sche Turbine ist in Figur 281 im Querschnitt und in Figur 282 im senkrechten Längsschnitt dargestellt. Sie besteht aus einem gußeisernen Gehäuse *A*, in welchem in den Lagern *B* und *C* eine Achse *D* mit einem messingenen Schaufelrad *E* läuft. Die Schaufeln desselben sind

gekrümmt. Das Wasser tritt durch die Röhre *G* ein, spritzt kräftig gegen die Schaufeln und läuft durch *H* wieder ab. Man kann die Turbine, wenn sie nicht festgemacht ist, an dem Zapfen *I* mittelst einer Klemme auf einem beweglichen Stativ befestigen und ihr dabei die für die jeweilige Benutzung passendste Stellung geben. Mit der Wasserleitung ist das Rohr *G* durch einen Gummischlauch zu verbinden, welcher bei starker Belastung des Triebbrads *G* (Fig. 282) sehr starkwandig sein muß, damit er durch den Wasserdruck nicht aufgeblasen oder gesprengt wird. Besser ist es, das Wassereinströmröhr *G* (Fig. 281) gleich durch ein festes Metallrohr mit dem Hahn der Wasserleitung zu verbinden, der an der Säule *S* des Experimentiertisches (s. S. 14 Fig. 6 u. 7) befestigt ist, wodurch dann freilich die Beweglichkeit des Apparats wegfällt.

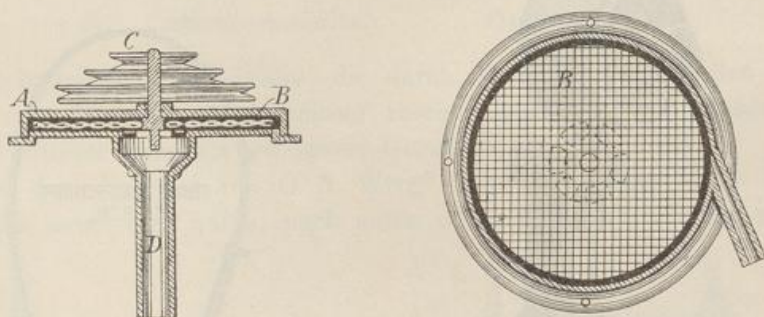


Fig. 283—284. Turbine von TRYLLER.

Eine andere Konstruktion, die Turbine von TRYLLER,* unterscheidet sich von der RABE'schen wesentlich dadurch, daß die Kraftentfaltung nicht durch den Stoß des Wassers gegen ein Schaufelrad, sondern durch Reibung desselben an einer Scheibe von Drahtnetz bewirkt wird (Fig. 283 und 284). Der Hohlraum der Dose *A* (Höhe 5 mm, Durchmesser 100 mm) wird fast vollständig von einer doppelten Lage gewöhnlichen Eisendrahtnetzes ausgefüllt, die auf der Welle *C* befestigt und mit dieser leicht drehbar ist. Das an der Peripherie tangential zuströmende Wasser muß, um das als Ausfluß dienende Rohr *D* zu erreichen, spiralförmige Bahnen beschreiben, bis es mehrere in der Nähe der Achse befindliche Öffnungen erreicht, die ihm den Durchtritt nach *D* gestatten. Der neue Apparat, den man mit Hilfe des Ablaufrohrs leicht befestigen kann, besitzt nach Angabe des Erfinders vor der RABE'schen Turbine folgende Vorzüge: gleichmäßiger und nahezu geräuschloser Gang, leichte Regulierbarkeit der Umlaufgeschwindigkeit, geringer Wasserverbrauch.

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 30, S. 1729. — *Chem. Centr.-Blatt* 1897, II, S. 457.

Eine Turbine neuester Konstruktion ist in Figur 285 abgebildet. Ihre innere Einrichtung ist aus der Figur zu ersehen. Zu ihr gehört ein schwerer eiserner Fuß, in welchen sie entweder, wie die Figur zeigt, in senkrechter oder auch in horizontaler Lage eingesetzt werden kann. In ihren Lagern ist sie mit starker Reibung drehbar, so daß sie leicht in jede beliebige Stellung gebracht werden kann. Die Drehungsachse des Turbinenrads ist sowohl nach der Vorder- als auch nach der Rückseite in einem stärkeren und einem schwächeren Zapfen verlängert. Von diesen wird die Bewegung vermittelt einer biegsamen Welle (Fig. 286), welche auf einem der Zapfen festzuschrauben ist, übertragen. Diese Welle,

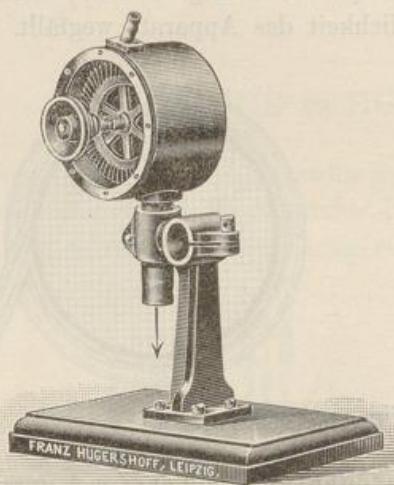


Fig. 285. Turbine neuester Konstruktion.



Fig. 286. Biegsame Welle.

welche einen Durchmesser von 4,5 mm und eine Länge von ca. 50 cm hat, besteht aus einem vierfachen, dünnen Stahldraht (Klavierdraht) als Seele, welcher von einem ebensolchen Draht ganz dicht spiralig umwunden ist. An ihren Enden hat sie zwei mit Schrauben versehene Hülsen, mit denen sie einerseits mit der Turbinenwelle und andererseits mit dem zu drehenden Apparat verbunden werden kann. Die Stellung der beiden Apparate kann wegen der Biegsamkeit der Welle beliebig geändert werden. Auch noch zu anderen Zwecken ist diese sehr praktische Kraftübertragung zu verwenden, z. B. zum Drehen einer Carborundumscheibe (Fig. 287), die man während der Drehung entweder mit der Hand führt, oder nach dem Einspannen in eine Klemme wie einen Schleifstein zum erfolgreichen Schärfen von Gerätschaften benutzt. — Diese Turbine wird in zwei Größen ausgeführt: a) kleines Modell, 130 mm Durchmesser, Wasserverbrauch bei

etwa 3 Atm. Druck ca. 5,5 Liter per Minute; b) großes Modell, mit ca. 7,5 Liter Wasserverbrauch.

Statt der Turbinen sind zum Treiben von Rühr- und Schüttelwerken, namentlich von größeren Exemplaren dieser Art, auch Heißluft- und Elektromotoren in Gebrauch, deren Beschreibung hier übergangen werden kann.

Rühr- und Schüttelwerke. Die Rührer werden mit dem Motor verbunden, wie Figur 287 zeigt. Die Stange derselben wird innerhalb



Fig. 287. Carborundumscheibe.

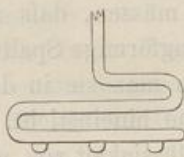


Fig. 288. Rührer.

einer cylindrischen Metallhülse, die durch eine Klemme gehalten wird, durch eine Schmierwelle in mäßig rasche Drehung versetzt. Als einfachster Rührer kann ein gebogener Glasstab (Fig. 288) dienen.

Bei dem Rührer von O. N. WITT* (Fig. 289) ist an einem festen Glasstabe unten eine hohle, nach unten offene Birne angeblasen, welche

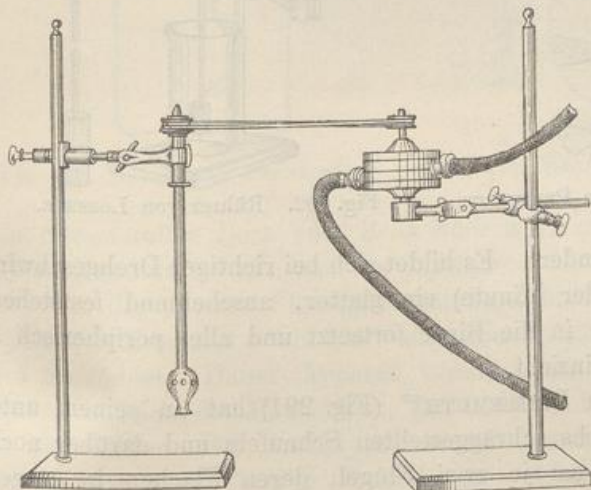


Fig. 289.

Rührer von O. N. WITT.



Fig. 290.

vier seitliche Löcher trägt. Die Birne bewegt sich drehend in der Flüssigkeit, die in einem untergesetzten Becherglase enthalten ist. Sie saugt durch ihre untere Öffnung Flüssigkeit empor und stößt sie infolge der Fliehkraft seitlich aus.

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 26, S. 1694.

Dieser Rührer bewährt sich, wenn es sich darum handelt, feste Körper in Flüssigkeiten dauernd suspendiert zu erhalten, oder schwerere Flüssigkeiten, die untersinken, mit leichteren zu emulgieren, nicht aber wenn leichtere, aufschwimmende Flüssigkeiten mit schwereren emulgiert werden sollen. Für solche Fälle ist die von WITT* empfohlene neue Form (Fig. 290) bestimmt. Die Glasbirne ist so an den Glasstab angesetzt, daß sie sich nach oben öffnet und zwischen ihrem oberen Rand und dem Stabe eine ringförmige Spalte läßt. Die Birne ist von vier Löchern durchbohrt, die so groß sein müssen, daß ihr gesamter Flächeninhalt dreimal so groß ist, als die ringförmige Spalte. Die Löcher können sehr leicht hergestellt werden, indem man sie in den fertigen Rührer mit Hilfe einer sehr spitzen Knallgasflamme hineinsticht. Die Thätigkeit dieses Rührers besteht darin, daß er die Flüssigkeit von oben nach unten einsaugt und das Aufgesogene

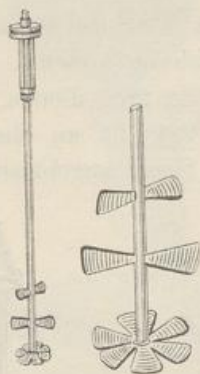


Fig. 291. Rührer von PRIESEMUTH.

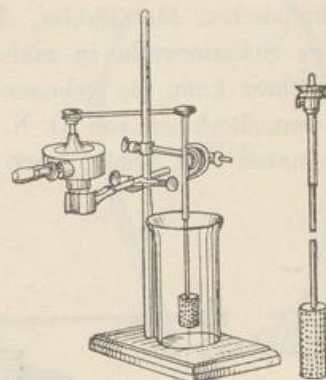


Fig. 292. Rührer von LOESNER.

radial wieder ausschleudert. Es bildet sich bei richtiger Drehgeschwindigkeit (500 Touren in der Minute) ein glatter, anscheinend feststehender Trichter, der sich bis in die Birne fortsetzt und alles peripherisch Aufsteigende in sich hineinzieht.

Der Rührer von PRIESEMUTH** (Fig. 291) hat an seinem unteren Ende ein Rad von sechs schräggestellten Schaufeln und darüber noch in Abständen von 5—6 cm je zwei Flügel, deren Flächen in entgegengesetzter Richtung zu den unteren stehen. Dadurch kommt eine bessere Mischung der Flüssigkeit zustande.

Der Rührer von LOESNER*** ist in Figur 292 dargestellt. Er besteht aus einer kleinen cylindrischen, am Mantel und Boden durchlöcherten

* *Die Chemische Industrie*, Bd. 22, S. 509. — *Chem. Centr.-Blatt* 1900, I, S. 1.

** *Chem. Centr.-Blatt* 1899, II, S. 577.

*** *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 249.

Schleudertrommel, welche an einem Stabe befestigt ist und durch die Turbine in Rotation versetzt wird. Der Rührer wird aus Metall oder aus Porzellan mit emailliertem Eisenstab hergestellt. An letzterem ist er entweder so befestigt, daß die Öffnung nach oben oder umgekehrt, daß die Öffnung nach unten gerichtet ist. Im ersteren Falle wird ein am Boden des Gefäßes liegender fester Körper oder Niederschlag emporgezogen, und bei löslichen Körpern die Lösung rasch bewirkt. Im anderen Falle wird eine aufschwimmende leichtere Schicht oder eine Flüssigkeit nach unten herabgewirbelt und mit der unteren Flüssigkeit gemischt.

Das letztere Resultat erreicht man auch durch den Rührer von FRANKENSTEIN* (Fig. 293). Dieser besteht aus einem gebogenen, mittelweiten, unten offenen Glasrohr, welches an den beiden Biegungspunkten

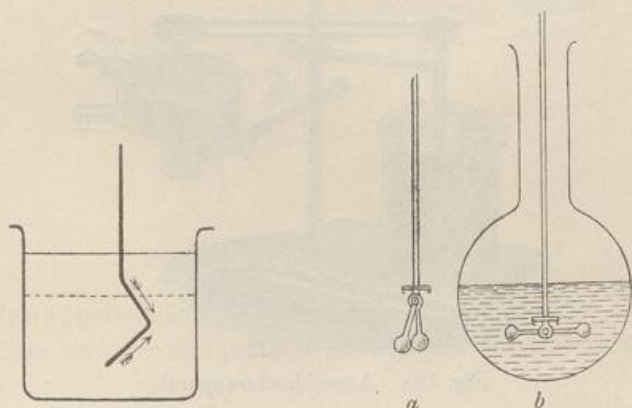


Fig. 293. Rührer von FRANKENSTEIN.

Fig. 294. Rührer von H. SCHULTZE.

je ein erbsengroßes Loch hat. Beim Rühren durch eine Turbine bewirkt die Centrifugalkraft, daß aus der mittleren Öffnung ein Gemisch der oberen und der unteren Flüssigkeit herausgeschleudert wird.

Ein von HERMANN SCHULTZE** angegebener Rührer ist in Figur 294a und b abgebildet. Dieser Apparat vereinigt mit einer sehr intensiven Wirkung zugleich die Möglichkeit, ihn in einen Kolben mit sehr engem Hals einzuführen. Er besteht aus einem durch eine Turbine in Umdrehung versetzbaren langen Glasstab, an welchem mittels eines starken Platin-Iridiumdrahts zwei Glasklöppel befestigt sind. Beim Eintauchen in die Flüssigkeit stellen sich infolge der Fliehkraft die Klöppel horizontal und bewirken selbst in breiigen Massen nach Antrieb durch die Turbine ein sehr energisches Durchmischen.

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 20, S. 630. — *Chem. Centr.-Blatt* 1896, II, S. 697.

** *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 29, S. 2883. — *Chem. Centr.-Blatt* 1897, I, S. 313.

ARENDT, Technik. 3. Aufl.

Zu manchem Zwecke ist ein Ausschleuderapparat* gut zu brauchen, zu dessen Betrieb sich die Turbine ebenfalls gut eignet (Fig. 295). Derselbe dient beispielsweise zum Austrocknen von Mineralien, von Filtern etc. Er besteht aus einem emaillierten Eisengefäß mit einem teilweise und ganz geschlossenen Deckel. Dieses hat für die kleineren Apparate 65 mm Höhe und 85 mm Durchmesser, für grössere 100 mm Höhe und 125 mm Durchmesser.

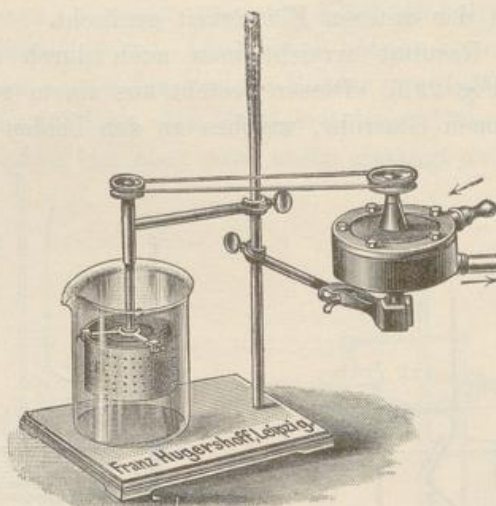


Fig. 295. Ausschleuderapparat.

Das Schüttelwerk von MAULL** ist in Figur 296 abgebildet. Es läßt sich überall, selbst wo nur geringer Wasserdruck vorhanden ist, anwenden und wird mit Hilfe der Turbine in Bewegung gesetzt. Der Apparat ist auf einer starken eisernen Platte montiert und so konstruiert, daß die Flaschen und Gefäße jeder Form leicht eingespannt und geschüttelt werden können. Auch ist die Länge des Schüttelweges und damit die Geschwindigkeit auf einer an der Scheibe angebrachten Schraube beliebig verstellbar. Es ist sehr wirksam. So lassen sich z. B. 100 ccm Wasser und 100 ccm Benzol nach kaum zwei Minuten langem Schütteln zur völligen Emulsion bringen. Es ist für Flaschen bis etwa 500 ccm Inhalt eingerichtet. Sollen grössere Quantitäten bis zu 5 Liter andauernd geschüttelt werden, so ist die Anordnung des Schüttelwerks so gewählt,

* Hugershoff's Katalog. — Chem. Centr.-Blatt 1899, I, S. 321.

** Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft, Bd. 27, S. 1732. — Chem. Centr.-Blatt 1894, II, S. 305.

daß die Flaschen unten auf einem auf der Platte angebrachten Schlitten bewegt werden. Als Triebkraft muß in diesem Fall ein Heißluftmotor angewendet werden.

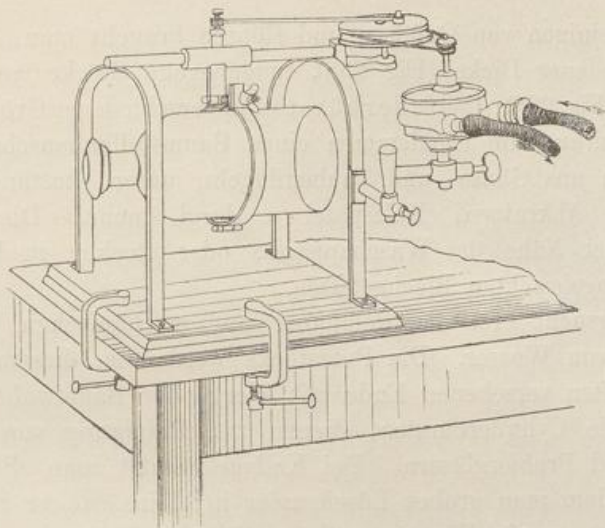


Fig. 296. Schüttelwerk von MAULL.

Das Schüttelwerk von J. KÖNIG (Fig. 297) ist für zwei Flaschen à $\frac{1}{2}$ bis 2 Liter und sowohl für Hand- als auch für Motorbetrieb eingerichtet.

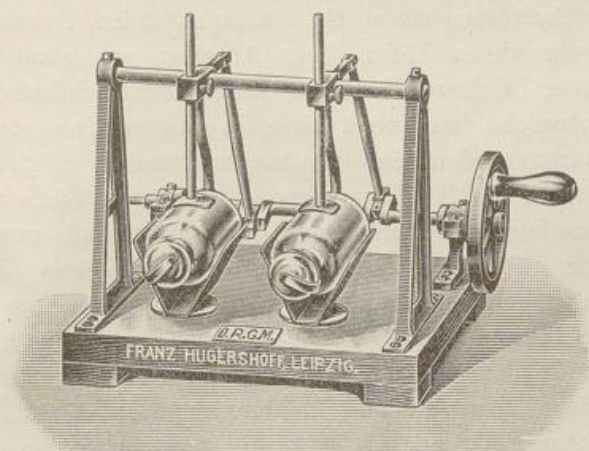


Fig. 297. Schüttelwerk von J. KÖNIG.

Die Wirkung ist der des vorigen Apparats ähnlich. Die Flüssigkeit bewegt sich beim Schütteln langsam vom Boden der Flasche zum Stöpsel hin und umgekehrt.

REINIGUNG DER APPARATE.

Zum Reinigen von Gefäßen und Röhren braucht man: Putzstöcke von verschiedener Dicke (Fig. 298), umgebogene Stöcke aus Glas oder Holz (Form: Fig. 299); Cylinderbürsten in verschiedener Größe (Fig. 300), Drahtklemmen zum Einklemmen eines Baumwollenbausches (Fig. 301) und Federn aus Gänse- und Taubenflügeln, unter Umständen stumpfe Messer zum Abkratzen, Holzspatel u. dergl. mehr. Die Putzgeräte hängen in der Nähe des Waschapparats oder stecken in kleinen über demselben angebrachten Blechgefäßen.

Man versucht erst die Reinigung auf mechanischen Wege unter Anwendung von Wasser. Die Putzstöcke werden zu diesem Zwecke an dem mit Stiften versehenen Ende mit Werg oder Baumwolle umwickelt; sie, sowie die Cylinderbürsten, dienen zur Reinigung von Glasröhren, Cylindern und Probiergläsern. Bei Kolben wendet man die gebogenen Stäbe an, indem man grobes Löschpapier in kleine Stücke reißt, in den Kolben stopft, wenig Wasser zufließen läßt und nun an den Wänden tüchtig reibt. Auch durch bloßes Schütteln mit zerrissenem groben, durch Wasser nur bis zu einem dicken Brei angefeuchteten Löschpapier lassen sich die Kolben meist leicht und gut reinigen.

Gelingt dies auf mechanischem Wege nicht vollständig, so muß man Lösungs- oder Zerstörungsmittel für die anhaftenden Unreinigkeiten anwenden. In sehr vielen Fällen (beim Absetzen von alkalischen Erden, Metalloxyden oder in Säuren löslichen Salzen) reicht Salzsäure oder Salpetersäure aus, welche man, wenn nötig, in den Gefäßen etwas erwärmt. Fettige Substanzen werden, nachdem sie mechanisch möglichst beseitigt sind, durch Kochen mit Kalilauge zerstört, teerartige Stoffe zersetzt man unter Anwendung konzentrierter Schwefelsäure, nötigenfalls unter Erwärmen. Viele durch die genannten Mittel nicht zu beseitigende Unreinigkeiten organischer Natur endlich lassen sich mit einer erwärmten Lösung von chromsaurem Kali und Schwefelsäure (Chromsäuremischung, S. 61) entfernen. Auch Terpentinöl oder rohes Benzin ist ein unter Umständen mit gutem Erfolge anzuwendendes Reinigungsmittel, so bei Wachs, Harz, Fett. Wenn keines dieser Mittel hilft, so ist es am besten den Apparat, falls er nicht besonders wertvoll ist, ganz zu beseitigen, da die Reinigung zu viel Zeit und Material erfordern würde, um noch vorteilhaft zu erscheinen.

Alle Apparate werden zuletzt mit Wasser sorgfältig abgespült und müssen, wenn sie von Glas sind, so klar und durchsichtig wie neue er-



Fig. 298.

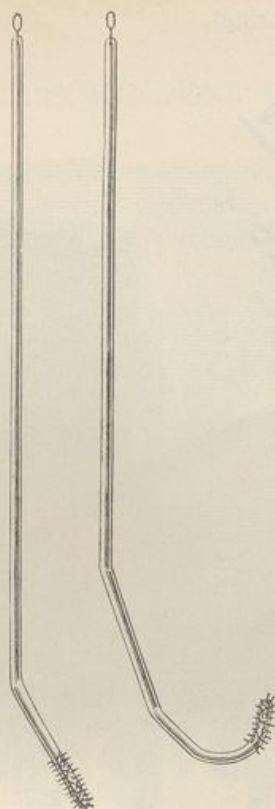
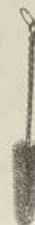


Fig. 299.



Fig. 300.



Putzgeräte.



Fig. 301.

scheinen; auch Porzellanschalen und Tiegel dürfen, wenn ihre Glasur nicht angegriffen ist, bei aufmerksamer Beobachtung keinerlei Unreinigkeiten mehr zeigen. Zum Trocknen stürzt man die Gefäße so um, daß das Wasser gut ablaufen kann. Kolben oder Flaschen werden über senkrechte Stäbe oder umgekehrte Trichter gestellt, hohe Fußcylinder oder Röhren über schräg angebrachte Stäbe gesteckt (Fig. 302). Sollen die Apparate aber sogleich wieder gebraucht werden, so trocknet man sie, wenn nötig, aus, was man in zweierlei Weise erreichen kann. Entweder erwärmt man sie nach dem Ausspülen mit destilliertem Wasser vorsichtig über der Lampe, während man durch ein hineingeschobenes langes Glasrohr

fortwährend Luft aussaugt oder man spült sie der Reihe nach, zuerst mit Wasser, dann mit Alkohol, und zuletzt mit Äther aus und bläst dann

mittels des Wassertrommelgebläses oder eines Blasebalges Luft ein, welche den Äther zu raschem Verdunsten bringt.

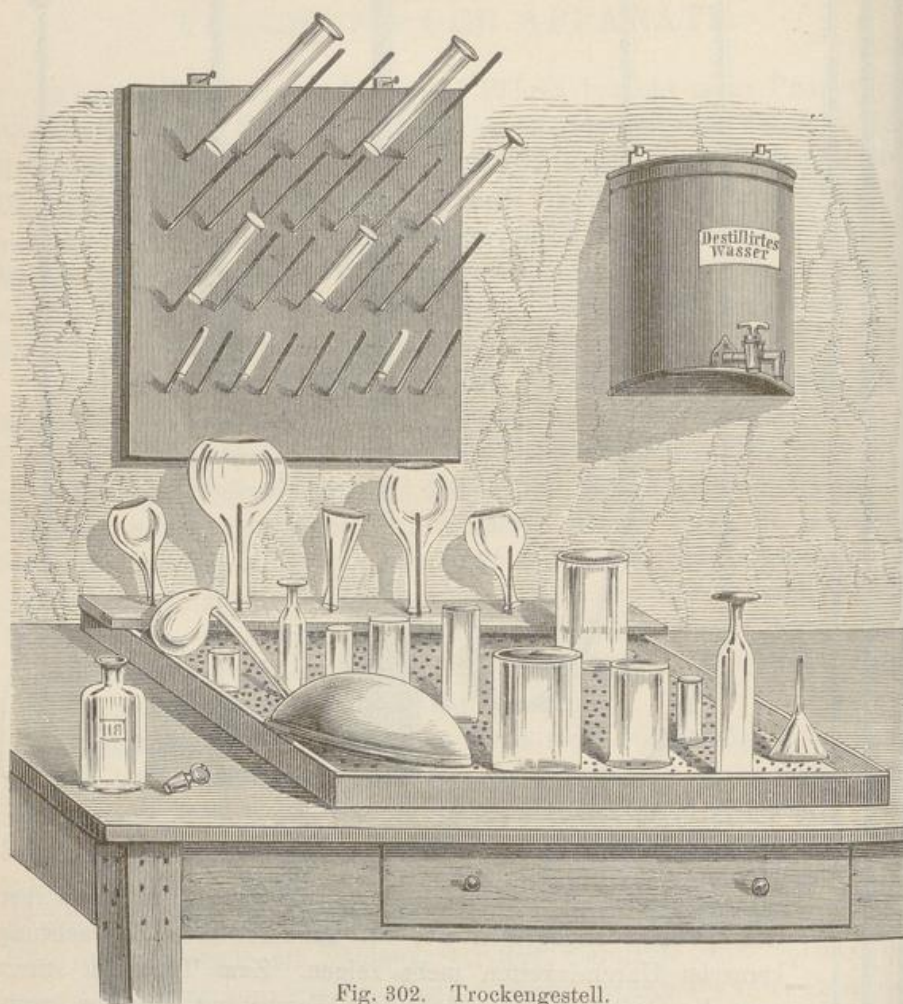


Fig. 302. Trockengestell.

Metallgeräte werden nach Anwendung indifferenten Lösungsmittel mit Seesand ausgescheuert.

Platintiegel und Schalen können mit saurem schwefelsauren Kali ausgeschmolzen werden.

VERSCHIEDENE GERÄTSCHAFTEN.

In der folgenden Zusammenstellung sollen durch Wort und Bild nur diejenigen Gerätschaften erläutert werden, die für den Vortrag der Experimentalchemie entweder unentbehrlich, oder doch sehr nützlich sind.



Fig. 303. Reibschalen.

Fig. 304.

Mörser.

Fig. 305.

Sie finden ihren Platz in den Schränken, Fächern und Schubkästen des Experimentiertisches, welche letztere zu diesem Zwecke mit besonderen Fächern versehen sind, wie weiter oben (Seite 20—25) auseinandergesetzt worden ist. Für die Vorlesungswage ist ein eigener Kasten vorhanden, welcher am besten außerhalb des Hörsaals aufzustellen ist.

1. Reibschalen und Mörser. Die Reibschalen (Fig. 303) sind von Porzellan mit flacher Höhlung, außen glasiert, innen matt (nicht rauh); am Rande haben sie einen Ausguß. Zu jeder Reibschale gehört ein passendes Pistill, dessen Wölbung ein wenig stärker gekrümmt sein muß, als die Höhlung der Reibschale, sonst würde es das zu Reibende nicht fassen. Die größeren Pistille sind mit Holzgriff versehen. Die Reibschalen dienen zum Verreiben von Pulvern, trocken oder nass (nicht zum Stoßen). — Die Mörser sind entweder auch von Porzellan oder von Eisen (Stahl). Man hat sie in zwei Formen: die kleineren wie Figur 304 (sogenannte Pillenmörser), die größeren, wie Figur 305 (Stampf- oder Stofsmörser). Sie dienen zum Zerstoßen harter Gegenstände. Will

man damit feine Pulver erzeugen, so gehören auch noch Siebe dazu; doch wird man besser thun, die in Pulverform nötigen Reagenzien gleich in diesem Zustande zu verschreiben.



Fig. 306. Reiben.



Fig. 307.

Beim Reiben fasse man das (kleine) Pistill mit einer Hand, wie. Figur 306, und führe es in Spirallinien von aussen nach innen (Fig. 307), dann wieder rückwärts von innen nach aussen. Das Material,



Fig. 308. Reiben.



Fig. 309. Ausputzen.

welches dadurch mehr an den Rand getrieben worden ist, hole man wieder nach der Mitte, indem man das Pistill in radialer Richtung führt (Fig. 307). In dieser Weise bringt man allmählich alle Körner unter das Pistill, andernfalls könnten sich einzelne Partien dem Reiben längere Zeit oder gänzlich entziehen. Die grossen Pistille fasse man mit beiden

Händen, wie Figur 308. Die obere Hand reibt nicht mit, sondern hält das Ende in Ruhe über dem Centrum der Reibschale. Hierdurch wird das Pistillende zu einem Drehpunkt und die Arbeit wesentlich erleichtert. Zum Abschaben des Pistills nimmt man Horn- oder Eisenspatel und bedient sich dazu des in Figur 309 gezeichneten Handgriffs: man schabt nach dem unteren Ende des Pistills, dreht dasselbe dabei langsam in der linken Hand herum und streicht den Spatel zuletzt am Rande der Reibschale ab. Zum Ausschaben der letzteren selbst endlich nimmt man ein Hornblatt (s. unten Fig. 324, e). Will man sie mit Wasser nachspülen, so wird man zuletzt die Spritzflasche nehmen müssen.

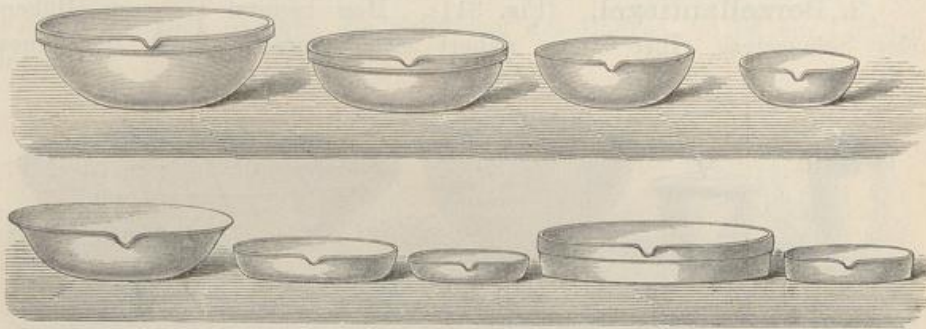


Fig. 310. Porzellanschalen und -Näpfe.

Zum Zerkleinern harter Substanzen sind Mörser aus Stahl oder Achat nötig, die man in verschiedenen Größen käuflich erhält.

2. Porzellanschalen. Diese haben annähernd die Form eines Kugelsegments oder eines flachen Napfes (Fig. 310). Erstere sind unten ein wenig flach gedrückt, um stehen zu können (fehlerhaft geformte wackeln hierbei). Sie haben oben einen Ausguß. Die größeren sind am Rande mit einer Verstärkung versehen, die kleineren glatt. Sie müssen durch die ganze Masse möglichst gleiche Wandstärke besitzen, um vor dem Springen bewahrt zu sein. Die kleineren sind durchscheinend. Mit einer Glasur sind sie nur an der inneren Seite versehen. Beim Erhitzen darf man nur dann, wenn eine klare oder wenigstens von festen Teilen freie Flüssigkeit in ihnen enthalten ist, die Flamme einer gewöhnlichen Lampe direkt die Außenwand berühren lassen. Befindet sich dagegen in der Schale ein Niederschlag oder eine zu lösende Substanz, oder hat man eine dichtere, teigige Masse auszutrocknen, so muß man entweder die Flamme der Lampe so weit erniedrigen, daß sie die Schale nicht mehr berührt, oder, was noch besser ist, man setzt eine eiserne Schale unter,

welche ein wenig stärker gewölbt ist als die Porzellanschale, so daß zwischen beiden ein Luftraum bleibt (s. unter Luftbäder). Bei Anwendung eines Gasabdampfungssofens (s. Seite 106, Fig. 95) oder eines Kohlenofens ist eine eiserne Schale nicht nötig, doch muß man im letzteren Falle Sorge tragen, daß die Schale nicht direkt auf den Kohlen steht.

Zu manchen Zwecken sind flache Porzellannäpfe mit geradem Boden und senkrechten Seitenwänden (Fig. 310, die vier letzten Exemplare in der unteren Reihe) gut verwendbar, z. B. als Untersatz für Glasglocken, zum Absperren von Gasen, zum Amalgamieren von Zinkplatten für galvanische Elemente etc. —

3. Porzellantiegel. (Fig. 311). Man benutzt sie zum Glühen oder Schmelzen. Ihre Form nähert sich entweder mehr der eines



Fig. 311. Porzellantiegel.



Fig. 312. Eisenschalen.

Cylinders (*a*) oder der eines abgestumpften Kegels (*b*). Erstere gestatten die Anwendung einer größeren Hitze, weil sie von der Flamme der Lampe besser eingehüllt werden. Die Tiegel müssen ihrer Größe entsprechend möglichst dünnwandig und überall gleich stark gearbeitet sein. Sie sind mit einem passenden Deckel versehen, dessen Rand nicht zu weit übergreifen darf. Will man große Hitze geben, so benutzt man zum Erhitzen die oben Seite 113—116 beschriebenen Glühlampen oder Glühöfen.

4. Schalen aus Metallblech. Eiserne Schalen (Fig. 312) werden meistens zu Sandbädern benutzt. Sie sind aus Blech getrieben und mehr oder weniger stark gewölbt. Für Retorten können Schalen von der Form *a* benutzt werden, weil diese wegen ihrer größeren Tiefe die Einsenkung des Retortenbauches besser ermöglichen. Zu Kolben benutzt man hingegen flachere Schalen von der Form *b*. Um ein Sandbad einzurichten, bringt man zuvörderst eine dünne Schicht Sand auf den Boden der Schale, setzt dann die Retorte oder den Kolben ein und

schüttet mittels einer Hornkapsulatur oder eines Löffels Sand darum (Fig. 313), so daß die Gefäße darin gut eingebettet stehen. Der Sand muß frei von größeren Stücken sein, daher vorher gut durchgeseibt werden. Statt dessen kann man auch Eisenfeile nehmen, welche wegen ihres größeren Leitungsvermögens die Wärme leichter an das Gefäß überträgt. Endlich kann man die Schalen auch ohne Sand oder Eisenfeile benutzen, in welchem Falle sie aber, wie bei den Porzellanschalen erwähnt, stärker gewölbt sein müssen, als der Boden des Gefäßes, damit keine unmittelbare Berührung von Eisen und Glas stattfindet. Der Apparat wirkt dann wie ein Luftbad (Fig. 314). Sandbäder wird man immer dann anwenden, wenn es darauf ankommt, den ganzen Inhalt des Gefäßes möglichst gleichmäßig zu erhitzen, was bei Destillationen aus Retorten in der Regel der Fall ist; genügt dagegen die Erhitzung des Bodens, so ist ein Luftbad bequemer.



Fig. 313. Sandbad.



Fig. 314. Luftbad.

Eiserne Schalen mit Emailüberzug werden neuerlich in so vorzüglicher Ausführung hergestellt, daß sie für viele Zwecke statt der Porzellanschalen benutzt werden können, vor denen sie den großen Vorzug der Unzerbrechlichkeit besitzen. Man hat solche mit weißem und dunklem Email. Erstere benutzt man für dunkle, letztere für helle Flüssigkeiten und Pulver, um diese wegen des Farbenunterschiedes besser wahrnehmen zu können. — Auch statt der gewöhnlichen eisernen Schalen für Sandbäder u. dergl. wendet man mit Vorteil solche Emailschalen an, welche im Preise nur wenig höher stehen.

Nickelschalen, gleichfalls ein Produkt der neueren Metallindustrie, sind für manche Zwecke zu empfehlen, z. B. zum Schmelzen wässriger Alkalien, wofür man sonst Silberschalen anwenden mußte.

5. Platintiegel und -Schalen haben ungefähr die Form, wie die entsprechenden Porzellangefäße. Ihre Oberfläche muß stets blank erhalten

werden, weil sie im unpolierten Zustande weit leichter von manchen Substanzen angegriffen werden, die auf blankes Platin ohne Einwirkung sind. Aus demselben Grunde muß man auch Beulen und Einknickungen vermeiden, weil an solchen Stellen leicht geringe Mengen von Substanzen hängen bleiben, welche bei späterem Gebrauch verunreinigend wirken und den Tiegel selbst schädigen. Es ist deshalb zu empfehlen, sich für den Tiegel wie für die Schalen aus Buchsbaum- oder Buchenholz Kapseln machen zu lassen, welche der Form der Platingefäße entsprechend ausgedreht sind. Dazu gehört dann ferner ein aus demselben Holze gedrehter Einsatz, der das Innere des Platingefäßes genau ausfüllt (Fig. 315 u. 316). In diesen Kapseln, die außerdem noch mit einem Deckel versehen sind, bewahrt man das Platin auf, um es vor mechanischer Beschädigung zu schützen, und bedient sich ihrer zur Glättung von Beulen oder Eindrücken,

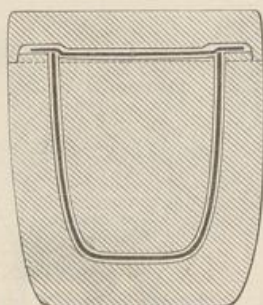


Fig. 315. Platintiegel.

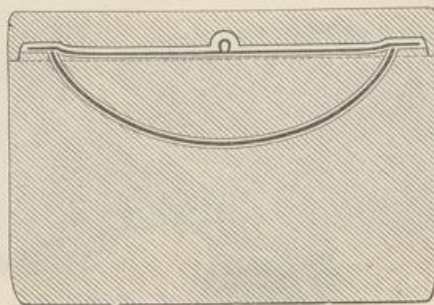


Fig. 316. Platinschale.

wenn solche durch irgend eine Unvorsichtigkeit in das Gefäß gebracht worden sind. Nach jedesmaligem Gebrauch müssen die Gefäße sorgfältig gereinigt werden, wozu man sich passender Reinigungsmittel (Salzsäure oder Salpetersäure, aber nicht Königswasser, auch nicht unreine salpetersäurehaltige Salzsäure oder umgekehrt) bedient. Sehr wirksam ist Schmelzen von saurem schwefelsaurem Kali in oder auf dem Tiegel, wodurch Verunreinigungen beseitigt werden, die auf keine andere Weise zu entfernen sind. Ist dann das Gefäß vollkommen rein, so wird es mit Seesand und etwas Wasser innen und außen abgescheuert, indem man wenig davon mit dem Finger auf der Oberfläche so lange herumreibt, bis der reine Metallglanz wieder vorhanden ist.

Obwohl das Platin den meisten chemischen Agentien kräftig widersteht, so giebt es doch einige Substanzen, welche außerordentlich zerstörend auf das Metall einwirken und die deshalb nicht in Platingefäßen erhitzt werden dürfen. Hierher gehören:

a) Ätzende Alkalien im geschmolzenen Zustande oder in konzentrierter, wässriger Lösung und die salpetersauren Salze der Alkalien und alkalischen Erden. Beide wirken oxydierend auf das Metall, greifen deshalb die Oberfläche stark an;

b) Schwefelmetalle mit alkalischer Base oder schwefelsaure Alkalisalze mit Kohle vermengt, welche womöglich noch zerstörender einwirken als jene;

c) Metalle, namentlich leicht schmelzbare: Zinn, Blei, Zink etc., welche sich mit dem Platin legieren, so daß das Gefäß schon bei verhältnismäßig niedriger Temperatur rasch durchschmilzt. Obwohl man die schwerer schmelzbaren Metalle, Gold, Silber, Kupfer, bis zu angehender Rotglühhitze gefahrlos im Tiegel erhitzen kann, mache man es sich dennoch zur Regel, in solchen Fällen lieber Porzellantiegel anzuwenden, weil man besonders bei Anwendung stark heizender Gasflammen die Temperatur nicht genau regulieren kann;

d) Die Oxyde mehrerer schwerer Metalle, welche bei sehr hoher Temperatur geneigt sind, einen Teil ihres Sauerstoffes abzugeben, wodurch sich ebenfalls eine Platinlegierung bildet; hierher gehören namentlich die Oxyde von Blei und Wismut;

e) Phosphor und Mischungen, aus denen Phosphor beim Glühen reduziert wird, z. B. Phosphorsäure mit Kohle vermengt; in einem solchen Falle würde sich Phosphorplatin bilden, welches schmilzt oder wenigstens Risse verursacht;

f) Endlich sind selbstverständlich Königswasser, sowie alle Mischungen, in denen sich freie Salzsäure und Salpetersäure nebeneinander befinden, zu vermeiden, ebenso alle Mischungen, aus denen sich Chlor im freien Zustande entwickelt.

Kleine Risse in Platintiegeln kann man sich selber löten, wenn man dazu nach PRATT* Goldchlorid anwendet. Dasselbe wird durch Einwirkung der Wärme zuerst zu Chlorür reduziert und verliert bei höheren Temperaturen sämtliches Chlor unter Zurücklassung von metallischem Gold. Das Verfahren ist folgendes. Man bringe einige mg Goldchlorid auf das zu verstopfende Loch und erhitze bis zum Schmelzen des Salzes auf ungefähr 200°. Bei weiterem Erhitzen wird das Gold in metallischem Zustand reduziert. Man läßt dann das Lötrohr auf den unteren Teil des Tiegels und zwar auf den zu lötenden Teil einwirken, wobei das Gold schmilzt. Es bildet sich dabei eine sehr schöne Lötung. Diese Arbeit wird einigemal wiederholt, bis die Reparatur eine vollständige ist. Durch

* *Chem. Centr.-Blatt* 1890, I, S. 10.

dieses Verfahren wird eine Hauptschwierigkeit der gewöhnlichen Lötung vermieden, bei welcher der Goldfaden lange Zeit hindurch in einer gleichen Lage gehalten werden muß.

6. Silbertiegel. Diese finden ihre Hauptanwendung beim Schmelzen von Alkalien, bei denen man, wie oben gezeigt ist, das Platin nicht benutzen darf. Wegen des verhältnismäßig niedrigen Schmelzpunktes des Silbers muß man beim Erhitzen sehr vorsichtig verfahren, namentlich bei Anwendung stark heizender Gasflammen. Dünnwandige Silbertiegel schmelzen selbst über starken Spiritusflammen.

7. Dreifüße und Drahtdreiecke. Die Dreifüße (Fig. 317) sind aus starkem Eisenblech, der Ring, welcher die Beine zusammenhält, ist

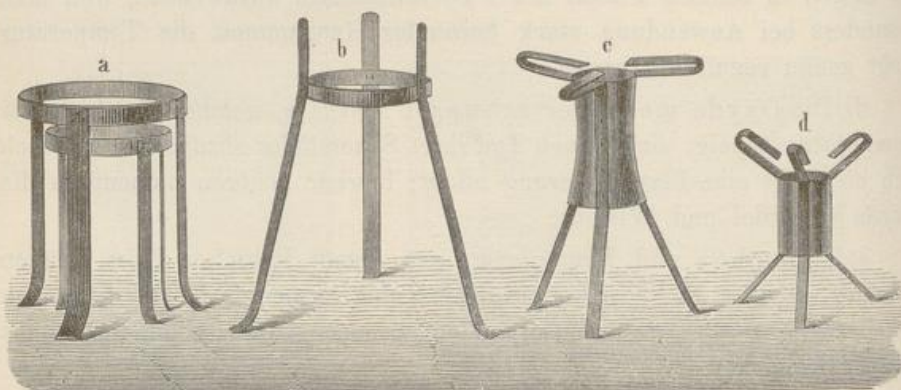


Fig. 317. Dreifüße.

entweder am obersten Ende der letzteren (*a*) oder ein wenig unterhalb derselben (*b*) angebracht. Dreifüße der letzten Art braucht man dann, wenn ein größeres Gefäß mit Flamme erhitzt werden soll, damit letztere frei um den Boden des Gefäßes herumschlagen kann. Für Gaslampen mit einfachem Brenner sind Dreifüße von der Form *d* empfehlenswert, welche zugleich die Flamme der Lampe gegen seitlichen Luftzug schützen und Gefäße von allen Größen ohne Anwendung eines Drahtdreiecks gut aufsetzen lassen. Für die große fünfzehnfache Lampe (s. oben Seite 104 Fig. 92) dient der Dreifuß *c*.

Drahtdreiecke (Fig. 318) müssen in sehr verschiedenen Größen und Drahtstärken vorhanden sein (*a*). Sie sind notwendig beim Erhitzen von Tiegeln und Kolben auf Dreifüßen oder Glühringen. Platingefäße soll man nicht unmittelbar auf eiserne Drahtdreiecke setzen, da das Eisen in der Glühhitze erweicht und sich oberflächlich mit dem Platin legiert, wodurch der Tiegel Flecke bekommt. Man hat deshalb zu diesem

Zwecke ein besonderes Dreieck aus starkem Platindraht (*b*), oder umgiebt die Seiten des Dreiecks mit dünnen Porzellanröhrchen (*c*), oder umwickelt endlich ein Eisendrahtdreieck von passender Größe an den Stellen, welche von dem Tiegel beim Erhitzen berührt werden, mit dünnem Platindraht (*d*).

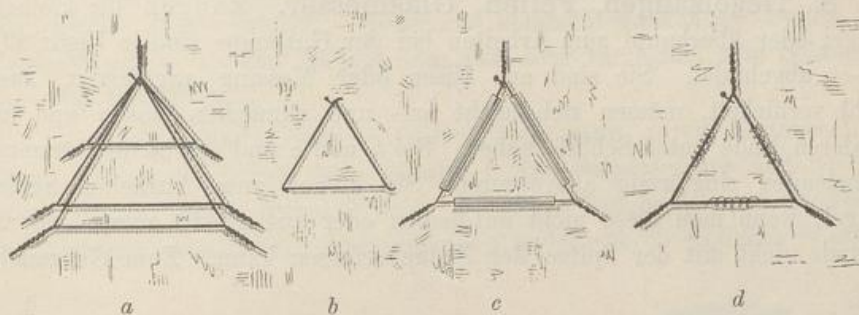


Fig. 318. Drahtdreiecke.

Kolben soll man nicht direkt auf Dreiecke oder Ringe setzen, weil sie dadurch in der Regel springen; man legt deshalb ein feinmaschiges Netz aus Messing- oder Eisendraht oder ein Stück Asbestpappe unter, wodurch fast immer genügender Schutz geboten ist.

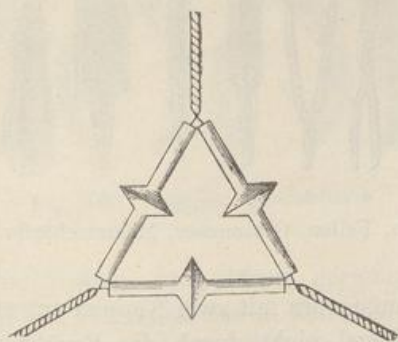


Fig. 319. Dreieck
VON COLEMAN.

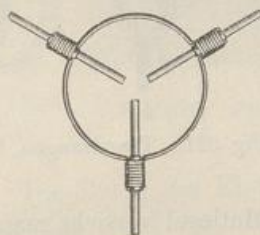


Fig. 320.
Dreieck mit verschiebbaren Radien
VON SCHMELCK.

Statt der glatten Porzellanröhrchen wie unter *c* wendet man nach einem Vorschlag von COLEMAN* solche an, welche in der Mitte mit einer scharfkantigen Verdickung versehen sind, wie Figur 319 zeigt. Hierdurch erreicht man, daß der eingesetzte Tiegel allseitig von der Gasflamme umspült und eine viel stärkere und viel raschere Erhitzung erreicht wird.

Recht praktisch sind auch die Dreiecke mit verschiebbaren Radien von SCHMELCK (Fig. 320). Diese sind aus verzinktem Eisendraht

* Journ. Chem. Soc. Ind., Bd. 11, S. 326. — Chem. Centr.-Blatt 1892, II, S. 18.

mit übergeschobenen dünnen Biscuitporzellanröhren, welche sich in den drei Öffnungen des Ringes mit gelinder Reibung verschieben lassen. Hierdurch kann das Dreieck für jeden Tiegel passend gemacht werden; auch wird letzterer wie beim vorigen Dreieck allseitig von der Flamme umspült.

8. Tiegelzangen, Feilen, Glasmesser. Zangen für kleinere Tiegel oder überhaupt zum Arbeiten bei der Gaslampe sind in Figur 321, *a—c*, abgebildet. Sie sind aus Eisen oder Messing angefertigt, auch wohl vernickelt, müssen sich leicht auf- und zumachen lassen und am vorderen Ende guten Schlufs haben. Bei *b* und *c* sind die beiden kürzeren Hebelenden ringförmig ausgeweitet. Sie dienen zum Aufheben heißer Tiegel, wenn man diese nicht aufdecken oder aus irgend einem anderen Grunde nicht mit der Spitze der Zange erfassen kann. Zum Gebrauche

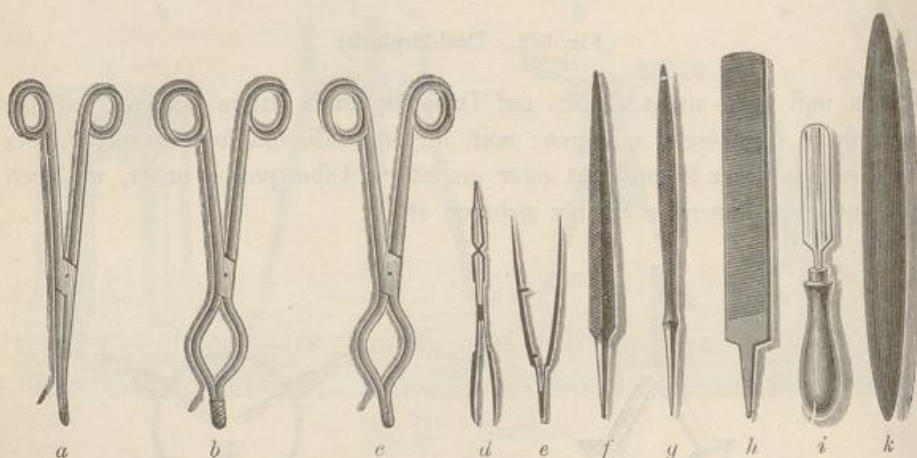


Fig. 321. Tiegelzangen, Pinzetten, Feilen, Glasmesser, Messerschärfer.

für Platintiegel versieht man die Zange vorn mit zwei Kappen aus starkem Platinblech (*b*), damit der heiße Tiegel nicht durch die Berührung mit dem Eisen verdorben werde.

Für viele Zwecke sind Pinzetten praktisch, welche entweder, wie Figur 321 *d*, sich auf Druck öffnen und beim Loslassen wieder schließen, oder wie *e*, sich umgekehrt auf Druck schließen und nachher von selbst wieder öffnen. Jene braucht man zum Halten, diese zum Aufheben kleiner Gegenstände.

Die Feilen sind dreikantig (Fig. 321 *f*) zum Glasschneiden (s. oben Glasröhren Seite 119) oder rund (*g*) zum Korkbohren (s. oben Kork Seite 144). Beide Sorten müssen in verschiedenen Größen vorhanden sein. Flache Feilen (*h*) und Raspeln können zu vielerlei Zwecken (u. a. auch zum Zurichten der Kork) dienen, und sollten auch mindestens

in zwei Größen vertreten sein. Die dreikantigen und runden Feilen benutzt man ohne Heft.

Statt der dreikantigen Stahlfeilen kann man zum Glasröhrenschneiden mit gutem Erfolge auch ein Glasmesser aus hartem Stahl (Fig. 321*i*) benutzen, welches man sich mit einem Messerschärfer aus Schmirgel (Fig. 321*k*) selbst schärft. Neuerlich kommen dreikantige Feilen aus Carborundum in den Handel, die sich sehr vorzüglich zum Schneiden von Glas bewähren.

Stumpfgewordene Stahlfeilen kann man durch Eintauchen in Säure wieder schärfen. Man mischt 1 Teil Salpetersäure und 3 Teile Schwefelsäure mit 7 Teilen Wasser. In dieses Bad bringt man die Feilen ein, nachdem man sie von Unreinigkeiten und Fettkörpern durch Waschen

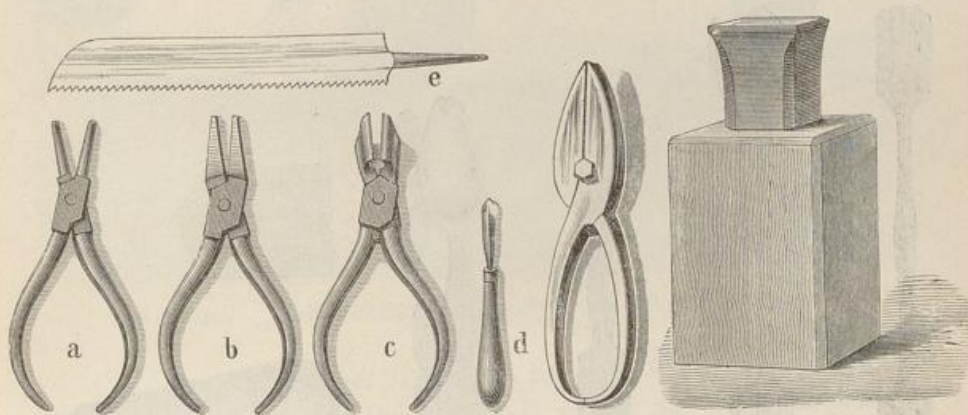


Fig. 322. Zangen, Blechschere.

Fig. 323. Ambofs.

mit Seifenwasser und Bürste gereinigt hat. Die Dauer des Eintauchens beträgt 10 Sekunden bis 5 Minuten, je nach dem Grad der Abnutzung, der Größe und namentlich der Feinheit und Härte des Kornes. Das Schärfen eines sehr weichen und sehr feinen Kornes geschieht weit schneller, als das eines sehr harten und groben. Nachher werden die Feilen reichlich mit fließendem Wasser gewaschen, durch Kalkmilch gezogen und im erhitzten Trockenraum getrocknet, und mittels einer Bürste, welche in eine Mischung von gleichen Teilen Olivenöl und Terpentinöl getaucht ist, abgerieben. Die Feilen können dieser Operation zu wiederholten Malen unterworfen werden, d. h. so oft sie wieder abgenutzt sind.

9. Drahtzange, Blechschere, Ambofs etc. Zur Bearbeitung von Metalldraht und Blech sind verschiedene Instrumente nötig, deren Gebrauch allgemein bekannt ist. Figur 322*a* ist eine Rundzange, *b* eine

Flachzange, *c* eine Beißzange, und weiter rechts eine Bleischere.* Figur 323 ist ein Amboss aus Stahl. Er ist fest in einen Holzklotz eingesetzt und kann beim Gebrauch unmittelbar auf den Tisch gestellt werden. Die Oberfläche wird beim Nichtgebrauche des Instruments durch einen gut schließenden Pappdeckel, der innen mit weichem Tuche ausgefüttert ist, bedeckt, und dasselbe möglichst aus dem Bereiche der Laboratoriumsluft entfernt. — In den für die Eisengeräte bestimmten Kasten gehören ferner: ein Holzmeißel, ein Steinmeißel, ein Schraubenzieher, eine Kneipzange, eine Kohlenzange, ein Beil, einige Bohrer, ein größerer und ein kleinerer Hammer, eine Säge, ein Korkzieher, eine gewöhnliche Schere und eine Papierschere, Nägel, Schrauben, Nadeln in Etui; alle diese Gegenstände in den gebräuchlichen, hinreichend bekannten Formen.

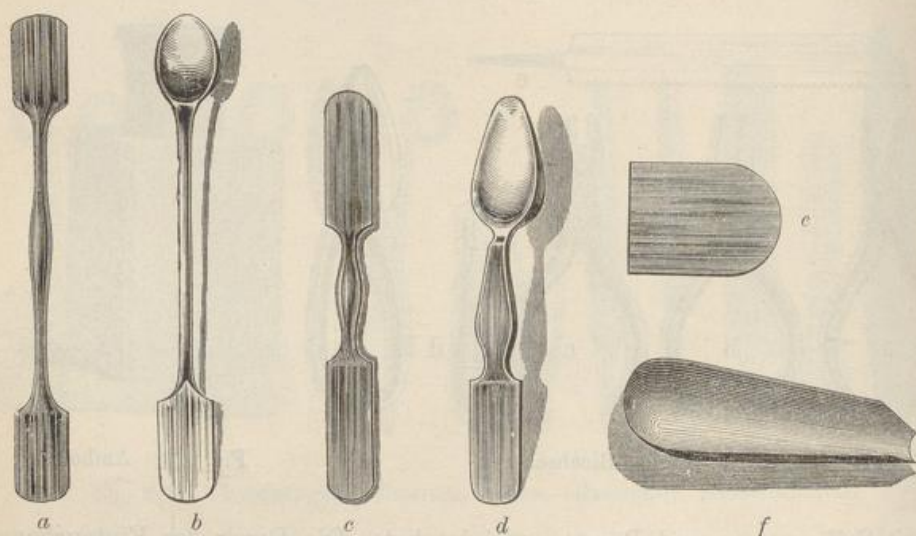


Fig. 324. Spatel, Löffel, Kapsulaturen, Hornblätter.

10. Spatel, Löffel, Kapsulaturen, Hornblätter (Fig. 324). Zum Umrühren von Flüssigkeiten, geschmolzenen Substanzen, Pulvern u. dergl. sowie zum Auskratzen von offenen Gefäßen sind Spatel von Eisen, Holz, Porzellan oder Horn nötig. Sie haben entweder die Form *a* und *c*, oder sind an dem einen Ende gleich mit einem Löffel versehen, wie *b* und *d*. Kapsulaturen (*f*) benutzt man zum Schütten und Verteilen von Pulvern, Hornblätter (*e*) zum Auskratzen von Reibschalen etc.

Soll ein Pulver in eine Flasche geschüttet werden, so umfaßt man die Öffnung derselben am Halse mit der vollen linken Hand (Fig. 325),

* Figur 322 *d* stellt einen Kohlenbohrer und *e* eine Kohlensäge dar, welche beide für die Zurichtung der Lötrohrkohle Benutzung finden.

so daß sich durch die Finger eine Art kurzer Trichter bildet, und füllt das Pulver, welches auf ein Stück Papier (grünes Glanzpapier) geschüttet ist, genau in der Art ein, wie es die Figur zeigt. Man muß das Papier mit der rechten Hand vor dem Ergreifen der Flasche richtig fassen, weil man dazu beide Hände braucht. Während des Schüttens klopft man sanft mit Mittel- und Zeigefinger der rechten Hand gegen das Papier.

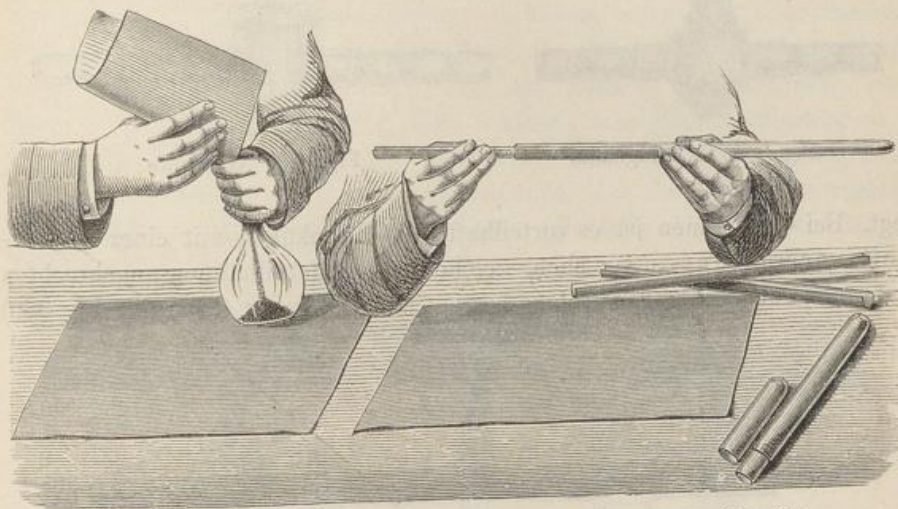


Fig. 325. Pulverschütten in Flaschen und Röhren. Fig. 326.

Um Pulver in Röhren zu bringen, hat man Blechrinnen (Fig. 326). Diese füllt man mit dem Pulver, schiebt sie ein und dreht sie dann um, so daß das Pulver im Rohre zurückbleibt. Alles über Glanzpapier!

Bequem ist die Benutzung eines Pulvertrichters nach POLLAK.* Der obere Teil desselben hat eine flachere Form als beim gewöhnlichen Trichter, der Stiefel ist kurz und nach unten konisch erweitert, wodurch das Verstopfen vermieden wird. Der Apparat wird aus schwarzem Glas oder aus Milchglas in verschiedenen Größen angefertigt, je nachdem man ihn zum Einfüllen von hell- oder dunkelgefärbten Pulvern benutzen will. Er kann auch für feuchtes Material Anwendung finden und gestattet ein sorgfältiges Nachspülen.



Fig. 327.
Pulvertrichter.

11. Hähne. Es ist vorteilhaft außer den auf dem Experimentiertisch, an den Gasometern, den Gasentwicklungsapparaten und den Wasserleitungszuflüssen angebrachten Hähnen noch einige andere zu haben, die

* *Repert. der anal. Chemie*, Bd. 7, S. 287. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 770.

man für die Regulierung von Gas- und Wasserströmen durch Vermittelung von Kautschukschläuchen in die Leitung einschaltet. Für viele Zwecke genügt ein einfacher Messinghahn (Fig. 328), ein Glashahn (Fig. 329) oder ein Hornhahn (Fig. 335 *a*), welche man beim Gebrauche auf den Tisch

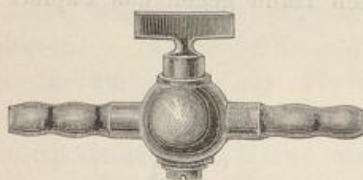


Fig. 328. Messinghahn.



Fig. 329. Glashahn.

legt. Bei Glashähnen ist es vorteilhaft, den Hahnküken mit einer Sicherheitsvorrichtung zu versehen, welche der bei Metallhähnen angebrachten Schraube entspricht. Eine solche besteht nach EPHRAIM GREINER* (Fig. 330)

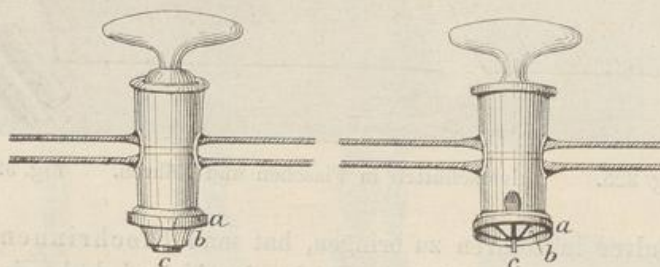


Fig. 330. Sicherheitsvorrichtung. Fig. 331.

aus einem kugelartigen Ansatz *c*, an welchem ein Gummikonus *b* befestigt ist; durch letzteren wird das Küken elastisch an die Ebonitscheibe *a* angezogen, dadurch ein dichter Verschluss erzielt und ein Herausschleudern oder Herausheben des Küken verhindert. Gummikonus *b* und Ebonitscheibe *a* sind abnehmbar.

Eine andere Vorrichtung (Fig. 331), die demselben Zwecke dient, besteht aus einer Sicherheitsscheibe *a* von Ebonit, welche durch am Gewinde *c* regulierbare Federn *d* gegen das Küken gedrückt wird.

Als ein geeignetes Mittel zum Einsmieren von Glashähnen empfiehlt PHILLIPS** eine Mischung von 70 Teilen Kautschuk und 30 Teilen gelben ungebleichten Bienenwachses. Das Wachs wird zu dem geschmolzenen Kautschuk heiß hinzugefügt und gut verrührt. Die

* Chem. Centr.-Blatt 1895, I, S. 580.

** Journ. Amer. Chem. Soc., Bd. 20, S. 678. — Chem. Centr.-Blatt 1898, II, S. 842.

Mischung ist in dünner Schicht durchsichtig, wird selbst von konzentrierter Lauge wenig angegriffen und kann mit wenig Salpetersäure leicht wieder von dem Glase entfernt werden.

Bequem zum Gebrauch sind Hähne mit Füßen, welche man für einfache Leitung (Fig. 332 und 333), sowie für doppelte Leitung (Fig. 334) hat. Mit letzterem kann man einen Gasstrom nach zwei verschiedenen Richtungen leiten, oder zwei Ströme zu einem verbinden. Zur besseren Regulierung des Stroms ist der Kopf des Hahns mit einem langen Hebel versehen (Fig. 333) oder trägt ein Zahnrad mit Schraube ohne Ende (Präzisionshahn, Fig. 334), wodurch man die Regulierung so in die Gewalt bekommt, daß man das Gas in einzelnen Blasen beliebig langsam austreten lassen kann. Dieser Hahn leistet für viele Versuche vortreffliche Dienste und ist kaum zu entbehren. Vorteilhaft ist es, die Röhren

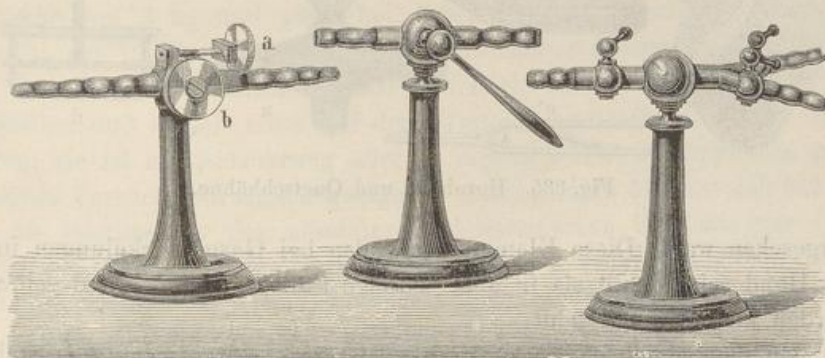


Fig. 332. Präzisionshahn. Fig. 333. Hebelhahn. Fig. 334. Dreiweghahn.

der Verbindungshähne an den Enden zu verjüngen und nach der Mitte hin an Stärke zunehmen zu lassen, um ebensowohl enge als auch weite Schläuche dicht überschieben zu können.

Zum Verschließen von Kautschukschläuchen braucht man Quetschhähne von verschiedener Konstruktion (Fig. 335). Die einen (*b* und *c*) bestehen aus einem federnden Metallringe mit zwei Armen, die durch einen Druck auf zwei Knöpfe voneinander entfernt werden können (*b*), so daß man den Kautschukschlauch dazwischen schieben kann. Nach Aufhören des Drucks schließt sich der Hahn von selbst. Soll er längere Zeit geöffnet bleiben, so muß er an dem einen Metallarm eine Stellschraube (*c*) haben, welche man beliebig weit hinein- oder zurückschrauben kann. Zum festen Verschlusse starkwandiger Schläuche, gleichzeitig auch zum genauen Regulieren des Gasstroms können Quetschhähne von der Form *d* angewendet werden, welche nicht durch die Federkraft eines Metallringes,

sondern durch eine Schraube beliebig fest zusammenzuziehen sind. Figur 335 *e* und *e'* zeigt eine Klemme, welche von außen an die Schlauchleitung gelegt werden kann, ohne daß man den Schlauch vor der Zusammenstellung des Apparats hindurchziehen braucht. Man benutzt sie in Notfällen, wenn es gilt, einen Gasstrom während der Arbeit aus irgend welchem Grunde an einer Stelle abzuschließen, wo keine Hahnleitung

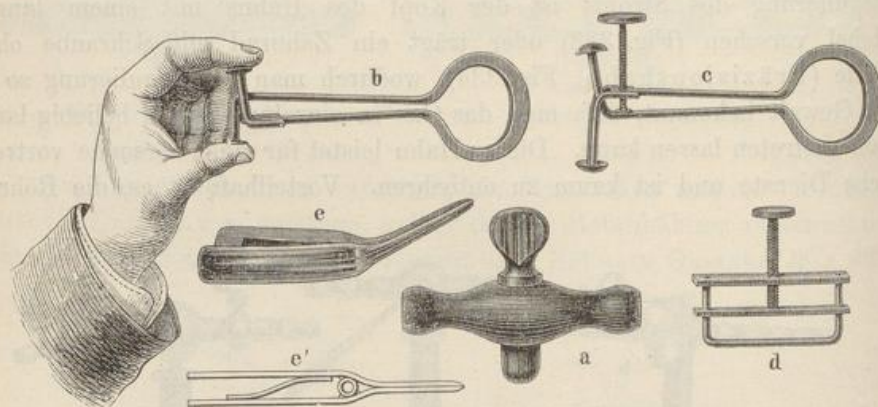


Fig. 335. Hornhahn und Quetschhähne.

vorgesehen war. Diese Klemme muß also bei Gasentwickelungen immer zur Hand sein, damit sie in dem seltenen Falle, wo sie einmal gebraucht werden könnte, nicht fehlt.

Zu dem gleichen Zwecke kann auch die von PROSKAUER* empfohlene Form (Fig. 336) dienen. Eine Schraube drückt beim Einschrauben auf einen Dorn, welcher die beiden Schlauchklemmen, deren Bewegung stets eine parallele ist, voneinander entfernt, und umgekehrt. Die Zeichnung zeigt die Stellung der Schraube bei vollständiger Öffnung des Hahns. In dem Maße, wie man sie rückwärts dreht, gehen auch die beiden Schlauchklemmen aneinander und werden durch den schon erwähnten Dorn an einem plötzlichen nicht gewünschten



Fig. 336. Quetschhahn nach PROSKAUER.

Schließen verhindert. Will man den Hahn auf den Schlauch setzen, so werden der Daumen auf die Schraube, Zeige- und Mittelfinger auf die Ansätze gesetzt und durch einen leichten Druck die Klemmen auseinander gebracht. Der Schlauch wird dann nur so weit zusammengedrückt, als es die vorher bewirkte Einstellung gestattet. Dieser Hahn verbindet also die Vorteile der Hähne (Fig. 335 *c*, *d* und *e*) miteinander.

* Chem. Centr.-Blatt 1888, S. 565.

Bei Apparaten, welche mit Quetschhahnverschluss versehene Kautschukschläuche haben, darf man beim Nichtgebrauch, wenigstens für längere Zeit, die Quetschhähne nicht geschlossen lassen, da sonst die Erneuerung des Kautschukschlauchs, der hierdurch seine Elastizität verliert, nötig wird. Man nimmt daher die Quetschhähne entweder ganz ab oder schiebt sie über die mit dem Kautschukschlauch verbundene Glasröhre; die mit Stellschraube versehenen schraubt man auf.

12. Vorlesungswage. Eine Wage, durch welche sich bei verhältnismäßig starker Belastung Gewichtsunterschieden von wenigen Milligramm auf eine größere Entfernung hin noch deutlich wahrnehmbar machen lassen, ist für den experimentellen Unterricht unentbehrlich. Eine solche, die diesen Anforderungen entspricht, ist auf der diesem Werke beigegebenen Tafel in Figur 1 abgebildet. Sie ist 65 cm hoch, hat ein gußeisernes Gestell, einen Messingbalken und Messingschalen; sie besitzt eine Tragfähigkeit von 3 kg und giebt bei dieser Belastung noch für ein Übergewicht von 0,005 g einen deutlich wahrnehmbaren Ausschlag. Sie steht auf drei festen Stellschrauben, läßt sich leicht auf dem Experimentiertisch aufstellen und mittels einer auf dem Gestell angebrachten Libelle orientieren; sie ist zur Ausführung aller in diesem Werke beschriebenen quantitativen Versuche vorzüglich geeignet. Insbesondere hat sie sich bewährt für die Bestimmung des absoluten und spezifischen Gewichts der Gase, sowie zur Demonstration ihres Verhaltens bei Veränderung von Druck und Temperatur. An den Schalengehängen sind oben Haken angebracht, an welche sich Glasglocken und Doppelhaken aufhängen lassen. Erstere dienen dazu, um den Auftrieb von Gasen, die leichter als Luft sind, zu zeigen, letztere, um kürzere oder längere Glasröhren einzulegen. Die Schwingungen der Zunge sind an einem vorn und hinten mit Gradteilung versehenen Kreisbogen aus Elfenbein sowohl von der Seite der Schüler als auch von der des Lehrers deutlich abzulesen und die Arretierung mittels einer Hebelschraube leicht zu bewirken. Zur Aufbewahrung dient ein besonderer Schrank oder Kasten, der außerhalb des Hörsaals seinen Platz hat.

Kleine Gewichtsveränderungen von leichten Substanzen lassen sich auch nach ROSENFELD* in rascher und bequemer Weise deutlich sichtbar machen, wenn man sich dazu eines Gewichtsaräometers bedient, wie es in Figur 337 abgebildet ist. Der Glaskörper *a* desselben trägt einen 1 mm dicken Draht *b* und dieser ein kleines

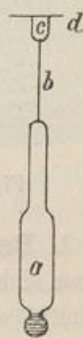


Fig. 337.
Aräometer als
Vorlesungswage.

* Chem. Centr.-Blatt 1881, S. 806.

Schälchen *c* von Glas. Ein auf dem Schälchen liegendes Platinblech *d* dient als Unterlage für die Substanz. Das Aräometer ist so adjustiert, daß es, in Wasser gebracht, bei einer auf dem Platinblech befindlichen Belastung von 0,8—1 g so weit einsinkt, daß der Draht etwa zur Hälfte ins Wasser taucht. In dieser Stellung ist das Instrument so empfindlich, daß das Tiefsinken desselben schon bei einer Mehrbelastung von 2 mg in größerer Entfernung deutlich sichtbar ist.

GLASAPPARATE.

Außer den unter Gasentwicklung auf Seite 177 u. fgde. bereits erwähnten Gasentwicklungsflaschen und Sicherheits- und Trichterröhren (Fig. 240 bis 248), von denen man immer noch mehrere in verschiedenen Größen vorrätig besitzen muß, sind folgende Glassachen notwendig:

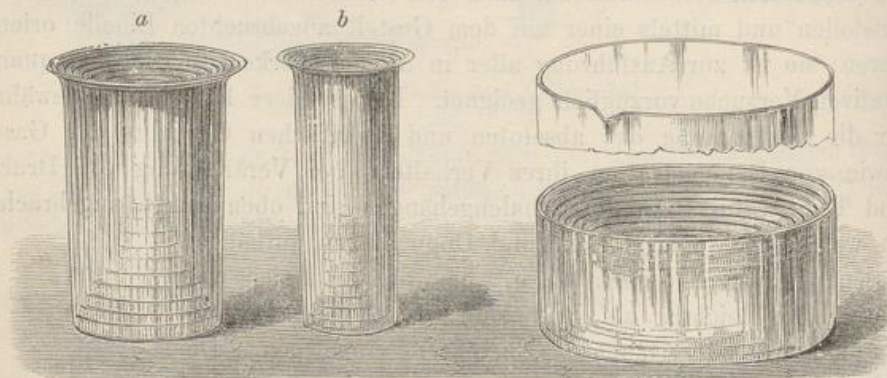


Fig. 338. Bechergläser.

Fig. 339. Krystallisationsschalen.

1. **Bechergläser** in zweierlei Formen (Fig. 338 *a* und *b*). Erstere eignen sich zum Kochen, letztere zum Erzeugen von Niederschlägen. Die Bechergläser müssen dünnwandig, überall gleich dick und möglichst frei von Blasen, Knoten und Schlieren sein. Sie müssen so sorgfältig gekühlt sein, daß man siedendheißes Wasser gefahrlos hineingießen kann. Beim Erhitzen über der Lampe stelle man sie immer auf ein Drahtnetz, Sorge dafür, daß dabei kein Absatz fest auf dem Boden liege und lasse Glasstäbe, mit denen man umgerührt hat, nicht während des Erhitzens darin stehen. Verabsäumt man eine dieser Vorsichtsmaßregeln, so ist das Springen der Gläser fast immer die unvermeidliche Folge. Sind die Gläser ganz gefüllt, so muß man höchst sorgfältig beim Niedersetzen, besonders auf

Stein, zu Werke gehen, da schon ganz geringfügige Stöße, denen man kaum eine solche Wirkung zutraut, einen Bruch herbeiführen. Beim Umrühren mit einem Glasstabe hüte man sich vor einer unsanften Berührung der Glaswand und setze den Stab mit äußerster Vorsicht darin ab, denn es gehört gar nicht viel dazu, das dünne Glas zu durchstoßen. Heiße Bechergläser setze man nicht direkt auf den lackierten Tisch, sondern lege einen Pappdeckel, Asbestpappe oder ein nicht angestrichenes Holzklötzchen unter. Sie kleben sonst an und lassen sich nach dem Kaltwerden kaum wieder abnehmen, ohne zu zerbrechen.

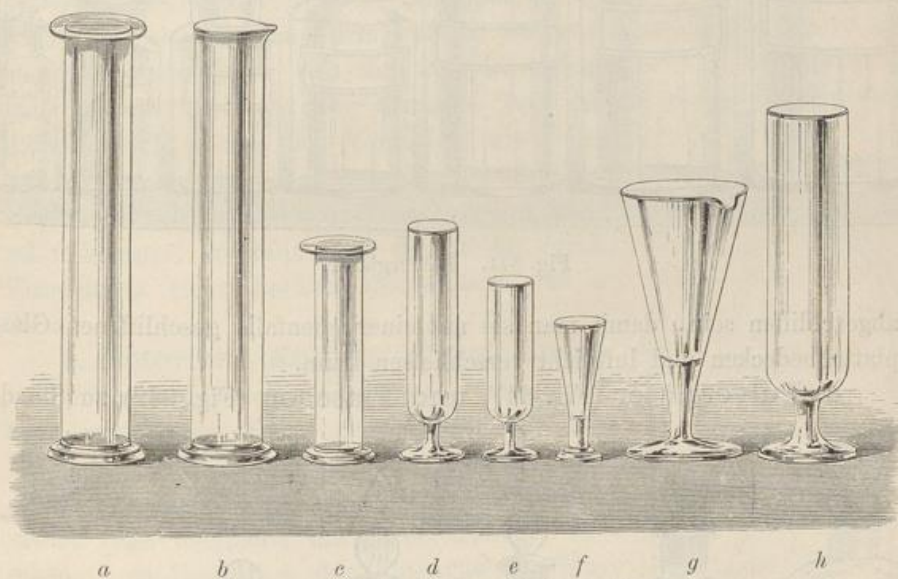


Fig. 340. Fußcylinder und Kelchgläser.

2. Krystallisationsschalen sind niedrige cylindrische Glasgefäße von der Form Figur 339. Sie werden in verschiedenen Größen fabriziert und sind zum Ausgießen von Flüssigkeiten, zum freiwilligen Verdunsten, zum Absperren von mit Gas gefüllten Cylindern und manchen anderen Zwecken nützlich. Da sie nicht zum Erhitzen bestimmt sind, so können sie aus dickerem Glase bestehen und brauchen nicht mit der Sorgfalt behandelt zu werden, wie die Bechergläser.

3. Fußcylinder und Kelchgläser. Jene sind entweder mit glatt abgeschliffenem (Fig. 340 *a* und *c*) oder umgebogenem oberem Rande (Fig. 340 *b*) versehen. Man braucht sie in verschiedenen Größen von einigen Centimetern bis 5 oder 6 dm Höhe und entsprechender Weite. Sie werden vornehmlich zum Auffangen von Gasen benutzt. Zu denen mit abgeschliffenem Rande sind ebengeschliffene Glasplatten erforderlich. Kelch-

gläser oder Reagierkelche (Fig. 340 *d—h*), grössere und kleinere, sind zur Demonstration der Erzeugung von Niederschlägen und mancherlei Reaktionen auf nassem Wege geeignet. Bei einigen kann der Rand

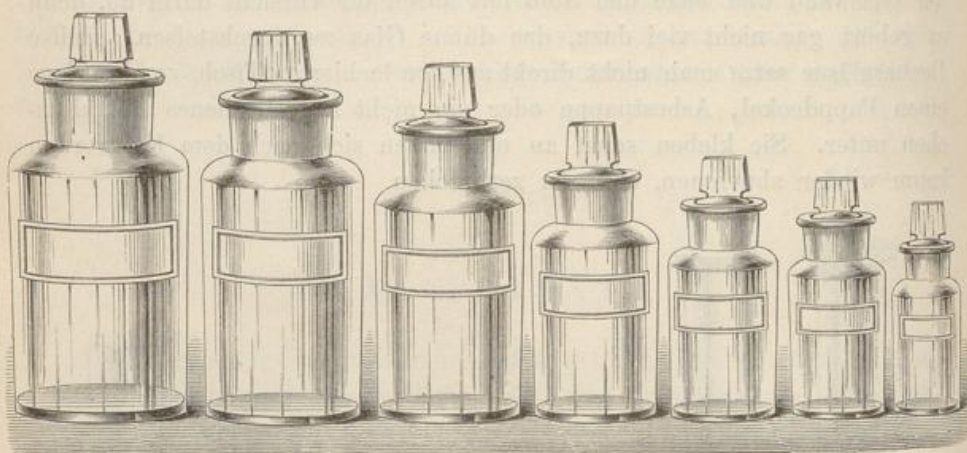


Fig. 341. Pulvergläser.

abgeschliffen sein, damit man sie mit einer ebenfalls geschliffenen Glasplatte bedecken und luftdicht verschließen kann.

4. Pulvergläser (Fig. 341) und Flaschen (Fig. 342) zu Stand-

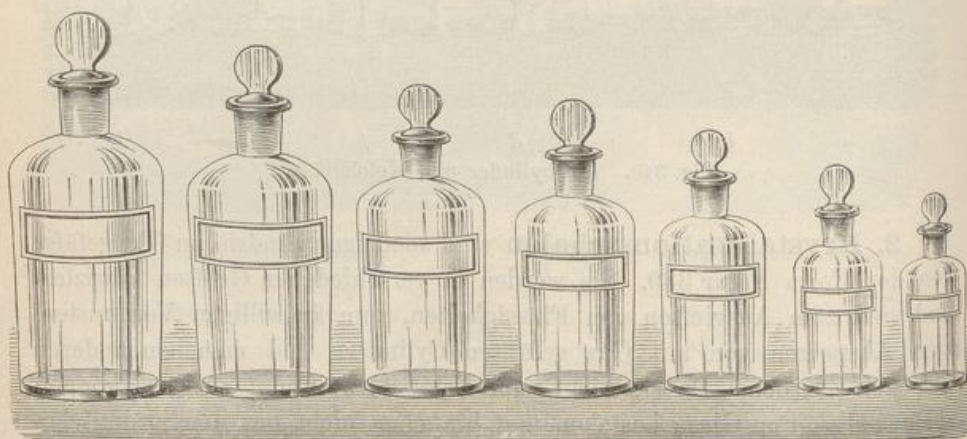


Fig. 342. Flaschen.

gefäßen. Man hat diese von 1 Liter Inhalt an abwärts bis zu etwa 50 g, am besten alle mit eingebrannten Schildern. Wo dies nicht thunlich ist, schreibt man die Namen auf Papierschilder, klebt diese mit Gummi auf, reibt sie nach dem völligen Trocknen mit Paraffin ein und glättet sie mit einem Falzbein. So behandelte Papierschilder halten zwar die Verunreini-

gung mit Säuren nicht lange aus, vertragen aber oft wiederholtes Abwaschen mit Wasser sehr gut. Man kann die Schilder, statt zu paraffinieren, auch mit Dammar- oder Kopallack überziehen. Dann müssen sie aber vorher mit Stärkekleister überstrichen und gut getrocknet werden, damit der Lack nicht in das Papier eindringt und dieses transparent macht. Mit Tinte geschriebene Etiketten lassen sich freilich auf diese Weise nicht behandeln, da die Schrift durch den Kleister zum Auslaufen gebracht werden würde.

Das Festsitzen der eingeschliffenen Glasstöpsel im Halse der Flaschen wird bei der in Figur 343 abgebildeten Form, welche SWARTS* empfiehlt, vermieden. Wie sich aus der Zeichnung ergibt, schließt der konische Teil des Stöpsels nicht dicht; der Verschluss wird vielmehr durch die genau aufeinander geschliffenen Horizontalflächen *aa* bewirkt. Hat sich der Stöpsel festgesetzt, so kann man ihn leicht durch Einschieben einer flachen Messerklinge bei *a* lösen.

5. Retorten, Kolben, Kuglröhren.

Retorten sind bauchige Gefäße mit umgebogenem, verjüngtem Halse zum Destillieren von Flüssigkeiten (Fig. 344). Sie sind entweder ganz geschlossen (*a, b*) oder oben, da wo der Bauch in den Hals übergeht, mit einem Tubulus versehen, zum Eingießen der Flüssigkeiten, Einbringen fester Körper, Einschütten von Pulvern, Einsetzen eines Thermometers oder Anbringung eines Trichter-, Sicherheits- oder Gaseinleitungsrohrs. Der Tubulus muß so angesetzt sein, daß Glasstäbe, Thermometer, Trichterröhren etc. durch ihn möglichst senkrecht in den Bauch der Retorte eingeführt werden können (*c*) und nicht die seitliche Glaswand berühren (*d*); letztere sind nicht gerade verwerflich, aber für manche Zwecke nicht brauchbar. Auch auf die Form der Umbiegung des Halses kommt es an: Die innere Biegung muß möglichst scharf eingedrückt sein, ohne daß dabei die Halsweite verengert wird (*a*); nicht darf sie wie *b* gestaltet sein (obgleich dies für gebogene Glasröhren die richtigere Form ist, siehe oben Seite 124). Der Grund hierfür liegt

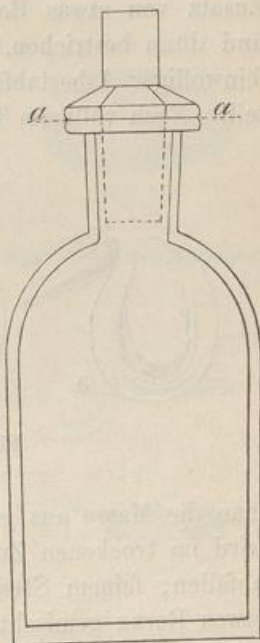


Fig. 343. Flasche mit Glasstöpsel nach SWARTS.

* Chemiker-Zeitung, Bd. 14, S. 836. — Chem. Centr.-Blatt 1899, II, S. 130.

in dem Umstande, daß aufspritzende Tropfen bei der Biegung *b* leicht in den Hals geraten, in die Vorlage hinabfließen und das Destillat verunreinigen, was bei der Form *a* weit weniger leicht möglich ist. Wie Retorten in Sandbäder eingesetzt werden, ist bereits oben besprochen, und wie sie bei der Destillation behandelt werden, wird später gezeigt.

Um Retorten gegen die Hitze widerstandsfähiger zu machen und vor dem Springen zu bewahren, versieht man sie mit einem Thonbeschlag, welchen man nach MARECK* folgendermaßen erzeugt. Der Bauch der Retorte wird mittels eines weichen Borstenpinsels mit syrupdickem, durch Zusatz von etwas Boraxpulver verdicktem Wasserglas ganz gleichmäßig und dünn bestrichen, und auf dieser Unterlage mittels eines Drahtsiebes feinwolliger Asbestabfall, mit wenig scharfem Sand gemischt, darauf verteilt. Nach völligem Trocknen streicht man einen Thonüberzug auf, wozu

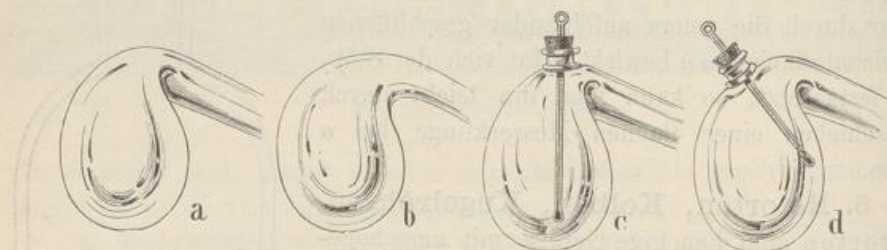


Fig. 344. Gute und schlechte Retorten.

man die Masse aus gutem, weichem plastischen Thon herstellt. Derselbe wird im trockenen Zustande gepulvert, mit ebensolchen wolligen Asbestabfällen, feinem Seesand oder statt dessen feinsandigem Chamotte und etwas Borax gemischt und mit Wasser zu einem Brei angerührt, der sich mit einem Borstenpinsel gut aufstreichen läßt. In der Regel genügt ein einmaliger Anstrich schon, um einen glatten Überzug zu erzeugen, der selbstverständlich nach Belieben mehrfach wiederholt werden kann. Vor dem Gebrauch muß der Beschlag völlig trocken sein, und das Erhitzen darf anfangs nur ganz allmählich geschehen.

Kolben oder Kochflaschen sind Flaschen mit fast kugelförmigem, unten sanft eingedrücktem Bauch (siehe weiter unten Fig. 349) und cylindrischem, gerade aufgesetztem Halse, welcher entweder dünn und ausgebogen (zum Ausgießen) oder mit dickem Glasrande umlegt ist (zum Verstöpseln). Boden und Seitenwand des Bauches müssen ganz gleichmäßig dünn sein, damit jener beim Erhitzen nicht abspringt. Die Kolben haben vielfache Verwendung: sie dienen ebensowohl zum Kochen und

* Chem. Centr.-Blatt 1885, S. 364.

Destillieren, als auch zur Gasentwicklung etc. (siehe Fig. 245—247). Beim Erhitzen werden sie auf ein Drahtnetz, ein Stück Asbestpappe, ein Schutzblech oder in eine eiserne Schale gesetzt mit oder ohne Sand.

Kolben mit rundem Boden bedürfen eines Untersatzes, wozu bei größeren Apparaten Strohkränze oder Korbunter-setzer dienen. Für mittlere und kleine Kolben sind Unterlegringe von Suberit, einer Masse aus Korkabfällen (Fig. 345), sehr bequem. Die Masse ist glatt und weich und verträgt sehr gut die Temperatur erhitzter Kolben mit siedenden Flüssigkeiten.



Fig. 345.

Die sogenannten ERLLENMEYER'schen Kolben haben einen ganz flachen Boden und schräg nach oben gehende Wände, wie ein umgekehrter Trichter. Sie lassen sich leicht reinigen und sind besonders dann zu empfehlen, wenn es sich um Beseitigung, bzw. Wiedergewinnung von Niederschlägen, die sich an der Glaswand festsetzen, handelt, wie oben (Seite 161) beschrieben worden ist.

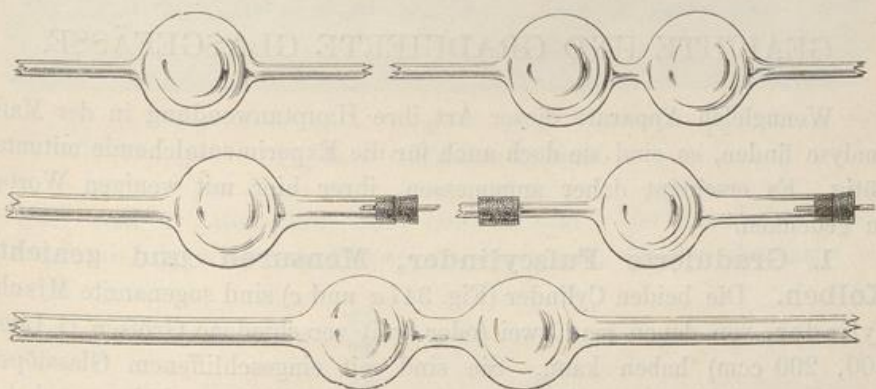


Fig. 346. Kugelröhren.

Kugelröhren sind engere oder weitere Röhren mit einer oder zwei Kugeln in der Mitte (Fig. 346). Sie werden zum Erhitzen kleiner Mengen von Substanz im Gasstrome benutzt. Man hat solche, deren Röhren auf beiden Seiten der Kugel gleich weit sind, und andere, mit einerseits weitem, andererseits engem Rohr. Durch das letztere können sie vermittels eines Korks in ein anderes Rohr oder auf einen Kolben etc. gesetzt werden. — In den meisten Fällen kann man statt der Kugelröhren:

Böhmische Röhren aus schwer schmelzbarem (Kali-) Glas anwenden, deren Handhabung entschieden einfacher und bequemer ist. Sollen darin schmelzende Körper oder Flüssigkeiten erhitzt werden, so schiebt

man ein Porzellanschiffchen ein. Da diese Röhren sehr häufig gebraucht werden, so hält man sich einen Vorrat von verschiedenen langen und weiten, zurechtgeschnittenen und am Rande umgeschmolzenen Stücken, 12—50 und 70 cm lang, in einem besonderen Fache des Experimentiertisches (siehe oben Seite 22). Ebenso richtet man sich eine größere Anzahl durchbohrter Korke von verschiedener Dicke und mit eingesetzten Glasröhren (5—12 cm lang) her, die in einem anderen Fache des Experimentiertisches ihren Platz finden. Soll ein böhmisches Rohr gebraucht werden, so wählt man ein solches von passender Länge und Weite aus, palst die Korke ein, und der Apparat ist fertig. Gute Röhren können wiederholt benutzt werden; waren sie glühend, so läßt man sie langsam abkühlen, reinigt sie sogleich wieder und bringt sie an ihren Ort zurück. Auch die Korke können viele Male hintereinander dienen.

GEAICHTE UND GRADUIERTE GLASGEFÄSSE.

Wenngleich Apparate dieser Art ihre Hauptanwendung in der Mafsanalyse finden, so sind sie doch auch für die Experimentalchemie mitunter nötig. Es erscheint daher angemessen, ihrer hier mit wenigen Worten zu gedenken.

1. Graduierte Fufscylinder, Messuren und geaichte Kolben. Die beiden Cylinder (Fig. 347 *a* und *c*) sind sogenannte Mischcylinder, von denen man zwei (oder drei) verschiedene Gröfsen (1 Liter, 500, 200 ccm) haben kann. Sie sind mit eingeschliffenem Glasstöpsel versehen und dienen zur Herstellung von Flüssigkeitsgemischen nach bestimmtem Mafs. Die Cylinder *b* und *d—h* sind mit Ausguß versehen (Ausgußcylinder). Auch von dieser Sorte hat man verschiedene Gröfsen (1 Liter, 500, 200, 100, 50 und 20 ccm). Man benutzt sie zum Abmessen bestimmter Flüssigkeitsmengen. Kommt es hierbei nicht auf besonders grofse Genauigkeit an, so sind geaichte Porzellanmafse oder Messuren (Fig. 348) von 1 Liter oder 500 ccm etc. Inhalt passend, welche im Innern Teilstriche für je 100 oder 50 ccm haben.

Die geaichten Kolben (Fig. 349) werden benutzt, wenn man Flüssigkeiten mit gröfserer Genauigkeit auf ein bestimmtes Volumen bringen will, als das durch die Mischcylinder möglich ist. Der Hals dieser Gefäße mufs verhältnismäfsig eng und ihre Gröfse so bemessen sein, dafs

das Niveau der bestimmten Menge Flüssigkeit, für die sie geaicht sind, ungefähr in der Mitte des Halses zu stehen kommt. Die gebräuchlichsten

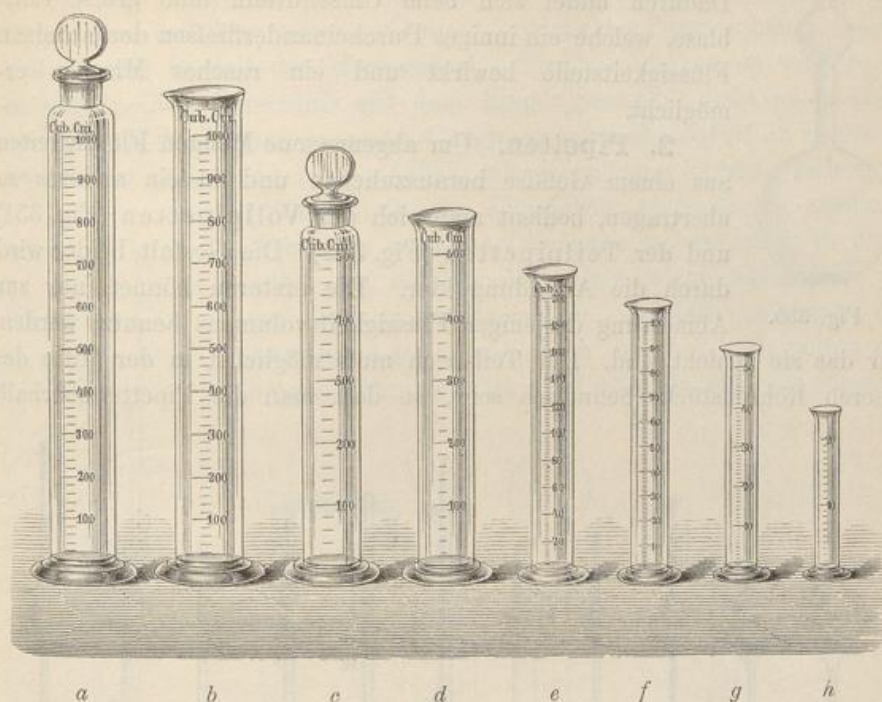


Fig. 347. Graduierte Cylinder.

Größen sind 1 Liter, 500, 200, 100, 50 ccm. Der Literkolben kann passend mit eingeriebenem Stöpsel versehen sein, da man ihn meist be-

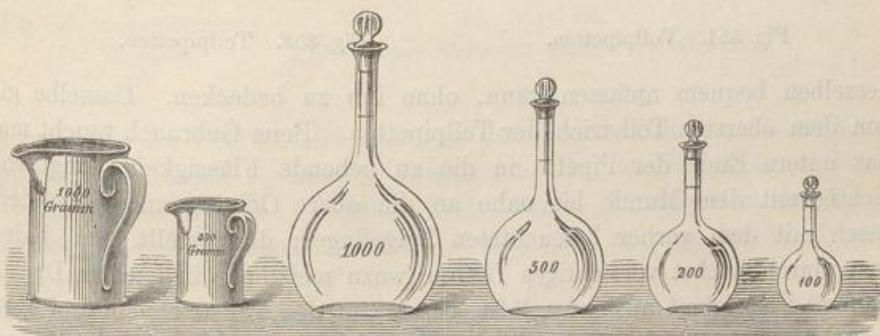


Fig. 348. Mensuren.

Fig. 349. Geaichte Kolben.

nutzt, um eine Flüssigkeit durch Mischen mit einer anderen oder durch Zusatz von Wasser mit möglichster Genauigkeit auf das Volumen eines Liters zu bringen.

Mit Vorteil giebt man solchen Mefskolben nach BILTZ* über der Marke am Halse eine kugelförmige Erweiterung (Fig. 350). Dadurch bildet sich beim Umschütteln eine große Luftblase, welche ein inniges Durcheinanderfließen der einzelnen Flüssigkeitsteile bewirkt und ein rasches Mischen ermöglicht.



Fig. 350.

2. Pipetten. Um abgemessene Mengen Flüssigkeiten aus einem Gefäße herauszuheben und in ein anderes zu übertragen, bedient man sich der Vollpipetten (Fig. 351) und der Teilpipetten (Fig. 352). Die Gestalt beider wird durch die Abbildung klar. Die ersteren können nur zur Abmessung desjenigen Flüssigkeitsvolumens benutzt werden, für das sie geaicht sind. Der Teilstrich muß möglichst in der Mitte des oberen Röhrenstücks befindlich sein, so daß man die Pipette oberhalb

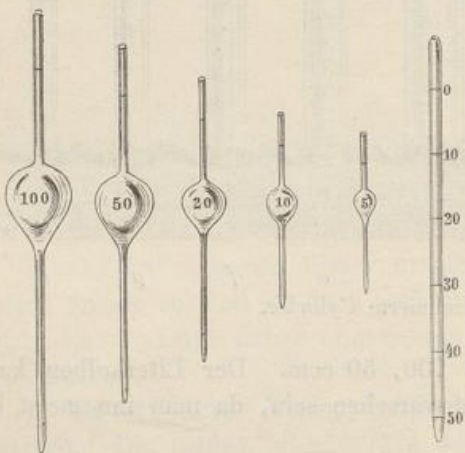


Fig. 351. Vollpipetten.

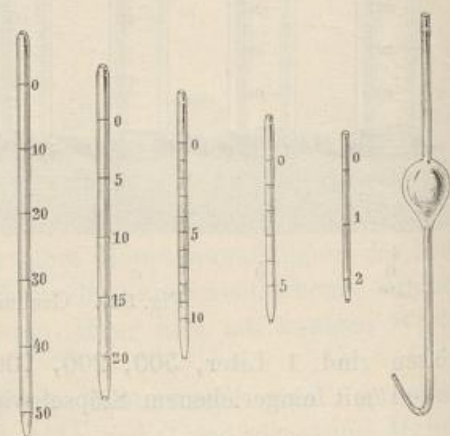


Fig. 352. Teilpipetten.

desselben bequem anfassen kann, ohne ihn zu bedecken. Dasselbe gilt von dem obersten Teilstrich der Teilpipetten. Beim Gebrauch taucht man das untere Ende der Pipette in die zu hebende Flüssigkeit, saugt vorsichtig mit dem Munde bis nahe an die obere Öffnung und verschließt rasch mit dem vorher befeuchteten Zeigefinger; dann stellt man, indem man durch höchst vorsichtiges Lüften (wozu meistens ein leichtes Drehen genügt) Flüssigkeit auslaufen läßt, genau auf den Teilstrich ein und überträgt den Inhalt der Pipette entweder ganz oder (bei Teilpipetten) durch Ablesen an den unteren Teilstrichen in das andere Gefäß. Die Vollpipetten sind meistens (was man wissen muß) „auf Abstrich“ geaicht, das heißt,

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 29, S. 282. — *Chem. Centr.-Blatt* 1896, II, S. 817.

man muß die letzten Flüssigkeitstropfen durch Abstreichen an der Wand des Gefäßes ablaufen lassen; die Teilpipetten dagegen streicht man nicht ab, sondern läßt nur bis zu dem bestimmten Striche ausfließen. Die Genauigkeit und Bequemlichkeit beim Gebrauche der Pipetten hängt wesentlich von der Gestalt der Öffnungen ab. Sind die oberen zu weit, so ist es schwer, den Verschluss mit dem Finger genügend dicht zu erhalten, um während des Übertragens und Abmessens keine Flüssigkeit zu verlieren; sind sie zu eng, so ist es unmöglich, mit der nötigen Vorsicht so leise zu lüften, daß die Flüssigkeit tropfenweise ausfließt. Wenn die unteren Öffnungen zu weit sind, so fließt selbst bei dichtem Verschluss leicht Flüssigkeit ab, und wenn sie wiederum zu eng sind, so dauert das Ausfließen zu lange. Auch darf bei Vollpipetten das untere Rohr nicht zu kurz sein, da man die Pipetten



Fig. 353. Saugvorrichtung für Pipetten.

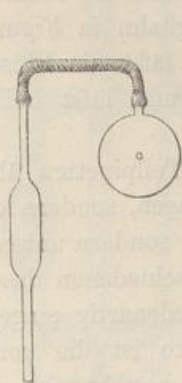


Fig. 354—356. Pipette zum Abmessen giftiger Flüssigkeiten.

sonst nicht für tiefe Gefäße benutzen kann; und endlich muß der Mittelkörper nach unten etwas spitz ausgezogen sein, so daß er innen keinen Wulst besitzt; in einem solchen Falle würde Flüssigkeit in der Pipette zurückbleiben und deren Volumen je nach der Haltung der Pipette veränderlich sein.

Die letzte Abbildung in Figur 352 ist eine Hakenpipette zum Einbringen von Flüssigkeiten in Röhren von unten her.

Wenn Pipetten nicht mit dem Munde angesaugt werden können, z. B. bei Flüssigkeiten, welche schädliche Dämpfe entwickeln, wie Brom etc., so setzt man entweder ein Absorptionsrohr auf oder versieht die Pipette oben mit einem Gummihütchen, wie bei den in der Medizin oder Mikro-

skopie gebräuchlichen Tropfapparaten. Empfehlenswert ist folgende von STROSCHEN* angegebene Einrichtung, welche sich besonders gut für Messpipetten von geringerem Inhalt eignet. Ein oben zugeschmolzenes Glasrohr von wenig größerem Durchmesser als das Pipettenrohr wird über letzteres geschoben und durch ein kurzes Stück steifen Gummischlauch damit verbunden (Fig. 353). Man faßt das obere Ende des Pipettenrohrs mit der linken Hand, Glasrohr und Schlauch mit der rechten, und schiebt diesen durch drehende Bewegungen nach oben oder unten, je nachdem man die Pipette füllen oder leeren will.

Dem gleichen Zwecke dient die von REID** angegebene Pipette zum Abmessen giftiger Flüssigkeiten (Fig. 354). Die Pipette ist mittels Gummischlauch mit einem Gummiball verbunden, der in der Mitte eine Öffnung hat. Man preßt bei verschlossener Öffnung den Ball zusammen, taucht die Pipette in die Flüssigkeit, läßt den Ball sich ausdehnen und preßt den Schlauch mit der anderen Hand zu, sobald die Flüssigkeit bis zur Marke gestiegen ist. Der Dreiweghahn in Figur 355 gestattet eine bequemere Füllung der Pipette. Man läßt die Flüssigkeit bis über den Hahn aufsteigen, stellt letzteren ab und läßt bei einer Stellung wie Figur 356 die Flüssigkeit abfließen.

3. Büretten. Diese sind den Teilpipetten ähnlich, nur mit dem Unterschiede, daß sie nicht durch Saugen, sondern durch Eingießen gefüllt und auch (in der Regel) nicht oben, sondern unten geschlossen werden. In der Mafsanalyse hat man für die verschiedenen daselbst zur Anwendung kommenden Flüssigkeiten sehr verschiedenartig eingerichtete Instrumente dieser Art nötig. Für unsere Zwecke ist die von MOHR verbesserte Quetschhahnbürette ausreichend. Sie besteht aus einem Glasrohr von möglichst gleichmäßiger innerer Weite, ist am unteren Ende verjüngt und daselbst mit Kautschukrohr, Quetschhahn und Ausflußrohr versehen. Die gebräuchlichsten Größen sind 100, 50, 25, 20, 10, 5 ccm. Die größeren sind in ganze oder halbe, die kleineren in fünftel oder zehntel Kubikcentimeter geteilt. Der obere Teilstrich ist der Nullpunkt. Beim Gebrauche stellt man die Bürette senkrecht in ein passendes Stativ (Fig. 357 und 358), füllt sie bis über den Nullpunkt so, daß die eingegossene Flüssigkeit nicht schäumt, stellt dann durch vorsichtiges Lüften des Quetschhahns genau auf den Nullpunkt ein und läßt die gewünschte Menge Flüssigkeit durch Öffnen des Quetschhahns auslaufen. Da durch die Adhäsion der Glaswand beim Auslaufen etwas Flüssigkeit zurückgehalten wird, welche erst nach einiger Zeit herunterfließt, so darf man sich mit

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 13, S. 660. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 114.

** *Chem. News*, Bd. 66, S. 106. — *Chem. Centr.-Blatt* 1892, II, S. 774.

dem Ablesen nicht allzusehr beeilen, was namentlich bei engeren Büretten zu beachten ist.

In keiner Bürette stellt sich die Flüssigkeit horizontal, sondern bildet je nach der Weite derselben einen nach unten gewölbten Meniskus. Beim

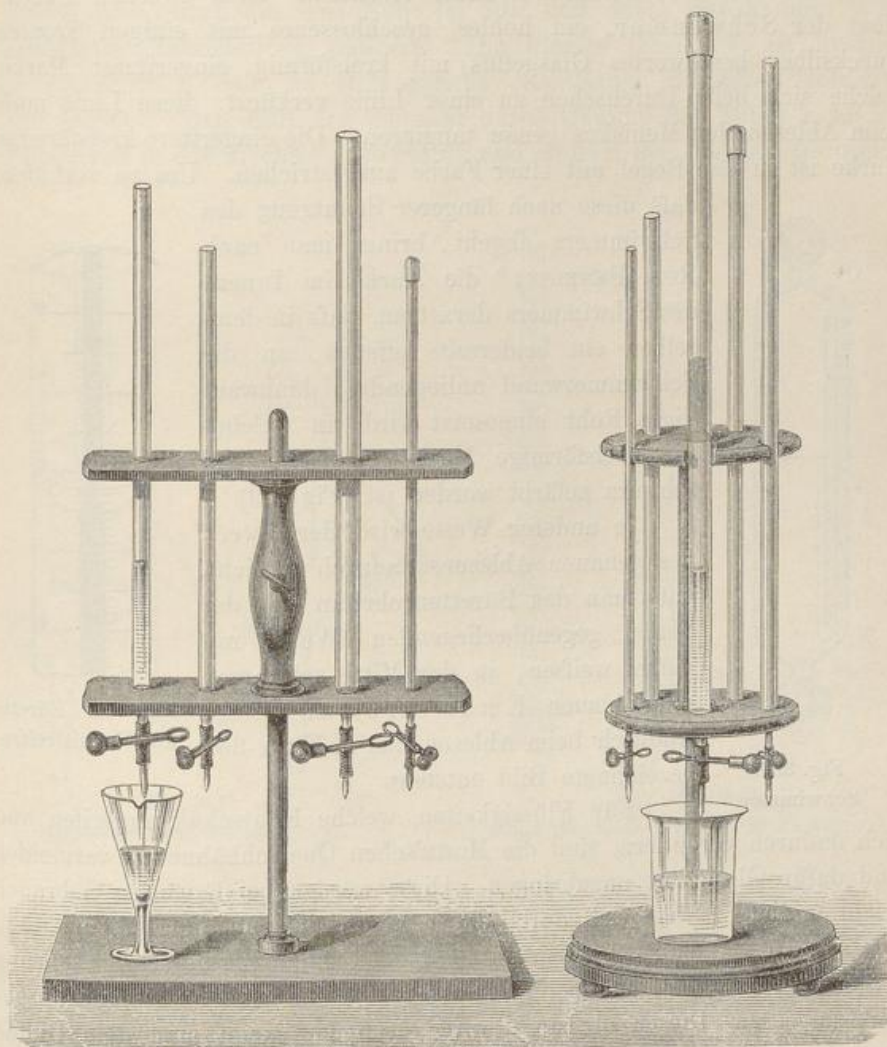


Fig. 357. Büretten und Bürettenstative. Fig. 358.

Ablesen oder Einstellen auf einen bestimmten Teilstrich ist zu beachten, daß der tiefste Punkt dieses Meniskus genau die horizontale Ebene berühren muß, welche durch den Teilstrich geht. Man wird daher nur dann richtig ablesen, wenn man das Auge selbst in diese horizontale Ebene bringt. Um dies genau erreichen zu können, sind verschiedene

Mittel vorgeschlagen. Am einfachsten erreicht man den Zweck, wenn man ein für alle Mal um jede Bürette einen an der einen Seite aufgeschlitzten, federnden, leicht verschiebbaren Metallring anbringt und denselben beim Ablesen so einstellt, daß sein oberer Rand wie eine gerade, den tiefsten Punkt des Meniskus berührende Linie erscheint. Dem gleichen Zwecke dient der Schwimmer, ein hohles, geschlossenes mit einigen Tropfen Quecksilber beschwertes Glasgefäß mit kreisförmig eingeritzter Marke, welche sich beim Durchsehen zu einer Linie verkürzt; diese Linie muß beim Ablesen den Meniskus genau tangieren. Die eingeritzte kreisförmige Marke ist in der Regel mit einer Farbe ausgestrichen. Um zu verhüten,

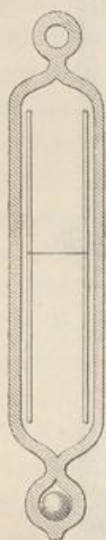


Fig. 359.
Schwimmer.

daß diese nach längerer Benutzung des Schwimmers abgeht, bringt man nach RUD. BENEDIKT* die Marke im Innern des Schwimmers derart an, daß in demselben ein beiderseits offenes, an die Schwimmerwand anliegendes, dünnwandiges Rohr eingesetzt wird, in welches die kreisförmige Marke eingätzt und schwarz gefärbt worden ist (Fig 359).

In anderer Weise wird der Zweck des genauen Ablesens dadurch erreicht, daß man das Büettenrohr an der der Skala gegenüberliegenden Wand mit einem weißen, in der Mitte schwarzen oder blauen Emailstreifen belegt, wodurch beim Ablesen das in Figur 360 gezeichnete Bild entsteht.

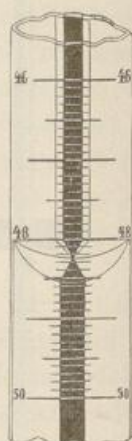


Fig. 360. Bürette
mit Emailstreifen.

Für Flüssigkeiten, welche Kautschuk angreifen und sich dadurch verändern, sind die MOHR'schen Quetschhähne zu vermeiden und dafür Glashähne anzubringen. Diese werden bei längerem Gebrauch leicht undicht, indem sich durch das häufige Auf- und Zudrehen auf dem Umfang des Hahnkörpers zwischen den beiden Öffnungen der Durchbohrung Rillen bilden, welche auch bei geschlossenem Hahn etwas Flüssigkeit durchsickern lassen. Dieser Übelstand wird vermieden, wenn man dem Hahn nach F. HUGERSHOFF** gegen das Büettenrohr eine schiefe Stellung giebt. Die Rillen bilden sich dann nicht in der Achse der Bürette, und der Hahn bleibt dicht. In anderer Weise wird derselbe Zweck nach GREINER & FRIEDRICHS*** erreicht, wenn man den Hahn zwar senkrecht ansetzt, aber

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 16, S. 217. — *Chem. Centr.-Blatt* 1892, S. 515.

** *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 135.

*** *Zeitschrift für analyt. Chemie*, Bd. 27, S. 470. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 1145.

schief durchbohrt (Fig. 362—364). Das Ausflusrohr muß dann seitlich angesetzt werden. Bringt man zwei Durchbohrungen an, so erhält man einen Zweiwegbahn (GREINER'scher Patenthahn), welcher für manche Zwecke vorteilhaft ist, z. B. für Zu- und Abflusbüretten, bezw. -Pipetten, welche man durch das eine Rohr (*a*) füllt und durch das andere (*b*) bei geänderter Hahnstellung entleert. Die Pipette (Fig. 364) ist überdies so eingerichtet, daß sie stets gleiche Quantitäten Flüssigkeit aufnimmt und abgibt: Man füllt den Apparat durch Öffnung des Rohrs *a*, bis die Flüssigkeit in den Trichter *d* überläuft, und entleert den Überschuss durch *c*.

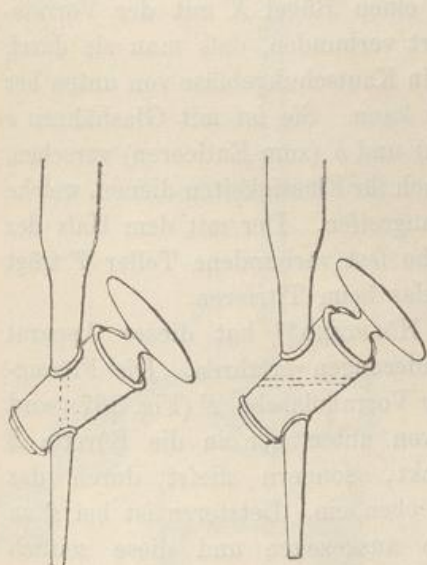


Fig. 361.

Glashahn nach HUGERSHOFF.

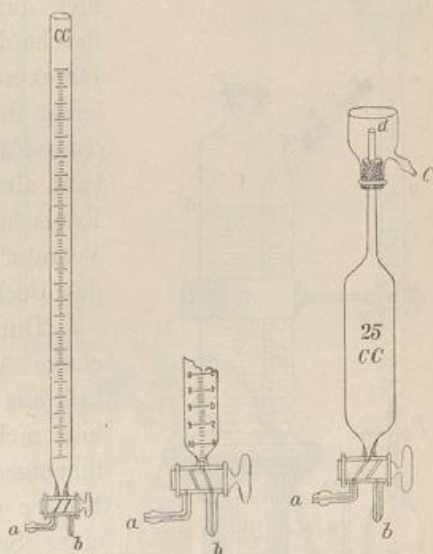


Fig. 362—364.

Glashahn nach GREINER & FRIEDRICH.

Apparate, bei denen die Bürette mit dem Vorratsgefäß für die Titerflüssigkeit gleich so verbunden ist, daß sie aus demselben durch Luftdruck gefüllt werden kann, sind in verschiedenen Formen in Gebrauch. Sie leisten gute Dienste, wenn eine größere Zahl von Titrierversuchen hintereinander auszuführen ist.

Der Apparat von DUCRETET* ist in Figur 365 abgebildet. *R* ist der Behälter für die Titerflüssigkeit, *S* ein passender Untersatz für denselben, *B* die Bürette mit dem Halter *A* und der Klemme *M*. Durch *T* und *b''*, *b'''* ist sie mit dem bis fast auf den Boden von *R* reichenden Glasrohr *o'* verbunden. *p'* ist eine Gummikugel mit Ventil *o*, *F* ein

* *Sucrerie indigène*, Bd. 24, No. 21. — *Chem. Centr.-Blatt* 1885, S. 229.

Glasstöpsel mit der Öffnung o'' und V die Mischflasche mit dem Glasstab a .

Ist R mit der Titerflüssigkeit gefüllt, so drückt man B' zusammen und treibt die Luft aus o aus. Beim Nachlassen des Drucks steigt die Flüssigkeit durch o' auf und füllt die Bürette, jedoch nur bis zum Nullpunkt n , weil der Überschuss durch das Rohr T zurückläuft; hierdurch wird das bei den gewöhnlichen Apparaten nötige Einstellen auf den Nullpunkt erspart.

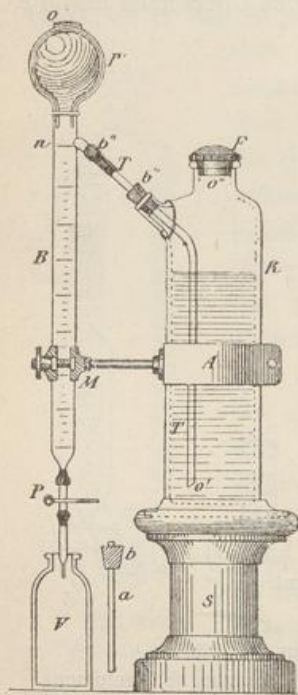


Fig. 365. Titrierapparat nach DUCRETET.

Einen kompendiösen Titrierapparat nach KNÖFLER* zeigt Figur 366. Die Bürette B ist hier durch einen Bügel K mit der Vorratsflasche derart verbunden, daß man sie durch Druck auf ein Kautschukgebläse von unten her leicht füllen kann. Sie ist mit Glashähnen a (zum Füllen) und b (zum Entleeren) versehen, kann also auch für Flüssigkeiten dienen, welche Kautschuk angreifen. Der mit dem Hals der Vorratsflasche fest verbundene Teller T trägt das Becherglas beim Titrieren.

Durch HÖBLING** hat dieser Apparat einige Abänderungen erfahren. Die Flüssigkeit aus der Vorratsflasche F (Fig. 367) wird hier nicht von unten her in die Bürette B hineingedrückt, sondern fließt durch das Rohr c von oben ein. Letzteres ist bei d zu einer Spitze ausgezogen und diese seitlich gekrümmt. Um die Bürette zu füllen, bleibt der Quetschhahn C geschlossen, A wird geöffnet, und mittels des Kautschukgebläses D Luft durch f in die Flasche gedrückt. Ist die Flüssigkeit in der Bürette bis über die untere Spitze von d gestiegen, so schließt man A , öffnet C , um die gepresste Luft aus F entweichen zu lassen, und öffnet A abermals. Durch Heberwirkung wird jetzt aus der Bürette so viel Flüssigkeit zurückgesaugt, daß die Spitze von d eben frei ist. Man kann nun die Bürette in ihrem Halter leicht so einstellen, daß nach dem Zurückfließen der Flüssigkeitsspiegel in B genau am Nullpunkt der Teilung steht; die Bürette ist

* Chemiker-Zeitung, Bd. 13, S. 561. — Chem. Centr.-Blatt 1889, I, S. 769.

** Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 28, S. 431. — Chem. Centr.-Blatt 1889, II, S. 624.

dann ein für allemal eingestellt, und bei wiederholter Füllung braucht man nur Sorge zu tragen, daß die beiden Quetschhähne *A* und *C* so lange offen gehalten werden, bis auch der letzte Tropfen in *d* emporgesaugt ist.

Da beim experimentierenden Unterricht die Büretten selten gebraucht werden, so löse man nach der Benutzung den Kautschukschlauch und Quetschhahn, reinige und trockne das Instrument sorgfältig aus und bewahre es vor Staub geschützt in einem besonderen Kasten.

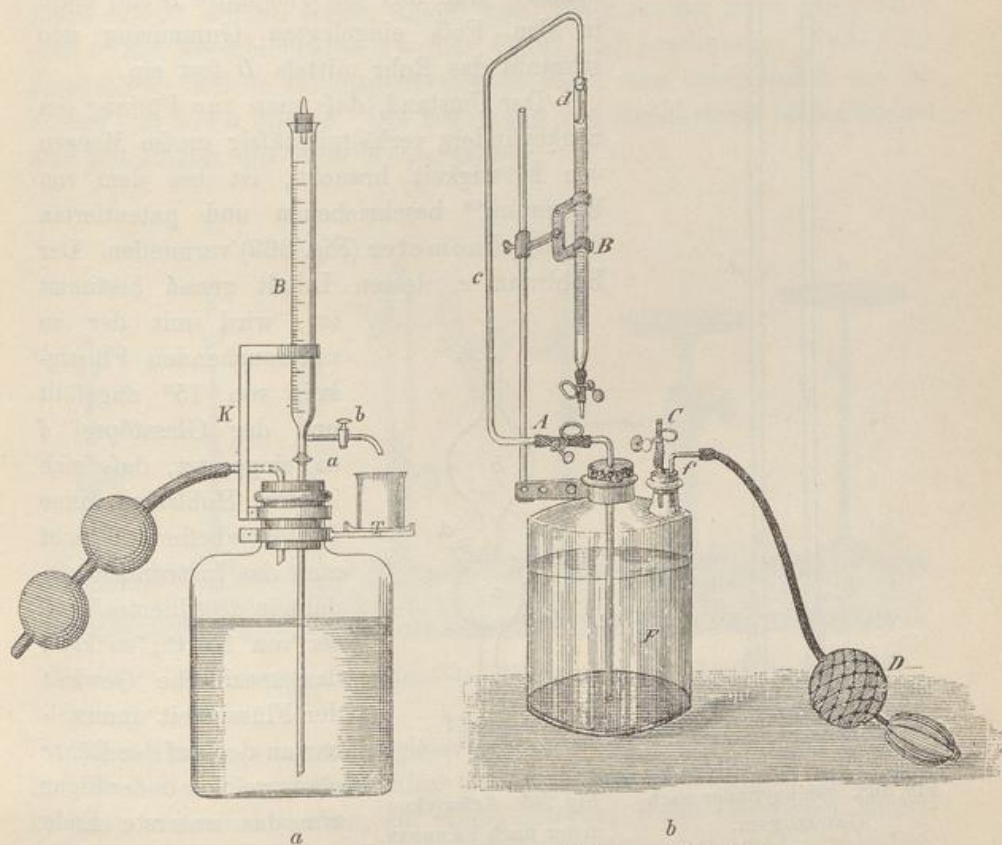


Fig. 366. Titrierapparat nach KNÖFLER. Fig. 367.

4. Aräometer. Für die Zwecke des Experimentalunterrichtes genügen ein Aräometer nach BEAUMÉ für spezifisch leichtere, und ein desgleichen für spezifisch schwerere Flüssigkeiten als Wasser, an deren Skala zugleich die den Graden nach Bé. entsprechenden spezifischen Gewichte verzeichnet sind, und ein Alkoholometer mit Skalen nach Gewichts- und Volumverhältnissen; dazu einige Senkcylinder von geeigneter Größe. Letztere bestehen in der am meisten gebräuchlichen Form aus einem unten zugeschmolzenen oben erweiterten Glascylinder, welcher in einen Holzfuß

eingekittet ist. Behufs leichterer Reinigung empfiehlt GAWALOWSKI* das Rohr *A* (Fig. 368) unten nicht zu schliessen, sondern eben zu schleifen und mit einer eben geschliffenen gläsernen Deckplatte *B* zu versehen,

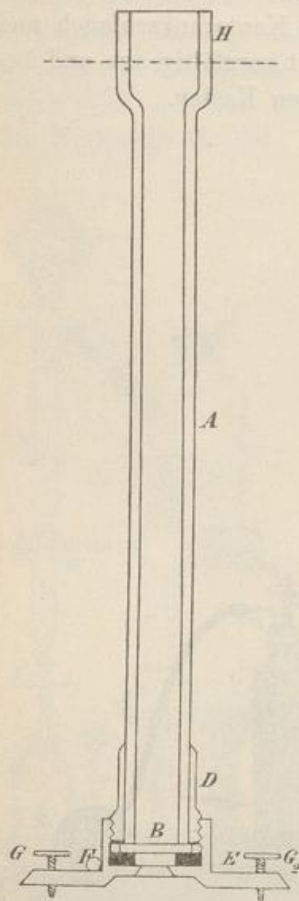


Fig. 368. Senkeylinder nach GAWALOWSKI.

welche durch eine Metallfassung *D* und eine Überwurfschraube mit Fufs *E* befestigt wird. Die Richtigstellung erfolgt durch drei Fufschrauben *G* mittels einer aufgesetzten Libelle *F*. Man legt die Glasplatte *D* auf einen in den Fufs eingelegten Gummiring und schraubt das Rohr mittels *D* fest ein.

Der Umstand, dass man zur Füllung des Senkeylinders verhältnismässig große Mengen von Flüssigkeit braucht, ist bei dem von EICHHORN** beschriebenen und patentierten Aräopyknometer (Fig. 369) vermieden. Der Hohlraum *c*, dessen Inhalt genau bestimmt



Fig. 369. Aräopyknometer nach EICHHORN.

ist, wird mit der zu untersuchenden Flüssigkeit von 15° angefüllt und der Glasstöpsel *d* so eingesetzt, dass sich in dem Hohlraum keine Luftblase befindet. Taucht man das Instrument alsdann in destilliertes Wasser von 15° C., so kann das spezifische Gewicht der Flüssigkeit unmittelbar an der auf der Röhre *a* (von welcher in der Figur nur das unterste Ende gezeichnet ist) befind-

lichen Skala abgelesen werden. Die Kugel *b* über dem Hohlraum *c*, das auf letzterem angeblasene Glasauge *e* und die mit Quecksilber gefüllte Kugel *f* dienen zur Herstellung des stabilen Gleichgewichts beim Einsenken des Instruments in die Flüssigkeit.

* Chem. Centr.-Blatt 1890, I, S. 6.

** Chemiker-Zeitung, Bd. 14, S. 36. — Chem. Centr.-Blatt 1890, I, S. 245.

RÖHRENTRÄGER UND -HALTER, TISCHCHEN, RETORTENHALTER, STATIVE.

1. Röhrenträger und -Halter werden zum Tragen oder Festhalten von Röhren benutzt. Für böhmische Röhren, die durch eine Röhrenheizlampe erhitzt werden sollen, nimmt man Träger von der Form Figur 370 *a* oder *b* mit verschiebbarer eiserner Gabel und beschwertem Fulse, für Kugelröhren, welche festzuspannen sind, wählt man lieber Halter von der Form Figur 371 *a* oder *b*. Die Benutzung und Handhabung beider ergibt sich unmittelbar aus ihrer Konstruktion.

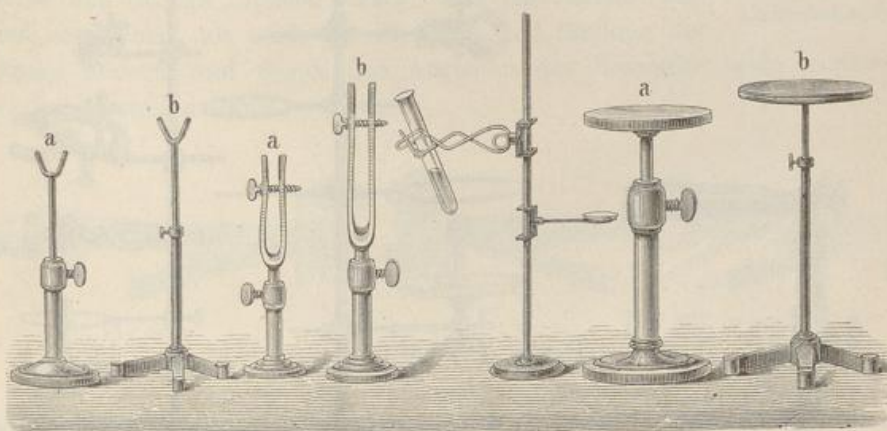


Fig. 370. Röhrenträger.

Fig. 371. Röhrenhalter.

Fig. 372. Tischchen.

Zum Halten von Probierröhrern oder kleineren Kolben und Retorten ist das neben dem Röhrenhalter *b* abgebildete kleine Stativ sehr wohl geeignet. An dem starken, auf einem eisernen Fulse befestigten Metalldraht läßt sich mit Reibung eine federnde Hülse auf- und abschieben, so daß sie in jeder Lage von selbst feststeht. In dieser Hülse ist eine sich elastisch schließende Gabel so befestigt, daß sie sich ebenfalls mit Reibung um ihre horizontale Längsachse drehen läßt, wodurch man dem Probierröhr etc. jede gewünschte Neigung geben und es darin festhalten kann. Eine zweite verschiebbare Hülse trägt einen kleinen Ring zum Halten von Uhrgläsern.

2. Tischchen (Fig. 372) werden beim Experimentieren fortwährend gebraucht, um bei den Reaktionen als Untersatz für Bechergläser, Schalen etc. zu dienen; *a* ist ganz aus Holz, der Fuß mit Blei ausgegossen, *b* aus

Eisen, der Teller von Holz. Letzterer sei weder lackiert noch poliert, damit warme Gläser nicht festkleben.

3. Retortenhalter und Stative. Diese vielgebrauchten und sehr notwendigen Instrumente hat man in der verschiedenartigsten Einrichtung und Form. Der Retortenhalter (Fig. 373) ist ganz aus Holz konstruiert, Fuß mit Blei ausgegossen. Dem Arme, der zum Halten der

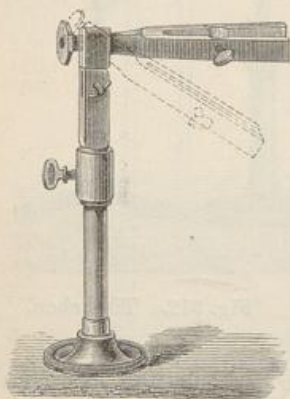


Fig. 373. Retortenhalter.

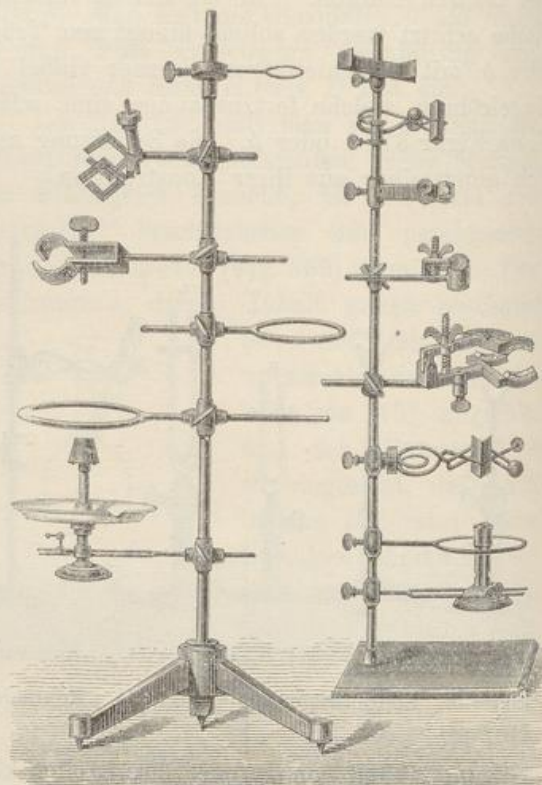


Fig. 374. Stative.

Retorte bestimmt ist, kann man eine dreifache Bewegung erteilen: 1. senkrecht auf- und abwärts innerhalb des Fußes, 2. in einer senkrechten Ebene auf- und abwärts um eine mit Schraube versehene und dadurch fixierbare horizontale Achse, 3. um seine eigene durch eine Holzschraube ebenfalls fixierbare Längsachse. Hierdurch kann man der Retorte sehr verschiedenartige Stellungen erteilen. Die Handhabung des Instruments ist sehr bequem; die Dienste, die es leistet, sind mannigfaltig und sicher. Andere in Holz ausgeführte Konstruktionen können weniger empfohlen werden.

An den in Figur 374 abgebildeten eisernen Stativen sind noch verschiedene andere in Metall ausgeführte Retorten-, Röhren- und Probierglashalter, Tragringe für Eisen- und Porzellanschalen, Büretten- und Lampenträger zur Ansicht gebracht, deren Bestimmung sich nach dem Gesagten von selbst ergibt. Zum Festhalten derselben an der Stange des Stativs dienen verschiedene Muffen, durch welche die Stangen der Halter geschoben und durch eine Schraube festgestellt werden. Gewöhnlich ist noch eine zweite Schraube zum Halten der Muffe selbst nötig. Bei der BECKMANN'schen Universalmuffe (Fig. 375) ist dies vermieden. Die in der Figur sichtbare einzige Schraube dient sowohl zum Feststellen der Muffe, als auch zum Halten der durchgeschobenen Stange, so daß man nach einer einzigen Schraubendrehung Muffe und Stange zugleich lockern und jene sowohl auf- und abschieben, als auch die Richtung und Stellung der Stange ändern und durch das Anziehen der Schraube beide zugleich wieder feststellen kann.

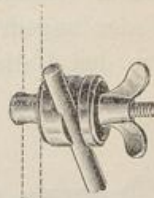


Fig. 375.
BECKMANN'sche
Universal-muffe.



Fig. 376.

Fig. 377.

Bürettenhalter nach MUENCKE.

Von den an den beiden Stativen Figur 374 befestigten Apparaten möge hier nur noch besonders auf den am zweiten Stativ angebrachten Universalretortenhalter von BUNSEN, der die fünfte Stelle von oben einnimmt, aufmerksam gemacht werden. Er hat insofern große Vorzüge, weil er sich gleich gut zum Einspannen der weitesten und engsten Retortenhälse eignet und wegen der Beweglichkeit seines einen Arms stark konisch verjüngte Hälse ebenso sicher festklemmt, wie cylindrische Röhren. Da er überdies noch eine vierfache Bewegung gestattet: — 1. Auf- und Abschiebung mit der Hülse (Nufs), 2. horizontale Verschiebung in derselben, 3. Drehung um die horizontale Achse innerhalb der Nufs und 4. Drehung um die in der Flügelschraube am Ende des Armes gelegene Achse, welche innerhalb einer durch sie gelegten senkrechten Ebene jede beliebige Lage annehmen kann —, so läßt sich die Retorte in jede nur denkbare Lage bringen und selbst in der allergewagtesten Stellung sehr sicher festhalten. Häufiges Putzen der Stangen und der Nufs mit Sandpapier und sorgfältiges Ölen der Schrauben ist zu empfehlen.

Eine andere Form des Bürettenhalters nach MUENCKE* zeigt Figur 376 und 377. Man kann darin engere und weitere Röhren gleich fest halten und die Skala unverkürzt ablesen. Die Auswechselung der Bürette ist sehr leicht. Der eine Backen der Klemme ist winklig gebogen und mit der Nufs durch Stiel fest verbunden. Der andere Backen ist gerade und mit einem Handgriff versehen; er wird durch eine starke S-förmig gebogene Feder angedrückt. Ein Druck auf den Griff mit dem Daumen genügt, um den Halter zu öffnen.

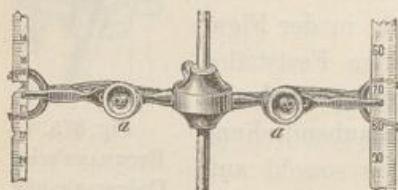


Fig. 378. Bürettenhalter nach HUGERSHOFF.

Der Retorten-, bzw. Röhrenhalter von HUGERSHOFF** ist so eingerichtet, daß durch eine halbe Umdrehung der Schraube *a* die Klemme, welche die Röhre derart hält, daß eine darauf angebrachte Skala an keiner Stelle verdeckt ist, frei wird, wodurch ein bequemes Einsetzen und Herausnehmen der Röhre (bzw. der Bürette) ermöglicht ist (Fig. 378).

Eine Klemme ohne Gelenk, deren Backen sich parallel bewegen, nach SIGMUND NEUMANN*** hat folgende Einrichtung. Ein aus schmied-

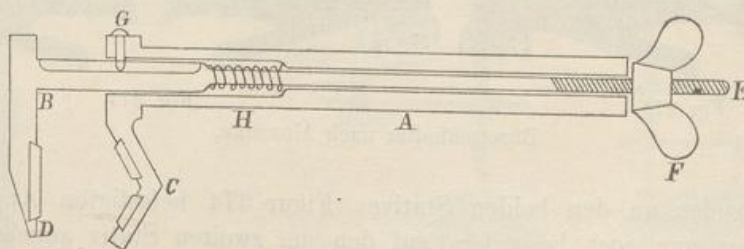


Fig. 379. Bürettenhalter nach NEUMANN.

barem Gußeisen verfertigtes, längeres, rundes Rohr *A* (Fig. 379) ist mit der Klemmplatte *C* aus einem Stück gegossen. Es ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt, und die Durchbohrung bei *H* etwas erweitert. Der Stiel der Klemmplatte *D* wird in die Durchbohrung von *A* eingeschoben; er ist von *B* an 4—5 cm lang etwas dicker, damit er die Erweiterung des Rohrs *A* bei *H* möglichst ausfüllt. Eine hier angebrachte Spiralfeder strebt den Stiel herauszuschieben und die Klemme zu erweitern. Durch eine Schraube *E* mit Flügelmutter *F* werden die Klemmplatten *C* und *D*

* Chem. Centr.-Blatt 1884, S. 117.

** Chem. Centr.-Blatt 1885, S. 561.

*** Math. und naturw. Mitteilungen aus Ungarn, Bd. 6, S. 376. — Chem. Centr.-Blatt 1889, I, S. 769.

zusammengezogen. Der Stift *G* ragt in eine ausgefräste Rinne des verdickten Teils vom Stiel *BE* hinein und verhindert die Drehung der Klemmplatte *D* um ihren Stiel *BE*. Mittels einer Nufs kann die Klemme auf jedem Stativ festgeschraubt werden. Sie läßt sich leicht zerlegen und putzen.

ABDAMPFEN UND TROCKNEN.

Das Abdampfen von Flüssigkeiten und Lösungen geschieht in Schalen aus Porzellan oder emailiertem Eisenblech entweder über freiem Feuer oder in sogenannten Bädern (Wasserbäder, Luftbäder). Letztere werden auch zum völligen Trocknen von Abdampfungsrückständen oder feuchten Niederschlägen auf Filtern benutzt.

1. Abdampfen über freiem Feuer. Dies geht zwar rascher von statten, als das Abdampfen in Bädern, verlangt aber größere Aufmerksamkeit, wenn nicht beständige Überwachung. Man erhitze die Flüssigkeit höchstens zum gelinden Sieden und erhalte dieses durch passende Regulierung der Flamme. Gute Dienste leisten hierbei die Abdampfpöfen mit Heizschlange (Seite 106, Fig. 95 und 96), deren Flämmchen den Boden der Schale nicht berühren dürfen. Benutzt man andere Lampen, so kann leicht Überhitzung an einzelnen Stellen und infolgedessen Anlegen fester Substanz unter Zersetzung derselben eintreten, was bei Mangel an Aufsicht in der Regel zu einem Springen der Schale führt. Hat man größere Mengen Flüssigkeit abzdampfen, so sichert man sich hiergegen durch Benutzung eines Rührwerks, welches man mittels der RABE'schen Turbine treibt. Scheidet die Lösung feste Substanz ab, so ist es stets geraten, das Abdampfen im Wasser- oder Luftbade zu vollenden.

Flüssigkeiten, welche brennbare Dämpfe entwickeln, soll man nie über freiem Feuer, sondern immer nur im Wasserbade unter Einhaltung der weiter unten anzugebenden Vorsichtsmafsregeln abdampfen.

2. Beschleunigung des Abdampfens. Das Abdampfen von Flüssigkeiten wird wesentlich beschleunigt, wenn man für schnelle Entfernung der Dämpfe sorgt, was namentlich beim Verdampfen ohne Sieden von Wichtigkeit ist. In sehr einfacher Weise erreicht man dies nach VOGEL*,

* *Repert. der analytischen Chemie.* — *Chem. Centr.-Blatt* 1883, S. 357.

wenn man dicht über der Oberfläche der Flüssigkeit einen umgekehrten Trichter aufstellt und die Röhre desselben mit der Wasserluftpumpe verbindet. Noch wirksamer wird die Vorrichtung, wenn man die Trichterröhre ganz absprengt und dafür mittels Kork ein Glasrohr einsetzt, dessen inneres Ende mit der Ebene des oberen Trichterumfangs abschneidet. Die Dämpfe sind dann gezwungen, durch dieses Rohr abzuziehen und der Ersatz der frischen Luft erfolgt, indem dieselbe von allen Seiten des Trichterumfangs einströmt und dicht über die Flüssigkeit nach dem Centrum strömt.

Statt des Trichters kann man auch nach KALECSINSKY eine große Retorte (Fig. 380 *A*) anwenden, deren untere Bauchhälfte abgesprengt ist. Man

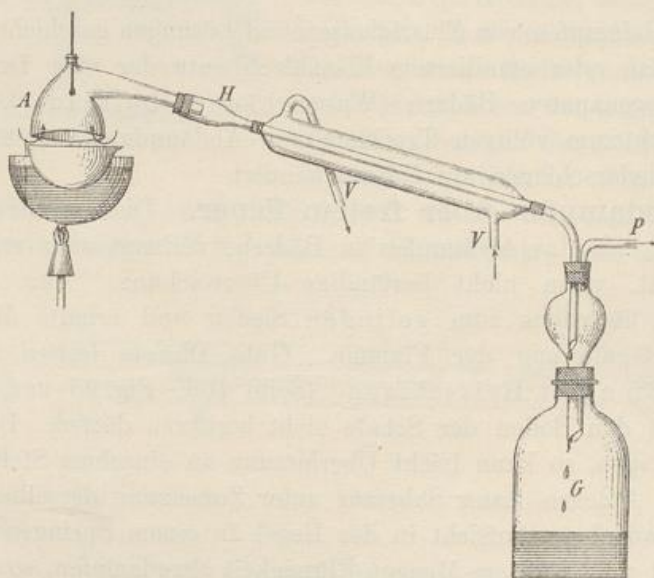


Fig. 380. Beschleunigung des Abdampfens nach KALECSINSKY.

klemmt den Hals in einen Retortenhalter und verbindet ihn mit der Luftpumpe. Diese Einrichtung ist besonders vorteilhaft beim Abdampfen von Flüssigkeiten, deren Dämpfe brennbar sind, z. B. von Schwefelkohlenstoff-, Benzin- oder Ätherlösungen in offenen Schalen. Man verbindet dann den Retortenhals nicht direkt mit der Luftpumpe, sondern mit einem Kühlrohr *H*, das untere Ende des letzteren mit einem geeigneten Vorstoß und erst diesen bei *P* mit der Luftpumpe, ganz wie bei der Destillation im Vakuum (s. weiter unten). Auf diese Weise gewinnt man das abzdampfende Lösungsmittel in der Vorlage *G* wieder.

3. Abdampfen durch Oberhitze. Eine Abdampfmethode, welche alle Übelstände bei der gewöhnlichen Art des Erhitzens von unten

(Stoßen, Spritzen, Anbrennen etc.) ausschließt, ist von HEMPEL* angegeben (Fig. 381). Hierbei werden die Flüssigkeiten von oben erhitzt, und zwar dient hierzu der bekannte SIEMENS'sche Regenerativbrenner mit umgekehrter Flamme, welcher in verschiedenen Größen zur Anwendung kommen kann. Derselbe (*A*) saugt bekanntlich die Luft von unten ein und führt sie durch das Rohr *B* ab. Die Abdampfschale steht

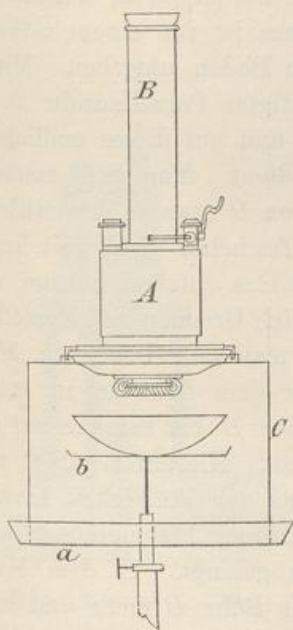


Fig. 381. Abdampfen durch Oberhitze in Schalen nach HEMPEL.

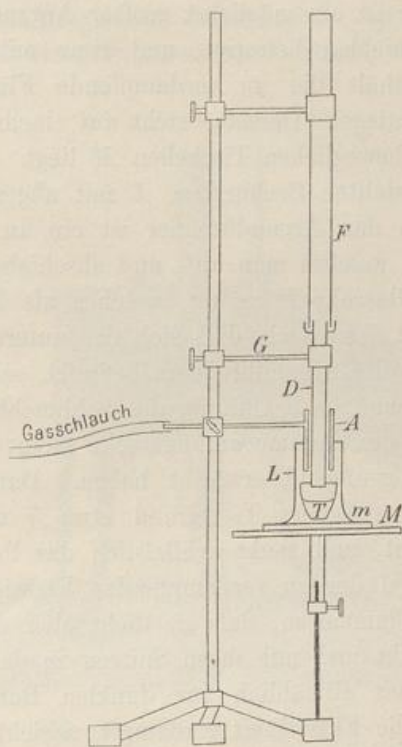


Fig. 382. Abdampfen mit Oberhitze in Tiegeln nach HEMPEL.

auf einem Tischchen *b*, welches zugleich unterhalb desselben den flachen Napf *a* trägt; *b* kann unabhängig von *a* gehoben und gesenkt werden. *C* ist ein Glascylinder, welcher in *a* steht und durch Umschütten von Seesand an seinem unteren Rande gedichtet wird. Durch Senken des Napfes *a* mit *C* wird *C* oben geöffnet, worauf man die Schale einsetzt. Dann dreht man die Flamme des Brenners ganz zurück, bringt *C* wieder in seine frühere Stellung, reguliert die Flamme und gleichzeitig durch

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 21, S. 900. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 568.

Heben oder Senken von b die Stellung der Schale. Das Abdampfen erfolgt sehr rasch. Da die Flamme mit der Schale hier gar nicht in Berührung kommt, so kann letztere aus beliebigem Material hergestellt werden, z. B. aus Holz oder Papiermasse und dergleichen, was für manche Zwecke von Vorteil ist.

Derselbe Chemiker* hat den Apparat auch zum Abdampfen aus ganz kleinen Gefäßen in geeigneter Weise modifiziert. Auf einem festen Stativ ist ein möglichst großer Argandbrenner A durch ein Schlauchrohr verschiebbar befestigt, und zwar mit den Brennöffnungen nach unten. T enthält die zu verdampfende Flüssigkeit in einem Porzellan- oder Platintiegel. Derselbe steht auf einem Stück Asbestpappe m , welches auf dem beweglichen Tischchen M liegt. Das Ganze ist von einem verkehrt aufgestellten Becherglase L mit abgesprengtem Boden umgeben. Mitten durch den Argandbrenner ist ein an G befestigtes Porzellanrohr D geführt, welches man auf- und abschieben kann, und auf dieses endlich ist ein Glasrohr F gesetzt, welches als Zugrohr dient. Man hebt zunächst D mit F so hoch, daß sich das untere Ende von D etwa in der mittleren Höhe des Argandbrenners befindet, senkt das Tischchen M so weit herab, daß man nach Öffnung des Schlauchhahns das Gas entzünden kann, und zieht die Flamme anfangs sehr klein ein, bis sich Brenner und Porzellanrohr genügend erwärmt haben. Dann hebt man das Tischchen M so hoch, daß der Tiegelrand etwa 7 mm unter dem Brenner zu stehen kommt, und senkt schließlich das Porzellanrohr D bis beinahe auf den Spiegel der zu verdampfenden Flüssigkeit herab. Hierauf reguliert man die Flamme so, daß sie dicht über den Spiegel der Flüssigkeit hinwegstreicht und mit ihren Spitzen in das Porzellanrohr hineingezogen wird, welches allmählich zur dunklen Rotglühhitze gelangt. In dem Maße, wie die Flüssigkeit verdampft, schiebt man das Rohr D mehr und mehr in den Tiegel hinein. Bei dieser Einrichtung kann man während des Abdampfens das Abdampfgefäß sogar von außen kühlen, indem man es in eine Schale mit Wasser setzt und letzteres in dem Maße, wie es verdampft, durch eine Pipette ersetzt. Man hat auf diese Weise ein Wasserbad mit Oberhitze.

4. Luftbäder, Trockenöfen, Trockenschränke. Ein Luftbad der einfachsten Form zum Abdampfen von Flüssigkeiten und Trocknen von Rückständen stellt man sich her, wenn man die Abdampf-, bzw. Trockenschale in eine eiserne Schale mit tieferer Wölbung setzt, so daß zwischen beiden Schalen ein mehr oder weniger großer Luftraum bleibt.

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 22, S. 2479. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 1010.

Die Erwärmung erfolgt gleichmäÙig und die Hitze läÙt sich allmählich bis zur gewünschten Höhe steigern.

Die gewöhnlichen Luftbäder haben die Form eines Cylinders (Fig. 383) oder eines Kastens (Fig. 384). Jenes dient zum Einsetzen von Filtern oder Gläsern oder kleineren Tiegeln, dieses für Schalen etc. Die Einrichtung kommt im wesentlichen darauf hinaus, daÙ man innerhalb eines von Metallwänden eingeschlossenen, an einer Seite oder von oben zu öffnenden Raumes ein Metallgestell zum Tragen der einzusetzenden Apparate anbringt und in das Innere die Kugel eines Thermometers einführt, dessen Skala man auÙerhalb ablesen kann.

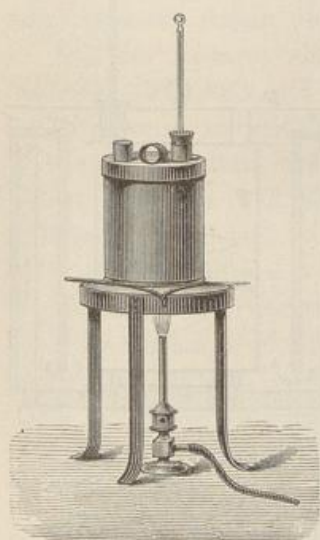


Fig. 383. Kleines Luftbad.

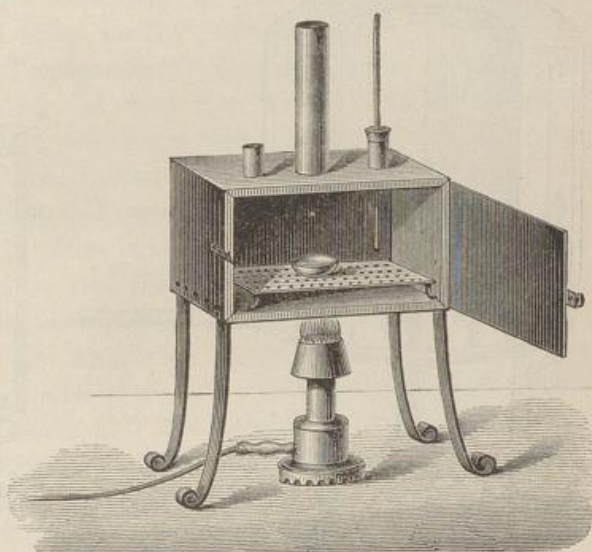


Fig. 384. Großes Luftbad.

Diese Luftbäder sind ziemlich unvollkommen und haben mancherlei Übelstände, deren hauptsächlichster darin besteht, daÙ die Temperatur in den verschiedenen Höhenschichten des Heizraums verschieden ist. Nach einem von LOTHAR MEYER* zuerst für diesen Zweck benutzten Prinzip läÙt sich Gleichförmigkeit der Temperatur im ganzen, selbst ziemlich groÙen Raume dadurch erzielen, daÙ man, wie er vorschreibt, „nie von unten, sondern nur von der Seite und von oben erhitzt, auch die Flamme nirgendwo das Metall direkt berühren läÙt, sondern den zu erwärmenden Raum nur mit den mit möglichst wenig überschüssiger Luft gemischten heiÙen Verbrennungsprodukten der Flamme in der Art um-

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 16, S. 1087 und Bd. 22, S. 879. — *Chem. Centr.-Blatt* 1883, S. 769 und 1889, I, S. 562.

ARENDT, Technik. 3. Aufl.

giebt, daß diese in dreifacher Schicht, von außen nach innen strömend, ihn ringsum einhüllen, und die äußerste heißeste Schicht durch einen Mantel aus schlechten Wärmeleitern vor allzu großen Wärmeverlusten geschützt wird.“

Die nach diesem Prinzip konstruierten Luftbäder bestehen aus vier konzentrischen Cylindern, von denen der innerste als Trockenraum dient, und für gewisse Zwecke entfernt werden kann. Der Doppelmantel *M* (Fig. 385 u. 386) ist aus gebranntem Thon gefertigt und dient als

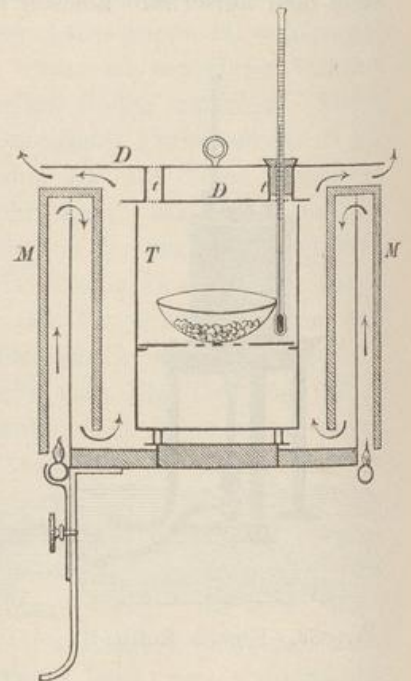
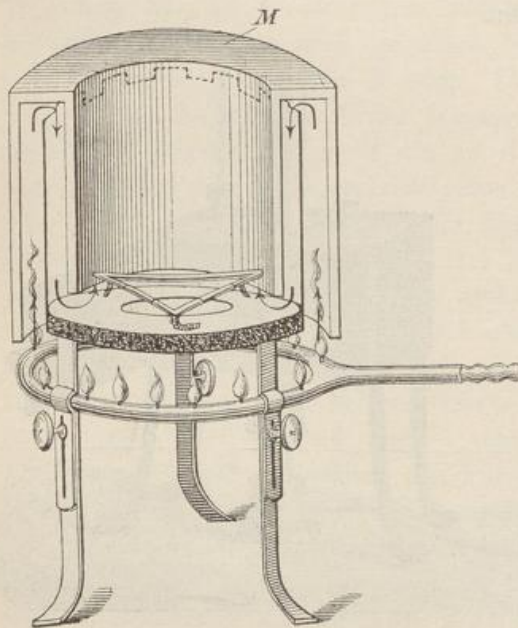


Fig. 385. Luftbad mit Ringbrenner nach Lothar Meyer. Fig. 386.

schlechter Wärmeleiter. In den hierdurch gebildeten Zwischenraum schiebt sich von unten her ein dritter Cylinder aus starkem Eisen- oder Kupferblech; er hat einen doppelten Boden und in diesem eine Öffnung, welche durch eine mit Bajonettluß einzusetzende gut passende, ebenfalls doppelwandige Scheibe verschlossen werden kann. Dieser Teil ruht auf drei festen Füßen, welche zugleich den Heizring tragen, den man durch Schrauben je nach Bedarf höher oder tiefer stellen kann. Der Deckel *D* ist doppelwandig und hat zwei Öffnungen, *t t*, durch welche man einen Thermoregulator (s. unten), ein Thermometer oder Röhren für Gaszuleitung und dergleichen einführen kann. Der Heizring ist ein ein-

faches Gasrohr mit kleinen Bohrlöchern. Wie die Figur zeigt, strömen die heißen Verbrennungsgase in der Richtung der Pfeile durch die Zwischenräume der vier Cylinder und geben dem zu heizenden Innenraum eine ganz gleichmäßige Temperatur. Hier kommt es nach den Angaben des Erfinders vornehmlich darauf an, daß diese Kanäle, durch welche die warmen Gase zirkulieren, sehr eng sind. Sie sollen, wenn die Brennlöcher des Heizringes 2—3 mm Durchmesser haben, nicht weiter als etwa 10 mm sein, damit nicht überschüssige Luft in den Apparat tritt: ein brennender Span soll in den aus *D* austretenden Gasen verlöschen. Durch Verkleinerung und Vergrößerung der Flammen, sowie durch Auf- und Abschrauben des Ringes läßt sich die Temperatur innerhalb sehr weiter Grenzen regeln und selbst bis auf 500° steigern.

Soll der Apparat als Trockenschrank dienen, wie die gewöhnlichen Luftbäder (Fig. 383 und 384), so wird der innere Cylinder eingesetzt und das Ganze so arrangiert, wie Figur 386 zeigt. Entfernt man den Cylinder *T*, so läßt sich das Luftbad mit Vorteil zum Erhitzen von Kolben, Retorten und dergleichen benutzen, welche man auf ein eingesetztes Drahtdreieck stellt oder von oben her durch einen passenden Halter einhängt. Diese Gefäße sind dann allseitig nur von heißer, durchaus gleichmäßig erwärmter Luft umgeben, können also an keiner Stelle überhitzt werden, wodurch das Anbrennen fester Stoffe, das Springen der Gefäße und andere Unfälle vermieden sind. Zum besseren Zusammenhalten der Hitze wird für diesen Fall der gewöhnliche Deckel durch zwei oder mehrere halbkreisförmige, in der Mitte ausgeschnittene Bleche ersetzt, welche den Hals des Kolbens durchgehen lassen.

Zum Erhitzen von Tiegeln und kleinen Gefäßen eignet sich das auf demselben Prinzip beruhende kleine Luftbad von L. MEYER, welches in Figur 387 abgebildet ist. Man kann hiermit, wenn der Flammenring *F* ganz herabgeschraubt ist, in einem in *J* eingesetzten Tiegel eine Flüssigkeit ohne Sieden zum raschen Abdampfen bringen und durch allmähliches Heraus-schrauben von *F* die Hitze bis nahe zum Siedepunkt der konzentrierten Schwefelsäure steigern. In dieser Weise geht das Abdampfen ganz ruhig und ohne Gefahr des Verspritzens von Flüssigkeit von statten. Der Mantel *M* und der Deckel bestehen aus gebranntem Thon.

Da die Luftbäder auf allen Gebieten der Laboratoriumspraxis wichtige Anwendung finden, so ist es begreiflich, daß sie bei der fortschreitenden Entwicklung derselben in mannigfacher Weise modifiziert worden sind, je nachdem sie verschiedenen Zwecken dienen sollen. In der That existiert eine sehr große Zahl von Konstruktionen der verschiedensten Art. Für die Experimentalchemie (und nicht nur für diese) dürften indes

nach meinen Erfahrungen die MEYER'schen Luftbäder den Vorzug verdienen. Ich sehe deshalb von einer Beschreibung anderer Formen ab und beschränke mich auf eine Angabe derjenigen, welche in den letzten Jahren empfohlen worden sind.* Dagegen sei noch des folgenden Apparats gedacht, der beim Experimentieren nicht unwesentliche Dienste leisten kann:

Das Drahtnetzluftbad von MUCK** hat die in Figur 388 dargestellte Einrichtung, welche aus der Zeichnung leicht verständlich ist. Ein vierseitiger Rahmen aus Bandeisen ist 3 cm hoch, 60 cm lang und 20 cm breit und steht auf vier Füßen. Er hat einen Boden aus Drahtnetz mit 144 Maschen auf 1 qcm, bei etwa 0,3—0,4 mm Drahtstärke und außerdem

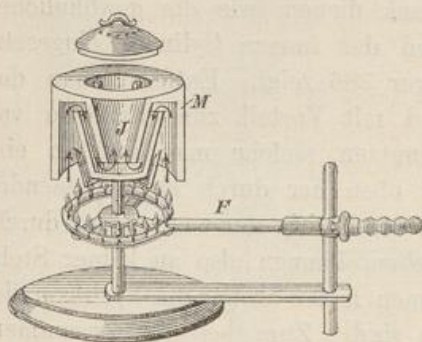


Fig. 387. Kleines Luftbad für Tiegel
nach L. MEYER.

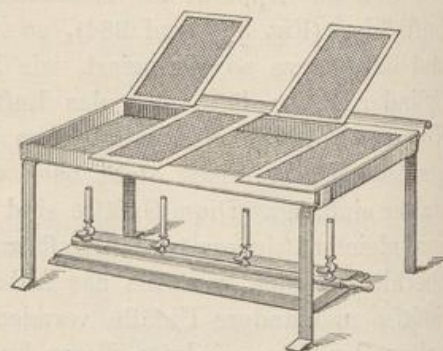


Fig. 388. Drahtnetzluftbad
nach MUCK.

noch vier Drahtnetzdeckel. Auf dem unteren Boden lassen sich mittels der untergesetzten BUNSEN'schen Brenner Flüssigkeiten stark und auf den Deckeln gelinde erhitzen.

Thermoregulatoren. Luftbäder erfüllen ihren Zweck nur unvoll-

* Luftbad mit Dampf zu heizen von A. J. BANKS (*Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 1225)
Säurefester Trockenschrank mit Wänden und Einlegeböden aus Porzellan von
WILH. THÖRNER (*Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 123).

Trockenschrank mit Rückflußkühler zum Heizen mit siedenden Flüssigkeiten
nach RAIKOW (*Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 244).

Trockenschrank nach A. BEUTEL (*Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 462).

Luftbad nach M. A. ADAMS mit zirkulierendem Luftstrom im Innern und besonderem Abzug der Verbrennungsgase (*Chem. Centr.-Blatt* 1890, I, S. 148).

Luftbad nach H. GRIMSHAW, eine vereinfachte Abänderung des vorigen (*Chem. Centr.-Blatt* 1890, II, S. 193).

Apparat zum Austrocknen von Substanzen aller Art im luftverdünnten Raum von D. SIDERSKY (*Chem. Centr.-Blatt* 1890, II, S. 227).

** *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 1110. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 1227.

kommen, wenn sie nicht mit Einrichtungen zur selbstthätigen Feststellung der Temperatur auf einen bestimmten Grad versehen sind. Zwar läßt sich dies annähernd auch durch Regulierung der Flamme mit der Hand erreichen, verlangt aber viel Aufmerksamkeit und führt doch nur unvollkommen zum Ziele; andererseits kann bei selbst kurzer Ablenkung der Aufmerksamkeit ein Versuch nur allzu leicht mißglücken. Die selbstthätig wirkenden Thermoregulatoren beruhen ihrer größten Mehrzahl nach darauf, daß der im Innern des Heizraumes aufzustellende Apparat ein gewisses Quantum Luft, Dampf oder Flüssigkeit eingeschlossen enthält, welches bei jeder Temperaturschwankung sein Volumen ändert und daß infolge der hierdurch bewirkten Ausdehnung bezw. Zusammenziehung der Zufluß des Gases zur Heizlampe vermindert bezw. vermehrt, die Flamme also bei steigender Temperatur verkleinert, bei sinkender vergrößert wird.

Die gebräuchlichen Instrumente dieser Art unterscheiden sich sowohl nach Form, Größe und Inhalt, als auch durch die mehr oder weniger große Genauigkeit, die bei dem Gebrauche beabsichtigt wird. Letzteres wird bei der zu treffenden Auswahl maßgebend sein. Für die Zwecke der Experimentalchemie ist der Thermoregulator von BUNSEN-KEMP am meisten zu empfehlen, welcher bequem zu handhaben und wenig zerbrechlich ist und eine Konstanz der Temperatur bis auf weniger als 1° erreichen läßt. Er wird wie ein Thermometer in den Heizraum eingehängt und einerseits (durch das obere Rohr) mit der Gasleitung, andererseits (durch das seitliche Rohr) mit der Lampe verbunden. Die eingeschlossene thermometrische Substanz ist Luft, welche bei steigender Temperatur eine Quecksilbersäule in die Höhe drückt und dadurch das miteingeschlossene untere Ende des Gaszuleitungsrohrs mehr oder weniger verschließt.

Soll dieser Regulator mit einem MEYER'schen Luftbade verbunden werden, so wird er in den einen Tubus *t* des Deckels *D* (Fig. 386 auf S. 258) gesenkt und in den anderen ein empfindliches Thermometer gesetzt. Man heizt, bis die beabsichtigte Temperatur erreicht ist, und schraubt dann die Gaszuleitungsröhre so weit hinein, daß sich die Flämmchen des Heizrings etwas verkleinern. Der Regulator ist dann für diese Temperatur eingestellt und arbeitet regelmäßig, solange der Gaszufluß ungehemmt stattfindet. Bei längerem Gebrauche, namentlich über Nacht, ist es vorteilhaft, in die Gasleitung noch einen der bekannten Gasdruck-



Fig. 389.
Thermoregulator.

regulatoren einzuschalten, welche den Gaszufluß bei steigendem Druck in der Leitung entsprechend hemmen und bei sinkendem Druck wieder frei geben.

Der Präzisions-Thermoregulator von BORKES* (Fig. 390) ist ganz aus Metall gefertigt und enthält kein Quecksilber, so daß er in fertigem Zustande verschickt werden kann. Seine Einrichtung ist aus der Figur zu ersehen. Die Wirkung desselben beruht auf der Thatsache, daß der Druck gesättigter Dämpfe mit deren Temperatur stets in bestimmtem,

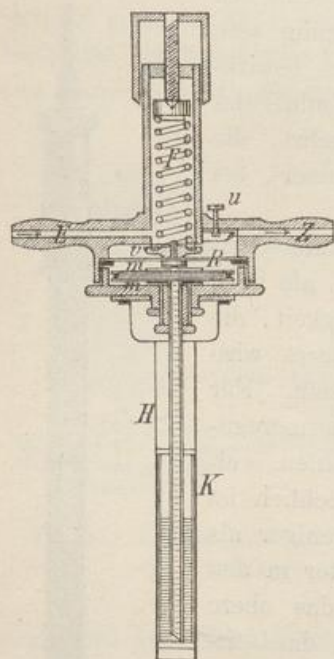


Fig. 390. Präzisions-Thermoregulator von BORKES.

unveränderlichem Zusammenhang steht. Eine in der röhrenförmigen Kapsel *K* eingeschlossene Flüssigkeit von bestimmtem passenden Siedepunkt überträgt ihren Dampfdruck durch Aufblähen einer Membran auf das die Gaszufuhr abschließende Ventil *v*. Letzteres steht außerdem unter der Einwirkung einer Spiralfeder *F*, welche bezweckt, den von außen auf der Membran lastenden Druck zu verändern und dadurch ermöglicht, die Wirkung des Ventils innerhalb der Grenzen von circa 30° beliebig zu verlegen. — Das Gas tritt bei *E* in den Apparat, erfüllt bei offenem Ventil *v* den Raum *R* und entweicht bei *Z* nach dem Brenner.

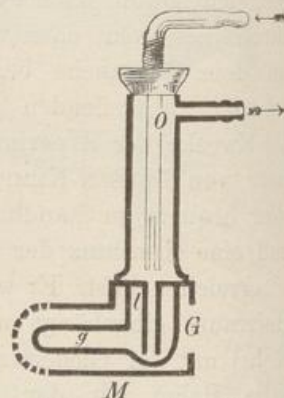


Fig. 391. Regulator von GAWALOWSKI.

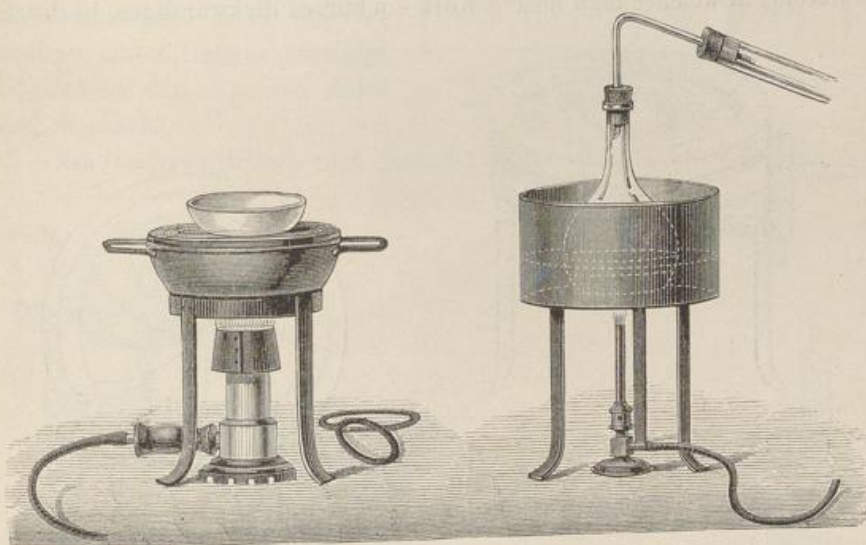
Steigt die Temperatur, so blähen sich die Membranen *m m* auf und schließen nach und nach den Gaszutritt nach *R* ab. Tritt eine Abkühlung ein, so wird das Ventil durch den verminderten Druck entlastet, das Gas strömt wieder kräftiger zu, die Flamme wächst, und durch das prompt sich wiederholende Spiel gelingt es, die Temperatur konstant auf der gewünschten Stufe zu erhalten. Die Umgangsleitung *u* verhindert unter allen Umständen das völlige Erlöschen.

Bei Trockenschränken und Luftbädern ist es mitunter vorteilhaft, den Regulator seitlich anzubringen. Hierzu eignet sich die von

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd. 32, S. 211. — Chem. Centr.-Blatt 1893, I, S. 764.

GAWALOWSKI* angegebene Form (Fig. 391). Das Quecksilbergefäß *G* trägt bei *g* einen seitlichen Stutzen, welcher durch einen Metallkanal in den eigentlichen Trockenraum ragt und hier erwärmt wird, worauf die Regulierung des Gaszutritts durch die Ausdehnung des Quecksilbers in bekannter Weise vor sich geht. *M* ist ein Schutzmantel.

5. Wasserbäder. a) Offene Wasserbäder benutzt man zum Abdampfen und Erhitzen von Substanzen bei Temperaturen bis 100°, hauptsächlich zur Konzentration von Lösungen oder zum Eindampfen derselben bis zur Trockne, zum gleichmäßigen Warmhalten (Digerieren) von Flüssigkeiten in Kolben mit oder ohne Anwendung des Rückfluskkühlers etc. In ihrer



a Fig. 392. Wasserbäder. b

gewöhnlichen einfachsten Form sind sie halbkugelförmige Schalen aus Kupfer, mit zwei Henkeln, und haben oben Einsatzringe aus Kupferblech oder aus Porzellan zum Gebrauch für Kolben oder Schalen von der verschiedensten Größe (Fig. 392, a). Zum Erhitzen größerer Kolben kann man statt dieses Wasserbades auch ein größeres Gefäß aus emailiertem Eisenblech anwenden und das zu erhitzende Gefäß auf einen Strohkranz direkt ins Wasser stellen (Fig. 392, b).

Statt der losen Einsatzringe ist bei dem Wasserbade von FRANZ HUGERSHOFF die obere Öffnung fest mit einer aus Aluminiumblech oder einem an-

* Öster.-Ung. Zeitschrift für Zucker-Industrie und Landwirtschaft, Bd. 24, S. 87. — Chem. Centr.-Blatt 1895, I, S. 985.

deren Metall bestehenden Irisblende* (Fig. 393—394) verbunden, welche man durch Bewegung eines seitlichen Stiftes auf- und zudrehen und dadurch die Öffnung für kleine und große Schalen passend machen kann.

Da der Zweck dieser Apparate verfehlt sein würde, wenn sie während des Gebrauchs durch Verdampfung wasserleer werden, so hat man das Eintrocknen mit Aufmerksamkeit durch Nachgießen zu verhüten, oder man bedient sich eines Wasserbades mit konstantem Niveau, bei dem sich der Wasserzufluß automatisch in der Art regelt, daß das Wasser nie über ein bestimmtes Niveau steigen oder darunter sinken kann. Am einfachsten wird dieser Zweck unter Anwendung der MARIOTTE'schen Flasche nach KLEINSTÜCK** erreicht. Das Wasserbad hat ein seitliches Ansatzrohr, in welches man mittels Kork ein kurzes dickwandiges, höchstens

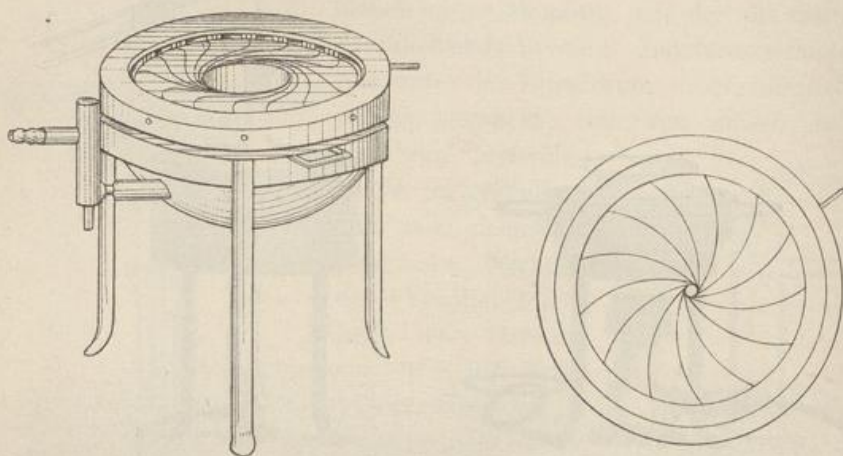


Fig. 393—394. Wasserbad mit Irisblende.

2 mm (im Lichten) weites Glasrohr einsetzt und dieses mit der auf einer geeigneten Unterlage stehenden MARIOTTE'schen Flasche verbindet (Fig. 395). Der Wasserspiegel im Bade stellt sich dauernd durch Nachfließen mit der unteren Öffnung der Röhre *ou* in gleiche Höhe. Das Ausflußrohr der MARIOTTE'schen Flasche ist, um es ohne Hahn leicht abschließen zu können, an seinem nach innen ragenden Ende *i* (Fig. 395) zugeschmolzen und nahe an diesem Ende mit einer seitlichen Öffnung versehen, welche man durch Herausziehen der Röhre in den Kork *s* hineinziehen und dadurch das ganze Rohr *A* abschließen kann. Diese Verschlusseinrichtung ist einer allgemeinen Anwendung fähig.

Statt der MARIOTTE'schen Flasche verbindet MÜRRLE*** mit dem

* *Journal für prakt. Chemie*, Bd. 50, S. 561. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 250.

** *Chemiker-Zeitung*, Bd. 13, S. 727. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, II, S. 116.

*** *Pharmaceut-Zeitung*, Bd. 36, S. 178. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, I, S. 770.

Wasserbade eine Füllflasche von bekannter Konstruktion in der Weise, wie Figur 396 zeigt. Solange diese noch Wasser enthält, bleibt der Wasserspiegel in dem kupfernen Wasserbade stets auf gleicher Höhe. Wendet man eine Literflasche an, so reicht ihr Inhalt für 5—6 Stunden aus. Das Nachfüllen ist sehr leicht und bequem. Je nach Bedürfnis kann man auch eine größere Flasche aufsetzen. Der Umstand, daß alles durch ein Gestell zu einem Ganzen vereinigt ist, macht den Apparat stabil und handlich.

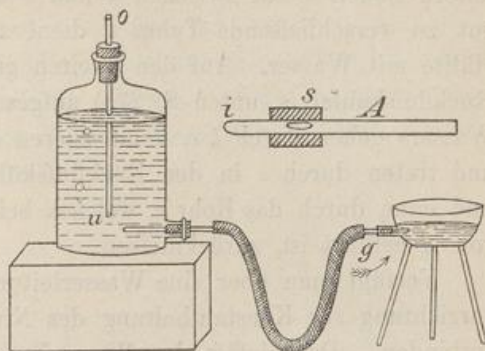


Fig. 395. Wasserbad mit Füllflasche nach KLEINSTÜCK.

Ein anderes Mittel zum Konstanthalten des Niveaus besteht darin,

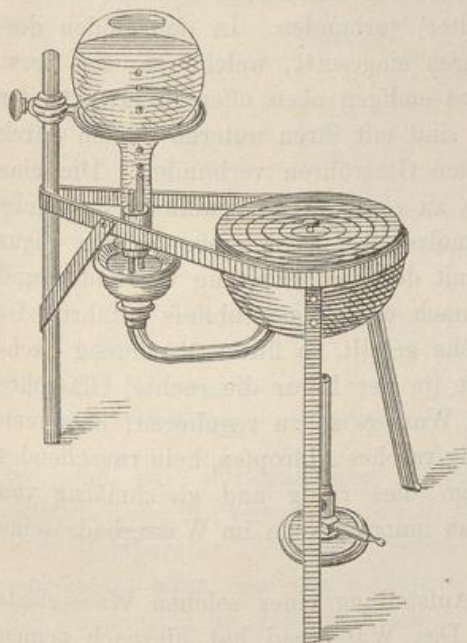


Fig. 396. Wasserbad nach MÜRRLE.

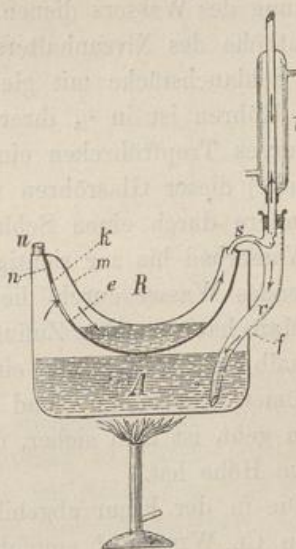


Fig. 397. Wasserbad mit Rückflutskühler nach RAIKOW.

daß man das verdampfende Wasser kondensiert und in das Bad zurückfließen läßt. Ein nach diesem Prinzip konstruierter Apparat von RAIKOW*

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 13, S. 94. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 243.

ist in Figur 397 abgebildet. Das Gefäß ist aus Kupferblech und oben durch einen halbkugeligen Doppelboden $m n$ luftdicht verschlossen. Der untere Boden n hat zwischen k und e einen 2 mm breiten Schlitz. Der gut zu verschließende Tubus u dient zum Füllen des Gefäßes bis zur Hälfte mit Wasser. Auf den zweiten gegenüberliegenden Tubus wird ein Rückflusskühler (s. unten S. 273) aufgesetzt. Die Dämpfe des siedenden Wassers gehen durch $k e$, kondensieren sich zum Teil zwischen m und n und treten durch s in den Rückflusskühler, wo sie kondensiert werden und dann durch das Rohr r , welches bei f luftdicht durch die Seitenwand von A geführt ist, zurückfließen.

Verfügt man über eine Wasserleitung, so läßt sich die Regulierungsvorrichtung zur Konstanthaltung des Niveaus (der Niveauhalter) damit verbinden. Das Gefäß des Wasserbads ist aus emailiertem Gufseisen, cylindrisch, etwa 16 cm weit und 10—12 cm hoch, oben wie gewöhnlich mit Einsatzringen versehen (Fig. 398). Nahe an seinem Boden ist ein kurzes, seitliches Ansatzrohr angebracht und dieses mit einem 7 mm weiten und 28 mm hohen, oben offenen, unten geschlossenen Cylinder aus geschwärztem Messingblech (Niveauhalter) verbunden. In den Boden desselben sind zwei engere Messingröhren eingesetzt, welche zur Zu- bzw. Ableitung des Wassers dienen. Diese endigen oben offen in etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamthöhe des Niveauhalters und sind mit ihren unteren Enden durch kurze Schlauchstücke mit gleichweiten Glasröhren verbunden. Die eine dieser Röhren ist in $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe zu einer Kugel erweitert, in welche ein kurzes Tropfröhrchen eingeschmolzen ist. Die erste (in der Figur die linke) dieser Glasröhren wird mit der Wasserleitung verbunden und die andere durch einen Schlauch nach dem Wasserabfluß geführt. Ist das Wasserbad bis zur richtigen Höhe gefüllt, so fließt überflüssig nachströmendes Wasser durch die zweite (in der Figur die rechte) Glasröhre ab. Man hat nun den Zufluß des Wassers so zu regulieren, daß man innerhalb der Glaskugel nur ein mäßig rasches Abtropfen, kein rauschendes Abströmen beobachtet, und solange dies ruhig und gleichmäßig von statten geht, ist man sicher, daß das innere Niveau im Wasserbade seine richtige Höhe hat.

Die in der Figur abgebildete Aufstellung eines solchen Wasserbads ist von CL. WINKLER* empfohlen. Das Wasserbad hat hiernach seinen festen Platz an der hinteren Wand des Abzugs. Die gläsernen Zu- und Abflußröhren sind unter der Tischplatte ein für allemal fest mit den Zu- und Abflußröhren der Wasserleitung verbunden und die Regulierung kann

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 21, S. 3563. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, I, S. 308.

durch den an der vorderen Außenwand des Abzugs angebrachten Wasserhahn bewirkt werden. Die Dämpfe des Wassers und der zu verdampfenden Flüssigkeit entweichen durch einen Schlitz der Rückwand direkt in den Abzugskanal, und etwas darüber ist eine Platte aus Porzellan oder Steingut angebracht, welche das Hineinfallen von Staub oder Schmutz verhütet.

b) Geschlossene Wasserbäder können wie die Luftbäder dazu dienen, Substanzen bei konstanten Temperaturen über 100° zu erhitzen.

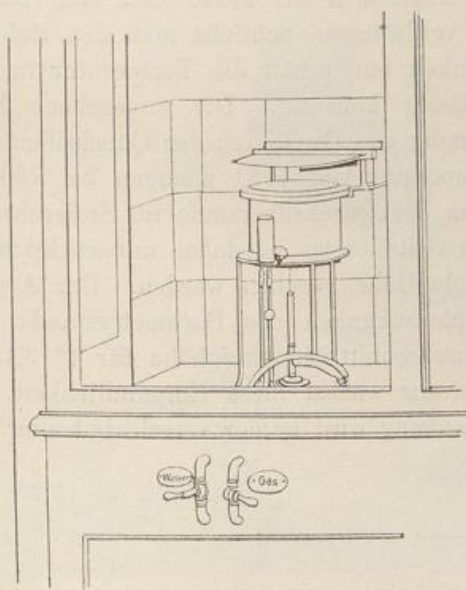


Fig. 398.
Wasserbad mit Niveaualter.

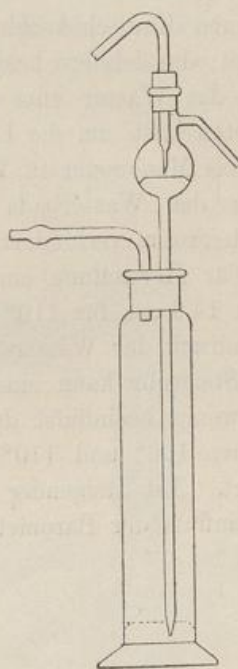


Fig. 399. Druckregulator für geschlossene
Wasserbäder nach ULSCH.

Sie sind aus starkwandigem Kupferblech angefertigt und mit einem Sicherheitsventil versehen, durch dessen Belastung man zugleich die Höchsttemperatur bestimmt. Durch Verbindung mit einem Quecksilbermanometer kann man den Zufluß des Gases zur Heizflamme und dadurch die Temperatur in gleicher Weise regeln wie durch die Thermoregulatoren bei den Luftbädern. Hierzu eignet sich der in Figur 399 abgebildete Apparat nach ULSCH.* In den inwendig rauh geschliffenen Hals eines 15 cm hohen Cylinderglases wird ein Kork fest eingepaßt und doppelt durchbohrt. Durch die eine Bohrung geht das Steigrohr bis fast auf den

* Zeitschrift für das gesamte Brauwesen, Bd. 13, S. 373. — Chem. Centr.-Blatt 1890, II, S. 683.

Boden des Cylinders; dasselbe ist unten durch Ausziehen sehr stark verengt, oben hingegen erweitert es sich zu einer Kugel von 4 cm Durchmesser; das obere Ende enthält ferner die beim Thermoregulator gebräuchliche Vorrichtung der Gasregulierung. Durch die zweite Bohrung geht ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr, welches dicht unter dem Kork endigt und zur Verbindung des Apparats mit dem Wasserbade dient. In den Cylinder giebt man $1\frac{1}{2}$ cm hoch Quecksilber; der übrige Raum wird vollständig mit Wasser gefüllt. Der Apparat wird durch einen starkwandigen Kautschukschlauch mit dem Dampfraum des Wasserbads verbunden; das letztere besitzt zweckmäÙig einen Hahn, durch welchen man, wenn das Wasser zum Sieden gekommen ist, kurze Zeit lang Dämpfe austreten läÙt, um die Luft zu verdrängen. SchlieÙt man den Hahn, so tritt das Manometer in Wirksamkeit und erhält die Temperatur in allen Teilen des Wasserbads zuverlässig konstant. Die angegebene Form des Steigrohrs verhindert vollständig das Oszillieren der Quecksilbersäule.

Für Herstellung einer Temperatur von 105° genügen bei 760 mm Druck 14,6 cm, für 110° 31,5 cm der Quecksilbersäule im Steigrohr (der Gegendruck der Wassersäule im Cylinderglas ist dabei unberücksichtigt). Dem Steigrohr kann eine variable Höhe gegeben werden. Der Apparat wird wenig beeinflusst durch Schwankungen des Barometerstands, weil zwischen 100° und 110° die durchschnittliche Steighöhe für 1° 3,15 cm beträgt. Mit steigender Temperatur wächst diese Empfindlichkeit, und der Einfluss der Barometerschwankung wird immer verschwindender.

DESTILLIEREN UND SUBLIMIEREN.

Der Destillationsapparat besteht aus drei Teilen: dem DestillationsgefäÙ, dem Kühlrohr und der Vorlage.

1. Das DestillationsgefäÙ ist in den meisten Fällen eine Retorte, seltener ein Kolben. Es muÙ geräumig sein, damit die Flüssigkeit beim Sieden nicht überschäumt und in das Kühlrohr tritt. Soll während der Destillation die Siedetemperatur beobachtet werden, so muÙ die Retorte einen Tubulus haben, durch welchen man mittelst eines durchbohrten Korks ein Thermometer luftdicht einsetzt. Die zu solchem Zwecke dienenden Thermometer haben kein kugelförmiges, sondern ein cylindrisches QuecksilbergefüÙ, welches nicht dicker (lieber etwas dünner) als die Röhre sein darf, damit es beim Durchschieben durch den Kork die Öffnung

desselben nicht nachteilig erweitere. Das Thermometer darf nicht zu tief in die Flüssigkeit eintauchen, da es sonst den Siedepunkt nicht genau markiert; eher darf es ganz außerhalb der Flüssigkeit dicht über dem Spiegel derselben stehen, da der Dampf dieselbe Temperatur besitzt, wie jene. Beim Erhitzen der Retorten hat man alle die Vorsichtsmafsregeln anzuwenden, die beim Erhitzen von Glasgefäfsen überhaupt gelten, also Umgeben mit einem Drahtnetze oder Asbestpappe, oder Einsenken in ein Sandbad, Wasserbad, Luftbad etc.

Sehr unbequem macht sich in vielen Fällen das Stofsen der siedenden Flüssigkeit, das heifst die plötzliche Entwicklung größerer Dampf-

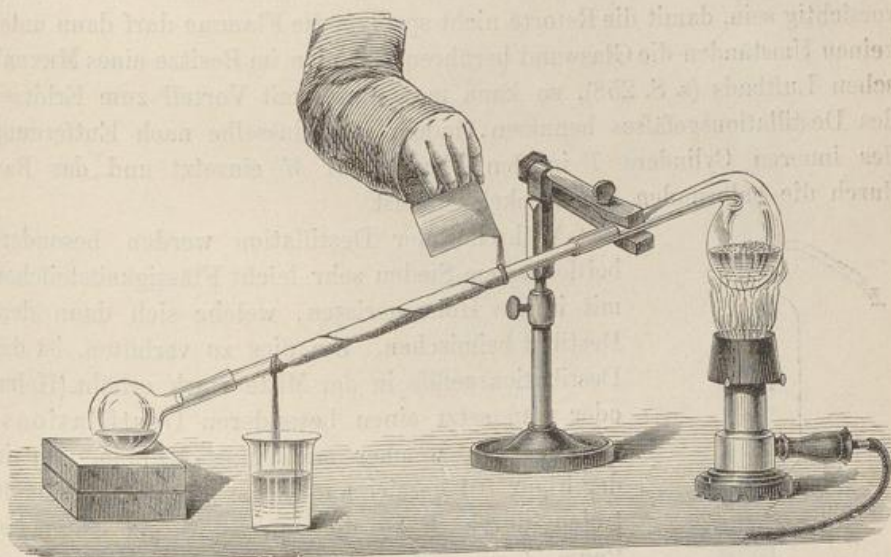


Fig. 400. Einfachste Form der Destillation.

blasen infolge Siedeverzugs, wodurch der ganze Apparat in Erschütterung versetzt wird und die Flüssigkeit leicht übersteigen kann. Man vermeidet dies durch Einschütten von etwas scharfkörnigem, gut gewaschenem Sand (wenn der Rückstand von der Destillation nicht weiter verwendet werden soll) oder Einlegen mehrerer Stücke feinen Platindrahts oder poröser Körper, z. B. Bimsstein. Die Wirkung des letzteren kann man mit der des Platindrahts verbinden, indem man diesen zu einer Spirale zusammen dreht, mehrere dünne Bimssteinstücke hineinsteckt und die Enden der Spirale zusammenbiegt, so daß die Stückchen nicht herausfallen können (REISSMANN). Auch kapillare Glasröhrenstückchen von 3—10 mm Länge, welche an einem Ende zuzuschmelzen sind, werden empfohlen (MARKOWNIKOW).

In sehr vollkommener Weise verhindert E. BECKMANN (Deutsches Reichspatent) den Siedeverzug und das Stossen dadurch, daß er in den Boden der Retorte mittels einer oder mehrerer Warzen aus sogenanntem Schmelzglas kurze Stücke Platindraht einschmilzt, welche innen und außen einige Millimeter hervorragen. Dadurch wird die Wärme der Flamme direkt in die Flüssigkeit geleitet und gleichmäÙig in ihr verteilt, und das Sieden erfolgt fortdauernd mit gleicher Ruhe und RegelmäÙigkeit. Die Masse des Schmelzglases ist so beschaffen, daß ein Springen des Glases an den Einschmelzstellen nicht erfolgen kann.

Destilliert man über freiem Feuer, so muß man gegen das Ende der Operation, wenn die Flüssigkeit anfängt einzutrocknen, mit dem Erhitzen vorsichtig sein, damit die Retorte nicht springt: die Flamme darf dann unter keinen Umständen die Glaswand berühren. Ist man im Besitze eines MEYER'schen Luftbads (s. S. 258), so kann man dieses mit Vorteil zum Erhitzen des DestillationsgefäÙes benutzen, indem man dasselbe nach Entfernung des inneren Cylinders *T* in den Thonmantel *M* einsetzt und das Bad durch die halbrunden Blechdeckel schließt.

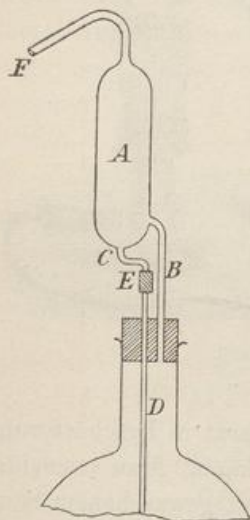


Fig. 401. Destillationsaufsatz nach MÜLLER.

Die Dämpfe treten durch die seitliche Öffnung *a* ein. Die niedergeschlagene Flüssigkeit tropft unten durch die ausgezogene Spitze

Während der Destillation werden besonders bei lebhaftem Sieden sehr leicht Flüssigkeitsteilchen mit in die Höhe gerissen, welche sich dann dem Destillat beimischen. Um dies zu verhüten, ist das DestillationsgefäÙ in der Mitte stark erhöht (Helm) oder man setzt einen besonderen Destillationsaufsatz auf, welcher nach MAX MÜLLER* die in der Figur 401 gezeichnete Form hat. Die Dämpfe treten durch *B* in den circa 70 cm fassenden Raum *A* ein, geben dort das Spritzwasser ab und gehen durch *F* zum Kühler. Die in *A* gesammelten Spritzwässer gehen durch *C*, den kurzen Schlauch *E*, und das enge, bis auf den Boden des Destillierkolbens reichende Glasrohr *D* in den Kolben zurück.

Eine andere Form empfiehlt DE KONINCK**, dieselbe ist in Figur 402—403 abgebildet. Der untere Teil des ganz aus Glas geblasenen Apparats ist

* *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1893, S. 229. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, II, S. 229.

** *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1893, S. 394. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, II, S. 344.

in den Ballon zurück. Die Dämpfe entweichen dann durch das Rohr *c* und *f*, während mitgerissene Tropfen durch *d* zurückgeführt werden. Der obere Teil kann auch so geformt sein, daß sich ein Thermometer *g* (Fig. 403) einsetzen läßt.

Soll in der Destillationsflasche ein konstantes Niveau der Flüssigkeit erhalten werden, so benutzt man hierzu mit Vorteil den Apparat von CHORLEY* (Fig. 404). Der Kugeltrichter, welcher auf den Kolben aufgesetzt wird, ist unten in eine Röhre verlängert, in welche das Glasrohr eines Schwimmers eingesteckt ist. Das Rohr hat nach oben eine geschliffene Spitze, welche in eine gleichfalls geschliffene Spitze des äußeren

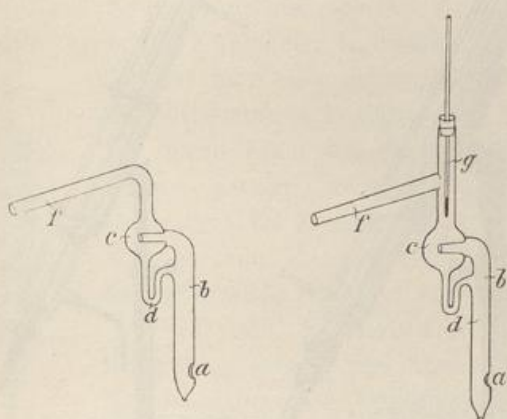


Fig. 402—403. Destillationsaufsatz
nach DE KONINCK.

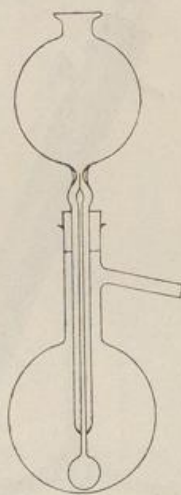


Fig. 404. Destillationsapparat
nach CHORLEY.

Rohrs hineingedrückt wird, so daß das Niveau die richtige Höhe hat. Beim Sinken des Flüssigkeitsspiegels fließt sofort eine entsprechende Flüssigkeitsmenge nach.

2. Das Kühlrohr ist meistens nichts anderes als ein entsprechend langes, nicht zu enges, gerades Glasrohr, welches mit einer geeigneten Vorrichtung zur Abkühlung versehen ist. Es wird schräg über den Retortenhals geschoben, wenn nötig damit verbunden (s. unten Vorstöße). Am einfachsten erreicht man die Abkühlung durch einen spiralförmig um das Rohr gewundenen Streifen von Filtrierpapier, welcher an seinem unteren Ende mit einem einfachen, baumwollenen Dochte umwickelt ist, dessen Ende herabhängt. Damit dieser gut vom Wasser benetzt werde, ist er vorher mit sehr verdünnter Kalilauge ausgekocht, und damit das Wasser

* *The Analyst*, Bd. 29, S. 16. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 579.

nicht über diesen Docht hinab-, sondern nur an ihm hinunterfließt, um von da in das untergesetzte Gefäß zu gelangen, ist das unterste Ende der Glasröhre mit Vaseline etwas eingefettet (Fig. 400). Um zu kühlen gießt man von Zeit zu Zeit auf die obersten Stellen der mit Papier umwickelten Röhre kaltes Wasser auf, oder läßt solches aus einem Wassergefäß mittelst eines Hahnes auftropfen und reguliert den Wasserstrom nach Bedarf.

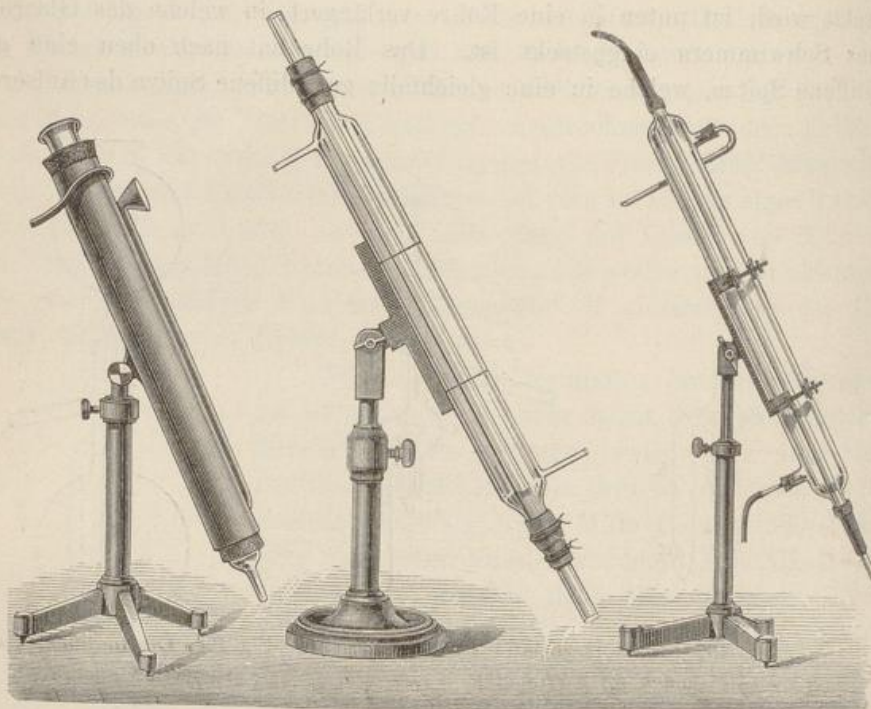


Fig. 405.

Fig. 406.

Fig. 407.

Kühlapparate.

Größere Bequemlichkeit gewährt die Benutzung des sogenannten LIEBIG'schen Kühlapparats (Fig. 405). Das gläserne Kühlrohr ist hier von einem weiteren Blechcylinder umgeben, zwischen welchem kaltes Wasser zirkulieren kann. Das Einflußrohr für letzteres mündet unten und ist durch ein schräg aufsteigendes Trichterrohr hinreichend verlängert. Das Abflußrohr für das warme Wasser geht von der obersten Stelle aus. Die Vorrichtung steht auf einem Stativ und läßt sich um eine horizontale Achse in jede beliebige Neigung bringen. — Andere Formen des Kühlapparats sind ganz aus Glas (Fig. 406 und 407).

Wenn es darauf ankommt, die aus einer siedenden Flüssigkeit sich entwickelnden Dämpfe nach ihrer Kondensation wieder in das Siedegefäß

zurückfließen zu lassen, bedient man sich eines Rückflusskühlers, der eigentlich nichts anderes ist, als ein gewöhnliches Kühlrohr, welches man aber nicht mit seinem oberen, sondern mit seinem unteren Ende mit dem Siedegefäß verbindet, indem man es in der Regel in senkrechter Stellung mittels eines durchbohrten Korks direkt aufsetzt. Man verwendet zu solchen Zwecken mit Vorliebe gläserne Apparate wie Figur 406 und 407, mit oder ohne Stativ. Sie bestehen aus einem nicht zu weiten, dünnwandigen Glasrohr, um welches ein weiteres angeschmolzen ist: aus dem Raum zwischen beiden zweigt sich oben und unten ein kurzes Glasrohr ab, welches für den Wasserzufluß und -abfluß bestimmt ist. Man läßt mittels eines Kautschukschlauchs kaltes Wasser durch den hohlen Zwischenraum fließen. Dasselbe tritt unten ein und fließt oben ab.

Durch Erweiterung des inneren Kühlrohrs zu mehreren (meist vier) Kugeln wird die Kühlfläche bedeutend vergrößert, und die Länge des



Fig. 408.
Kugelkühler.

Kühlers läßt sich demnach vermindern, ohne daß die Wirksamkeit beeinträchtigt wird. Wird er in der durch Figur 408 dargestellten Form auf einen Kolben gesetzt, so wirkt er als Rückflusskühler. Dem gleichen Zwecke dient auch der verkürzte Kühler von ZAMBELLI (Fig. 409), bei dem das dampfführende Kühlrohr spiralförmig gewunden ist.

Soll eine Flüssigkeit abwechselnd am Rückflusskühler erhitzt und dann wie gewöhnlich unter Kondensation der Dämpfe destilliert werden, so muß man den Kühler wechseln. Dies läßt sich sehr bequem durch Anwendung eines Wechselapparats für Kühler erreichen, wie ihn BIDET* konstruiert hat. Derselbe ist in Figur 410 abgebildet. Er besteht aus einem äußeren Glasrohr, welches unten schräg abgeschnitten ist und oben in gleicher Höhe zwei Ansätze *D* und *R* hat. *R* ist trichterförmig erweitert und trägt einen Rückflusskühler, *D* ist mit einem gewöhnlichen Kühler verbunden. Im Innern der Röhre gleitet mit gelinder Reibung eine zweite kürzere Röhre *J*, die an ihrem unteren Ende eine seitliche Öffnung *O* trägt. Beide Röhren sind durch einen Kautschukring verbunden. Durch den Kautschukstöpsel, der *J* schließt, ist ein Trichterrohr, ein Thermometer oder sonstiger Hilfsapparat geführt. Der ganze Apparat wird nun auf den Kolben gesetzt, in dem sich die zu destillierende Flüssigkeit befindet und man kann dann durch Drehung der Röhre *J* den Inhalt



Fig. 409.
Verkürzter
Kühler von
ZAMBELLI.

* Chem. Centr.-Blatt 1894, I, S. 708.

ARENDT, Technik. 3. Aufl.

des Destillierkolbens entweder wie in der Figur mit dem aufsteigenden oder mit dem absteigenden Kühler in Verbindung bringen, je nachdem die Öffnung *O* nach dieser oder jener Seite gedreht wird.

Noch einfacher wird der gleiche Zweck erreicht, wenn man sich des Umschalters für Rückfluß und Destillation nach MANGOLD* bedient (Fig. 411). Der gerade Vorstoß *B*, der auf das Destillationsgefäß gesetzt wird, trägt auch hier zwei Ansatzröhren *D* und *N* für die beiden

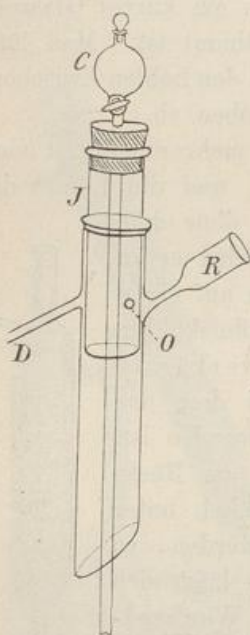


Fig. 410. Wechselapparat für Kühler von BIDET.

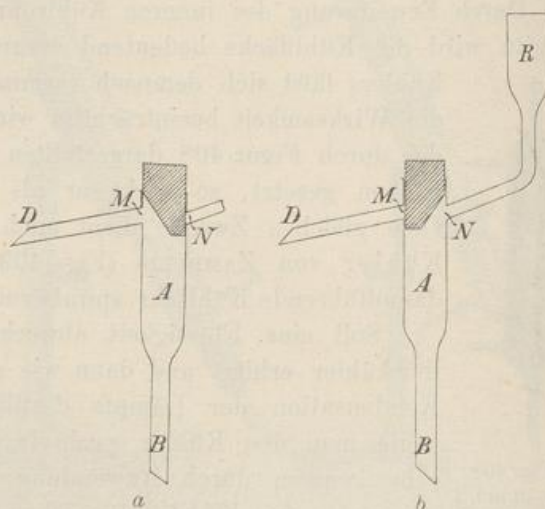


Fig. 411. Umschalter für Rückfluß und Destillation nach MANGOLD.

Kühler. In *R* wird ein Rückflußkühler gesetzt und *D* mit einem gewöhnlichen Kühler verbunden. In die obere Öffnung von *A* wird ein gut schließender, sich leicht drehender Kork, der unten schräg abgeschnitten ist, eingesetzt, welcher durch einfache Drehung entweder die Öffnung *M* (beim Erhitzen unter Rückfluß) oder die Öffnung *N* (beim Destillieren) verschließt.

Bei allen Kühlapparaten muß man den Wasserstrom so regeln, daß das Rohr seiner ganzen Länge nach kühl bleibt; daher darf das Wasser höchstens lauwarm oben abfließen.

* *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1895, S. 159. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 988.

Während bei den eben beschriebenen Apparaten der Dampfstrom von außen abgekühlt wird, hat man auch Kühlröhren, bei denen die Abkühlung von innen erfolgt, während der Dampf die äußere Wandung des Kühlrohrs umgiebt. Dieses Prinzip ist zuerst im Jahre 1881 von JOH. WALTER angegeben und später von diesem, sowie von anderen Chemikern (WINSSINGER 1883, KREUSSLER 1884 und anderen) weiter verfolgt und in den verschiedensten Formen zur Anwendung gebracht worden. Es kann sowohl für Kühlröhren bei Destillierapparaten, als auch für Rückfluskkühler angewendet werden.

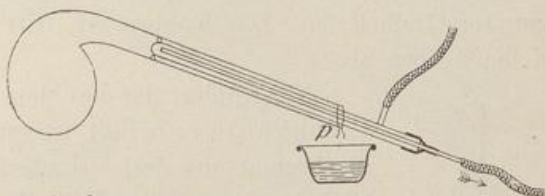


Fig. 412.

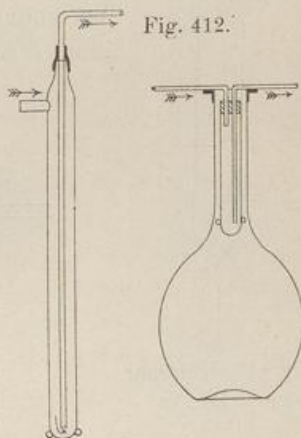


Fig. 413—414.

Kühlapparate nach WALTER.

Bei den WALTER'schen Apparaten* ist der Hauptteil ein kürzeres oder längeres Glasrohr, an einem Ende zugeschmolzen und am anderen Ende mit verjüngter Öffnung. In letztere ist ein dicht hineinpassendes engeres Glasrohr gesetzt, welches mit jenem durch ein kurzes Stück übergeschobenen Kautschukschlauchs verbunden ist (Fig. 413). An diesem Ende ist ein seitliches Ansatzrohr angeschmolzen, durch welches das Kühlwasser eintritt. Dasselbe nimmt seinen Weg durch die weite Röhre und fließt aus der engeren ab. Die Länge des ganzen Rohrs richtet sich nach dem Zweck, welchem es dienen soll. Soll aus einer Retorte destilliert werden (Fig. 412), so schiebt man das Rohr von unten in den offenen Hals. Damit es sich auf der einen Seite nicht dicht an die Wand des Halses anlegt, sind einige Glaströpfchen angeschmolzen. Das Destillat fließt frei aus der Retorte aus, ohne mit Kautschuk oder Kork oder anderen Materialien in Berührung zu kommen. Der Kühler ist an der Öffnung des Retortenhalses mit einem Platindraht *p* umwickelt, an welchem die Flüssigkeit in ein untergestelltes offenes Gefäß abtropft.

Besonders vorteilhaft läßt sich diese WALTER'sche Kühlröhre als Rückfluskkühler benutzen. Soll z. B. die eben beschriebene Retorte (Fig. 412) zum Digerieren von Flüssigkeiten unter Rückfluß benutzt werden, so wird der Hals derselben schräg nach oben gerichtet, und alles übrige

* *Dingler's Polytechnisches Journal*, Bd. 251, S. 369. — *Chem. Centr.-Blatt* 1884, S. 370.

bleibt unverändert. Soll die Digestion in einem Kolben stattfinden, so verwendet man als Kühler ein längeres Probierrglas, welches man oben mit einem doppelt durchbohrten Kork schließt und in diesen das kürzere und längere Glasrohr einführt, wie Figur 414 zeigt. Zum Gebrauch wird dasselbe zuerst, indem man es verkehrt hält, mit Wasser gefüllt und dann in richtiger Lage eingehängt.

Nach dem gleichen Prinzip ist auch der in Figur 415 dargestellte Rückflußkühler von POLLAK* konstruiert, welcher ohne weiteres aus der Figur verständlich ist. Das Kühlwasser tritt auch hier von unten ein und fließt oben ab.

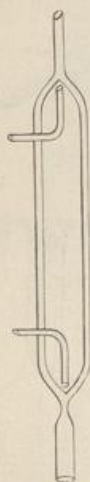


Fig. 415. Kühlrohr
nach POLLAK.

Ein Kühler, der auf dem Prinzip der Außen- und Innenkühlung beruht, ist von FERD. EVERS** konstruiert. Er besteht aus drei Cylindern, *a*, *h* und *i*. Der innere Cylinder *i* wird innerhalb des mittleren *h* durch kleine Verbindungsstücke *k* und *l* gehalten, durch welche der innere Kühlraum *m* mit dem äußeren *n* kommuniziert.

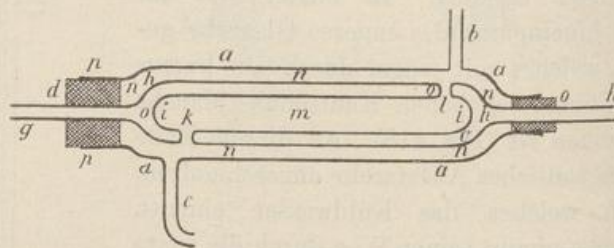


Fig. 416. Kühler
nach EVERS.

Der mittlere, also mit dem innern zu einem Ganzen vereinigte Cylinder *h* ist mit seinen beiden verengten Enden durch die beiden durchbohrten Gummistöpsel *d* und *o* des äußern Cylinders geführt und kann aus letzterem bequem herausgenommen und bei etwaigem Zerspringen ersetzt werden. Das Kühlwasser tritt bei *b* ein, umspült den Cylinder *h* und dringt zugleich durch *l* in den Kühlraum *m*, aus welchem es durch *k* und *c* abfließt. Die zu kühlenden Dämpfe treten durch *g* in den zwischen den Cylindern *h* und *i* befindlichen Raum *o* ein und fließen am anderen Ende ab. Wegen seiner verstärkten Wirkung beansprucht dieser Kühler nur eine geringe Länge (etwa 30 cm) und ist besonders für Flüssigkeiten mit niedrigem Siedepunkt geeignet.

* *Repert. der anal. Chemie*, Bd. 7, S. 287. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 170.

** *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 24, S. 3950. — *Chem. Centr.-Blatt* 1892, I, S. 260.

Ein anderes Kühlrohr mit innerer Wasserzirkulation von A. BIDET* zeigt Figur 417. Es besteht gewissermaßen aus einer engen doppelwandigen Glasglocke, die an ihrer Öffnung durch einen doppelt durchbohrten Kork

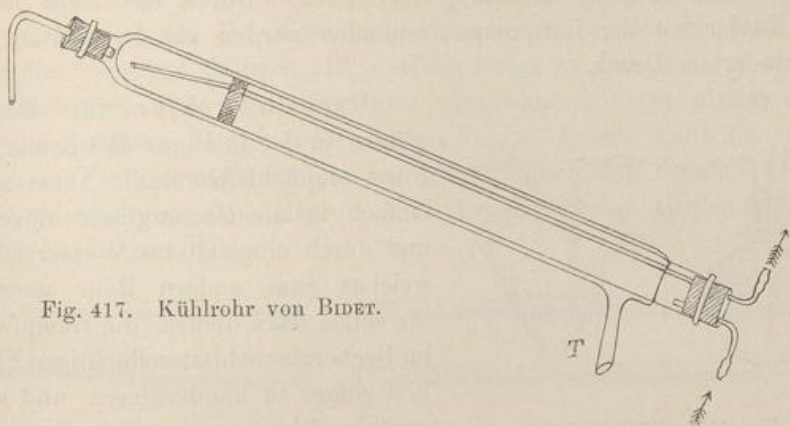


Fig. 417. Kühlrohr von BIDET.

verschlossen ist. Durch diesen sind die Röhren für den Ein- und Austritt des Kühlwassers geführt, während das Destillat oben einströmt und unten durch *T* abfließt.

Ein Kühler, bei dem das Kühlwasser nicht nur das Innere des Rohres füllt, sondern auch die Außenfläche ihrer ganzen Ausdehnung nach berieselt, ist von CRIPP** empfohlen. Der Dampf tritt durch das Rohr *A* in den engen Kondensationsraum *B* zwischen den Röhren *C* und *D* ein; nach der Kondensation fließt das Destillat durch *E* ab. Das Kühlwasser läuft durch *F* auf den Boden von *C*, füllt dieses an und läuft bei *J* über, um an der Außenfläche von *D* herabzurieseln und durch das Rohr *G* abzufließen. Wird der Kühler als Rückflusskühler benutzt, so steigt der Dampf durch *E* auf; ist alle Luft aus *B* verdrängt, so kann *A* zur Vermeidung von Verlusten an flüchtigen Flüssigkeiten durch Kork verschlossen werden. Der Apparat muß selbstverständlich stets in vertikaler Stellung benutzt werden. Um eine gleichmäßige Benetzung von *D* durch Überlaufwasser zu erzielen, umgiebt man *D* mit Filtrierpapier oder Leinen. Der Kork *J* wird am Rand ringsum

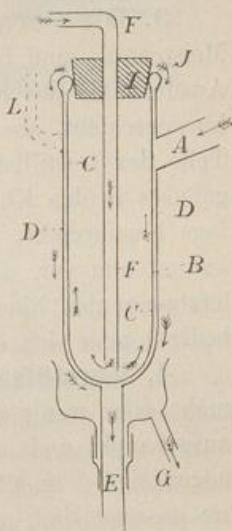


Fig. 418.
Kühler von CRIPP.

* *Comptes rendus de l'Acad. des. sc.*, Bd. 118, S. 479. — *Chem. Centr.-Blatt* 1894, I, S. 707.

** *The Analyst*, Bd. 23, S. 119. — *Chem. Centr.-Blatt* 1898, II, S. 1.

eingekerbt, bei Metallkühlern durch eine Metallscheibe ersetzt. An Wirksamkeit soll dieser Kühler nicht allein den LIEBIG'schen, sondern auch den SOXHLET'schen Kugelkühler, bei dem der Kondensationsraum immer noch zu groß erscheint, übertreffen. Durch das Rohr *L* kann der Kühler mit der Luftpumpe verbunden werden zur Destillation unter vermindertem Druck.

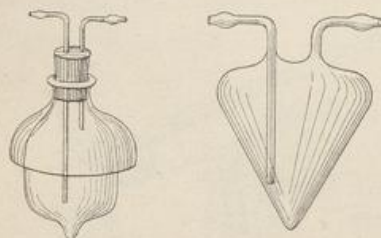


Fig. 419. Rückflusskühler
nach GÖCKEL.

Rückflusskühler für Bechergläser in der in Figur 419 gezeichneten Form empfiehlt GÖCKEL*. Diese werden einfach in die Bechergläser eingehängt und durch eingeleitetes Wasser gekühlt, welches zum andern Rohr ausströmt. Sie sollen dazu dienen, die Dämpfe einer im Becherglas erhitzten flüchtigen Flüssigkeit sofort zu kondensieren, und wieder zurückzuführen; man soll in dieser Weise selbst Äther und Petroleumäther stundenlang erhitzen können.

3. Die Vorlage ist dasjenige Gefäß, welches das Destillat aufnimmt. Meistenteils sind hier Bechergläser oder Kolben, welche man unter das Ausflusssende des Kühlrohrs stellt, bezw. mit ihrem Hals über dasselbe hinwegschiebt, ausreichend. Beim Zusammenstellen der genannten drei Teile des Destillierapparats ist es nötig, daß der Hals des Destillationsgefäßes in das Kühlrohr und das Ausflusssende des letzteren in die Vorlage hineinreicht, da sonst ein Abfluß des Destillats nicht erfolgt. Es kommt nun vor, daß die erstgenannten Röhren zu weit sind, um in die letztgenannten hineingebracht werden zu können. In einem solchen Falle bedient man sich der

4. Vorstöße. Dies sind Röhren, welche nach dem einen Ende hin mehr oder weniger stark verjüngt, auch wohl an der einen Seite etwas ausgebaucht und an dem engeren Ende in entsprechender Weise umbogen sind (Fig. 420 und 421). Man schiebt dieselben entweder, wenn sie passend sind, mit ihrem weiteren Ende über das eine Rohr und steckt ihr engeres in das andere hinein oder bedient sich dazu eines durchbohrten Korks. Will man auch an denjenigen Stellen, wo man keinen durchbohrten Kork benutzen kann, einen dampfdichten Verschluss haben, so umwickelt man die Stelle mit einem Streifen feuchter Blase (Schweinsblase), welchen man in lauwarmem Wasser gehörig einweicht, mit einem Tuche

* Zeitschrift für angewandte Chemie 1899, S. 494. — Chem. Centr.-Blatt 1899, II, S. 2.

wieder abtrocknet und fest um die betreffende Stelle windet. Da, wo die glattgeschnittenen Ränder der Blase das Glas berühren, blättert dieselbe sich, wenn sie trocken wird, gern ab; um dies zu verhindern, schärft man, solange die Blase noch feucht ist, die Ränder mittels eines nicht zu scharfen Messers ab. Die Blase klebt dann wie angekittet am Glase fest. Wenn dies indes gut gelingen soll, darf sie weder zu naß, noch zu trocken sein; auch muß man beim Umwickeln vermeiden, daß zwei glattgeschnittene Blasenränder übereinander liegen, da in diesem Falle der obere nicht zum Festhalten zu bringen ist. Man wickelt den Streifen deshalb etwas spiralig um das Glasrohr. Einige Erfahrung wird hier leicht das Rechte zeigen.

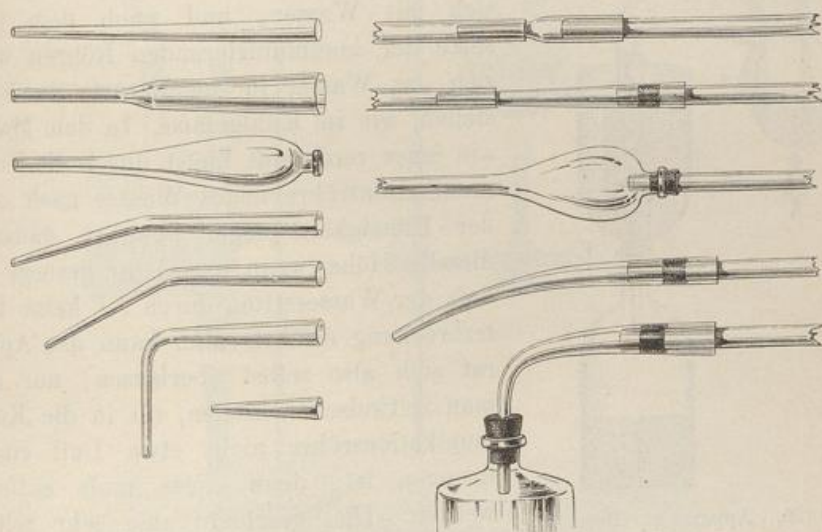


Fig. 420. Vorstöße und Verbindung derselben. Fig. 421.

Man Sorge vor allem dafür, daß der Apparat in allen seinen Teilen vollständig richtig und zuverlässig zusammengestellt ist, ehe man mit der Destillation beginnt; denn während derselben sind Schäden kaum ohne Nachteil oder Gefahr auszubessern. Ganz besonders vorsichtig verfähre man bei der Destillation von Flüssigkeiten, welche selbst brennbar sind oder brennbare Dämpfe entwickeln. Hierbei muß das Destillationsgefäß in ein Sand- oder Wasserbad gesetzt werden, damit im Falle eines Risses die auslaufende Flüssigkeit nicht gleich Feuer fängt und man Zeit hat, die Lampe zu verlöschen. Deshalb muß auch letztere immer so gestellt werden, daß man sie jeden Augenblick leicht ausdrehen kann. Auch Sorge man für einen genügenden Vorrat an Kühlwasser, um nicht vielleicht in die unangenehme Lage zu kommen, die Destillation, wenn sie im besten Gange ist, unterbrechen zu müssen.

Ein vollständig zusammengestellter Destillationsapparat mit Kühler und Vorlage, welcher nach KALECSINSZKY* zur Bereitung von destilliertem Wasser geeignet und sich aus dem Kühlgefäße selbst speist, ist in Figur 422 abgebildet. Eine Retorte *A* mit Tubus ist mit dem spiralgewundenen Kühlrohr verbunden, das mit einem weiteren Glasgefäße *V* umgeben ist, durch welches das Kühlwasser kontinuierlich hindurchfließt. Die Retorte *A* ist zur Hälfte mit Wasser gefüllt. Durch den Tubus führt eine zweimal rechtwinklig gebogene Röhre, deren anderes Ende in das Kühlwasser taucht.

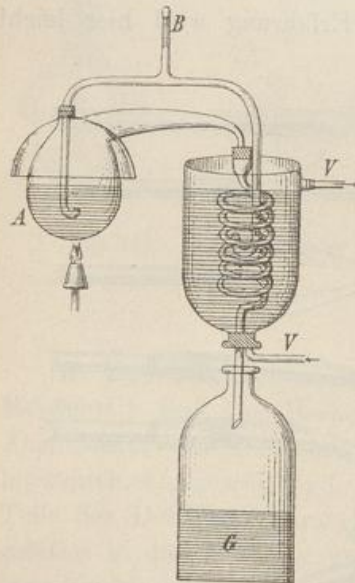


Fig. 422. Apparat zur Bereitung von destilliertem Wasser nach KALECSINSZKY.

Wird dieselbe bei *B* angesaugt und so gleich wieder verschlossen, so füllt sie sich mit Wasser, und nach dem Gesetze der kommunizierenden Röhren wird sich das Wasser in der Retorte so hoch stellen, wie im Kühlgefäße. In dem Maße, wie jenes verdampft fließt durch die Kommunikationsröhre neues Wasser nach, und der Flüssigkeitsspiegel bewahrt dauernd dieselbe Höhe, wenn nur dafür gesorgt ist, daß der Wasserstrom durch *VV* keine Unterbrechung erfährt. Man kann den Apparat sich also selbst überlassen, nur soll man zeitweise nachsehen, ob in die Kommunikationsröhre nicht etwa Luft eingedrungen ist, denn diese muß entfernt werden. Dies geschieht aber sehr selten, da die Enden der Röhre hinaufgebogen sind. Die Retorte ist oben gegen die Wärmeableitung geschützt.

5. Destillation unter vermindertem Druck oder im Vakuum. Da der Siedepunkt der Flüssigkeiten mit der Verminderung des Luftdrucks sinkt, so läßt sich dieser Umstand in gewissen Fällen mit Erfolg benutzen, um hochsiedende Flüssigkeiten bei niedrigerer Temperatur zu destillieren, als dies sonst möglich ist. Hierzu ist es nötig, alle Teile des Destillierapparats luftdicht miteinander zu verbinden, also namentlich auch die Vorlage mit dem Kühlrohr. Gut eignen sich dazu Vorstöße von der Form Figur 424, deren Hals man mittels eines Kautschukrings mit dem Kühlapparate, diesen mit der doppelt tubulierten Vorlage (Fig. 423) und letztere, unter Einschaltung eines Manometers, mit einer Wasser-

* Chem. Centr.-Blatt 1891, I, S. 299.

Luftpumpe verbindet, um durch dieselbe im Innern des Apparats das Vakuum zu erhalten, oder falls man über eine solche nicht verfügt, durch ein etwa 1 m langes, senkrecht nach unten gehendes Glasrohr verlängert, dessen unteres offenes Ende in ein Gefäß mit Quecksilber taucht (Fig. 423). Im ersteren Falle setzt man, sobald die Destillation beginnen soll, die Luftpumpe in Thätigkeit, im letzteren Falle treibt man erst, ohne zu kühlen, durch die sich entwickelnden Dämpfe die Luft aus dem Apparat, gießt dann erst das Quecksilber in das untergesetzte Gefäß und setzt

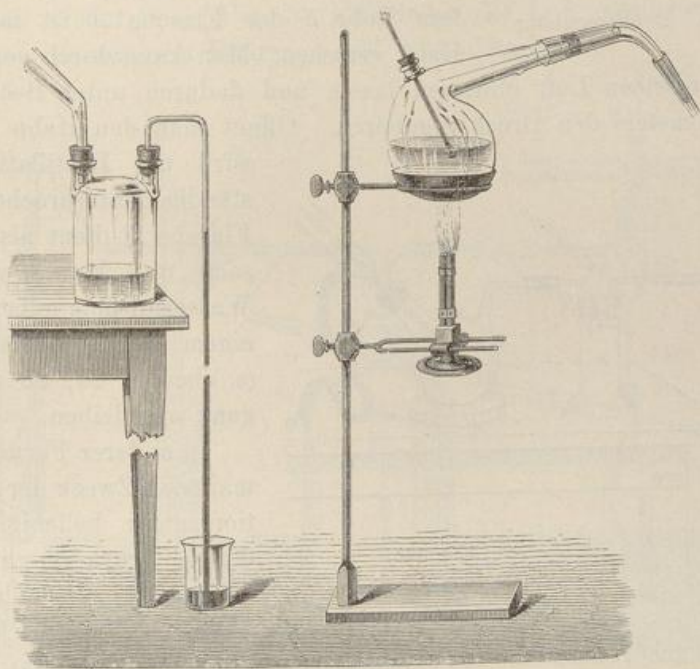


Fig. 423. Destillierapparate. Fig. 424.

den Kühlapparat in Thätigkeit. Das Quecksilber steigt in dem senkrechten Rohre so weit in die Höhe, als dem verminderten Dampfdrucke im Innern des Apparates entspricht. Das Quecksilberrohr dient hierbei zugleich als Manometer und unter Umständen auch als Sicherheitsrohr.

Regulierung des Drucks. Um bei Anwendung einer Luftpumpe den Druck im Innern des Destillationsapparats längere oder kürzere Zeit auf einer bestimmten Höhe zu erhalten, ist noch eine Regulierungsvorrichtung nötig, welche meist darauf beruht, dass man eine gewisse Menge Luft eintreten läßt, bis das Manometer den verlangten Druck zeigt. Dieses zuerst von *LOTHAR MEYER** im Jahre 1873 angegebene und zur

* *Annalen der Chemie und Pharm.*, Bd. 165, S. 303.

Ausführung gebrachte Prinzip ist mit verschiedenen Abänderungen bei den folgenden Apparaten benutzt.

In sehr einfacher Weise wird nach MOSCHNER* der Zweck dadurch erreicht, daß man zwischen Vorlage und Luftpumpe zwei WOULFE'sche Flaschen *A* und *B* (Fig. 425) einschaltet, die, wie die Abbildung zeigt, miteinander verbunden sind. Das Rohr *a* führt zur Vorlage und *b* zum Manometer bzw. Wasserluftpumpe. Das mittlere Rohr *h* der Flasche *A* ist mit einem Hahn versehen. Man kann durch vorsichtiges

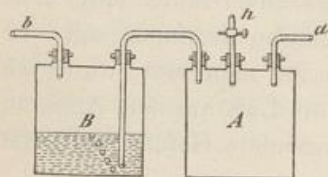


Fig. 425. Druckregulator.

Öffnen desselben Luft eintreten lassen und dadurch unter Beobachtung des Manometers den Druck regulieren. Öffnet man den Hahn ganz, so

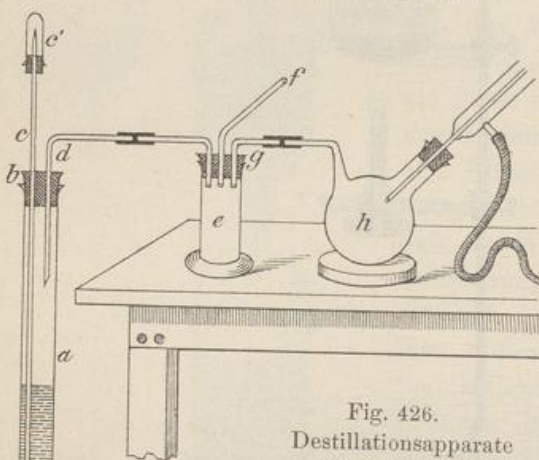


Fig. 426.
Destillationsapparate
nach GARZINO.

wird die Destillation vollständig unterbrochen. Die Flasche *B* dient als Wassersack und kann, wenn die Wasserluftpumpe bereits mit einem solchen versehen ist (s. oben S. 86, 88 und 93), ganz wegbleiben.

In anderer Form erreicht man den Zweck der Destillation unter beliebig vermindertem Druck durch die von GARZINO** empfohlene Zusammenstellung der Apparate.

Es gehört dazu eine starkwandige, ungefähr 1,3 m lange Glasröhre von ungefähr 25 mm Durchmesser *a* (Fig. 426); *b* ist ein an beiden Enden offenes, oben zu einer kapillaren Spitze verengtes Glasrohr, es ist etwa 2 m lang und durch die eine Öffnung des durchbohrten Korks *bd* gesteckt, in welchem es sich mit leichter Reibung auf- und abführen läßt, oben ist es mit einer kleinen Glasglocke *c'* bedeckt, welche durch einen mit zwei Durchbohrungen versehenen Gummistöpsel geschlossen ist. Eine zweite Röhre *d* hat denselben Durchmesser wie *c*, ist winkelförmig gebogen und mit dem einen Schenkel durch die zweite Durchbohrung des Gummistöpsels *b* geführt. Ihr unteres Ende ist ebenfalls kapillär ausgezogen, *e* ist ein Glas, mit einem dreifach durchbohrten Stöpsel geschlossen. Das Rohr *f* führt nach der Luftpumpe,

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 1243. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 1375.

** *Annali di Chim. e di Farm.*, Bd. 17, S. 20. — *Chem. Centr.-Blatt* 1893, I, S. 681.

g und *h* sind selbstverständlich Zu- und Ableitungsröhren. Man bringt nach *a* soviel Quecksilber, daß man ungefähr eine bekannte Höhe von 765 mm hat. Soll der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, so taucht man das Rohr *c* in das Quecksilber von *a* um soviel Millimeter ein, als der Unterschied zwischen dem Barometerdruck und der gewünschten Druckverminderung beträgt. Beim Evakuieren mit der Pumpe wird natürlich das Quecksilber in *c*, das anfänglich mit dem Hg in *a* gleiche Oberfläche hatte, sinken. Sinkt der Druck im Innern des Apparats unter den gewollten, so dringt Luft aus *c* durch die Quecksilbersäule in *a* in das Innere des Apparats und stellt den Druck wieder her. Um das Eindringen der Luft möglichst langsam zu machen, müssen die Röhren *c* und *d* kapillär enden.

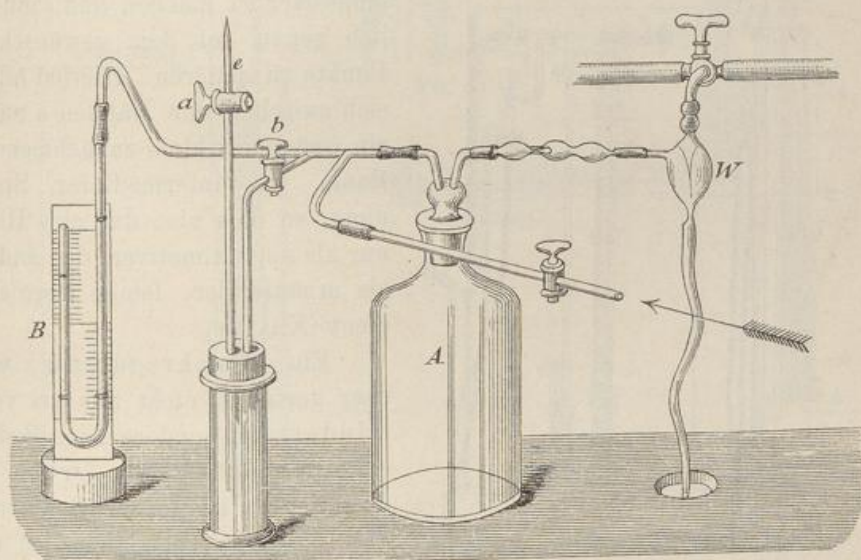


Fig. 427. Druckregulator nach KRAFFT.

In weit vollkommener Weise bewirkt man die Druckregulierung nach KRAFFT* durch den in Figur 427 abgebildeten Apparat. *W* ist die Wasserluftpumpe und *A* eine starkwandige Flasche, welche hinreichend groß ist, um etwa vorkommende Unregelmäßigkeiten im Gange der Luftpumpe auszugleichen, also gewissermaßen als „Vakuumreservoir“ dient. Sie ist 1. mit dem auszupumpenden Apparat, welcher durch den Pfeil angedeutet ist, 2. durch den Hahn *b* mit einem kleinen Gefäß, in dessen Stöpsel noch ein zweites Rohr *e* mit fein ausgezogener Spitze und Glashahn *a* eingesetzt ist, und 3. mit dem Manometer *B* verbunden. Die

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 15, S. 1693 und Bd. 22, S. 819.
— *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 657.

Hähne *a* und *b* sind für die Regulierung und Einstellung des Drucks bestimmt. Soll eine Druckeinstellung bewirkt werden, so setzt man nach gehöriger Verbindung aller Teile des Apparats die Pumpe in Thätigkeit und läßt sie so lange arbeiten, bis der Druck einige Centimeter unter den gewünschten Stand gesunken ist. Dann öffnet man den Hahn *b* ganz und *a* so weit, daß das Quecksilber im Manometer allmählich sinkt und unter den gewollten Stand zu sinken droht. Ehe dies jedoch geschieht, ver-

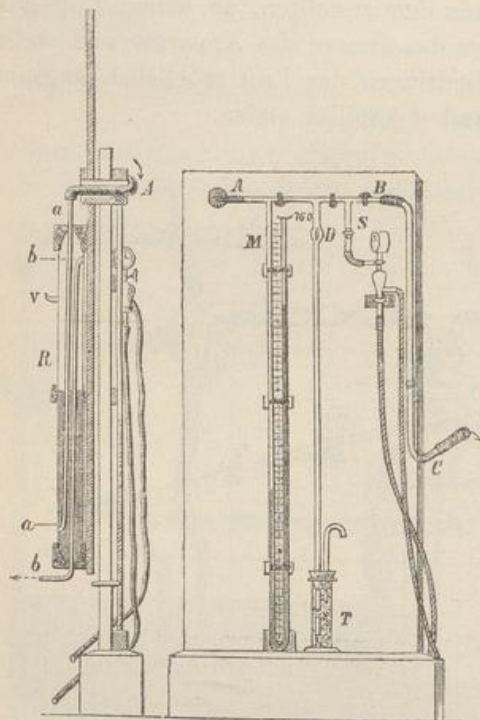


Fig. 428.

Fig. 429.

Druckregulator nach STÄDEL und HAHN.

ringert man durch partielles Schließen von *b* den Luftstrom wieder, so viel als nötig ist, um das Sinken des Quecksilbers immer langsamer zu machen und schließlich genau bei dem gewünschten Punkte zu sistieren. Hierbei bildet sich zwischen den Hähnen *a* und *b* ein (möglichst klein zu nehmender) Raum von intermediärer Spannung, so daß also der eine Hahn nur als approximativer, der andere als ergänzender, feiner Regulator dient (KRAFFT).

Ein Druckregulator, welcher gestattet, nicht nur bei vermindertem, sondern nach Bedarf auch bei erhöhtem Druck zu destillieren, ist (unter Benutzung des L. MEYER'schen Prinzips) von STÄDEL und HAHN* konstruiert und in Figur 428—432 abgebildet.

Nach der Beschreibung der Genannten ist er folgendermaßen eingerichtet. An einem etwa 90 cm hohen und 40 cm breiten, vertikal stehenden und in einen soliden Fuß eingelassenen Brett befindet sich auf dessen Vorderseite (Fig. 428 und 429) ein Röhrensystem mit Hähnen und Manometer, während auf der Rückseite desselben (Fig. 430) der eigentliche Druckregulator angebracht ist. Dieser Teil des Apparats ist eine von OTTO SCHUMANN ersonnene Modifikation des oben erwähnten L. MEYER'schen Druckregulators. Figur 429 zeigt am oberen Ende des Bretts eine auf mit Kautschuk überzogenem

* *Annalen der Chemie und Pharm.*, Bd. 195, S. 218. — *Chem. Centr.-Blatt* 1879, S. 305.

Haken ruhende Glasröhre AB von etwa 1 cm Weite, an welche zwei Hahnröhren D zum Druckapparat und S zum Saugapparat und ein Manometer M angeschmolzen sind. Von B führt eine Röhre BC zur Vorlage des Destillationsapparats. Der erforderliche Druck wird in einem Kohlensäureapparate erzeugt, welcher zunächst mit dem Trockenapparate T

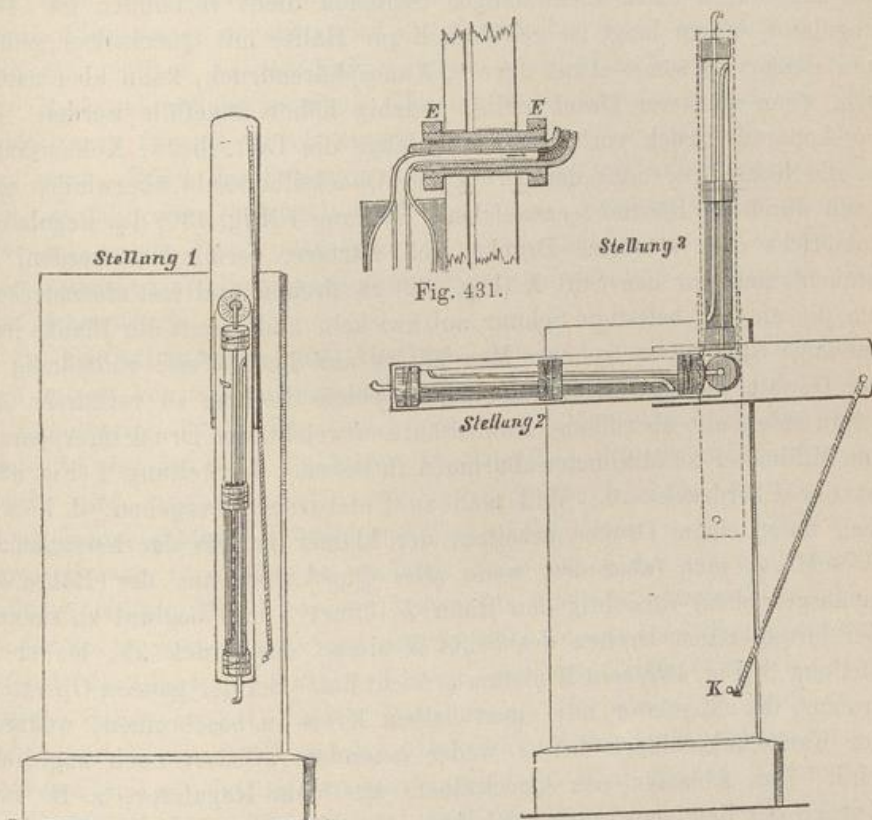


Fig. 430.

Fig. 432.

Druckregulator nach STÄDEL und HAHN.

durch einen kurzen dickwandigen Schlauch verbunden ist. Ist D geöffnet, während S geschlossen bleibt, so drückt die Kohlensäure durch D und AB in den Siedeapparat, zugleich in das Manometer, an dessen Millimetertheilung man den jeweiligen Druck genau ablesen kann und in den Regulator R , welchen Figur 428 von der Seite im Längendurchschnitte repräsentiert. Dieser besteht in einem 2,5 cm weiten Glasrohre, in dessen Enden zwei enge Röhren aa und bb (beiderseits offen) derart eingeschmolzen sind, daß sie innen nebeneinander stehend mit ihren seitlichen Öffnungen an den anderen Enden der Glaswandung ziemlich dicht anliegen, während

sie ausfen hakenförmig herausragen. Dieser Apparat ist mittels angeklebter Korkstückchen und Draht an einer $1\frac{1}{2}$ mal so langen Planke unbeweglich festgemacht. Die Planke hat, wie auch das Stativbrett bei *A*, ein Loch, um einen 5—6 cm langen Holzcylinder *E* (Fig. 430) als Achse aufzunehmen, in dessen Inneres eines der hakenförmigen Röhrenenden hineinragt und mit *AB* durch einen dickwandigen Schlauch dicht verbunden ist. Der Regulator, 60 cm lang, ist gewöhnlich zur Hälfte mit Quecksilber gefüllt und entspricht somit etwas über $\frac{1}{3}$ Atmosphärendruck, kann aber natürlich, wenn stärkerer Druck nötig, beliebig höher angefüllt werden. Ist im Apparate Druck vorhanden, so gelangt die Luft, bezw. Kohlensäure, in die Röhre *aa*, muß den Druck der Quecksilbersäule überwinden und kann durch die Röhre *bb* entweichen. Stellung 1 (Fig. 430) des Regulators entspricht dem stärksten Drucke; soll letzterer vermindert werden, so braucht man nur den Stift *K* (Fig. 432) zu drehen und fest einzustecken, um die an ihm befestigte Schnur aufzuwickeln und damit der Planke jede beliebige Stellung zu geben. Man hat es auf diese Weise vollständig in der Gewalt, die Quecksilbersäule durch schiefe Stellung zu verkürzen und somit, indem alle überflüssige Kohlensäure entweicht, den Druck im Apparate von Millimeter zu Millimeter abnehmen zu lassen. In Stellung 2 (Fig. 432) ist der Überdruck = 0. Will man zu Unterdruck übergehen, d. h. will man unter einem Drucke arbeiten, der kleiner ist als der herrschende, so schließt man (aber erst wenn alles Quecksilber aus der Röhre *aa* hinausgetrieben) vorsichtig den Hahn *D*, öffnet *S* und beginnt zu saugen. Bei fortgesetztem Drehen des Stifts *K* nimmt der Druck ab, bis er in Stellung 3 (Fig. 432) sein Minimum erreicht hat. Bei der ganzen Operation braucht der Regulator nur einen halben Kreis zu beschreiben, wodurch der Kautschukschlauch bei *A* weder besonders affiziert noch zuge dreht wird. Das Ablassen des Quecksilbers aus dem Regulator, z. B. zum Zwecke des Reinigens, kann nach Abbrechen der feinen Spitze *v* (Fig. 428) durch die dadurch entstandene Öffnung bewerkstelligt werden. Alle Kautschukverbindungen bestehen aus sehr dickwandigen, geschmeidigen Schläuchen, die mit Leinölfirnis bestrichen (oder noch besser in diesem gekocht) und mit Bindfaden fest überbunden sind. Der Apparat ist, so konstruiert, nahezu vollkommen dicht; absolut dicht braucht er nicht zu sein, da bei Anwendung von Überdruck der Kohlensäureapparat beständig Gas entwickelt und Druck erzeugt, während bei Unterdruck die Saugpumpe ununterbrochen arbeitet. Die Hauptvorteile dieses Apparats sind die, daß man von Unterdruck zu Überdruck übergehen kann, ohne die Arbeit zu unterbrechen, und daß man den Druck auf der siedenden Flüssigkeit konstant erhalten oder beliebig variieren kann.

Ein selbstthätiger elektrischer Druckregulator wird von

PERKIN* empfohlen. Die wesentlichen Teile desselben sind eine Barometeröhre, die in Verbindung mit dem zu evakuierenden Apparate steht, und ein Ventil, durch welches selbstthätig Luft zugelassen wird, wenn der Druck unter den vorgeschriebenen sinkt. Im oberen Teile des Barometerrohrs befindet sich eine Kupferstange mit Platinspitze, welche höher oder tiefer gestellt werden kann. Sobald das Quecksilber steigt und die Platinspitze berührt, wird ein elektrischer Strom geschlossen und das Ventil geöffnet, so daß Luft eintreten kann. Das Ventil besteht aus einer Glaskugel, welche in einem Glasring dicht schließend sitzt und bei geschlossenem Strome durch einen Elektromagnet aus der Öffnung gezogen wird. Wird der Strom durch Fallen des Quecksilbers wieder geöffnet, so fällt die Glaskugel durch ihr eigenes Gewicht wieder zurück. Selbst bei einem Druck von nur 60 mm gelingt es, denselben durch diesen Apparat auf einem konstanten Punkte zu erhalten mit weniger als 1 mm Schwankung.

6. Fraktionierte Destillation. Gemischte flüchtige Flüssigkeiten haben keinen konstanten Siedepunkt. Das Sieden beginnt etwas oberhalb der Temperatur des leichter flüchtigen und steigt allmählich bis zum Siedepunkt des schwerer flüchtigen Bestandteils. Die Schnelligkeit des Steigens wird durch die relative Menge derselben bedingt. Ist der Gehalt an jenem größer, so wird der Siedepunkt länger in der Nähe der unteren Grenze verweilen, im anderen Falle näher der oberen Grenze. Hierdurch ist ein Mittel gegeben, gemischte flüchtige Flüssigkeiten voneinander zu trennen, indem man mittels eines eingesenkten Thermometers (Fig. 424) destilliert und das Destillat in einzelnen Teilen (Fraktionen) auffängt, daher fraktionierte Destillation. Bei einem Gemisch von Alkohol und Wasser z. B. werden die ersten Teile des Destillats reich an Alkohol und die letzten fast nur Wasser sein. Eine absolute Trennung ist freilich auf diese Weise nicht möglich, da jede einzelne Fraktion wiederum ein Gemisch ist. Erst durch mehrmalige Wiederholung der Arbeit (Fraktionieren der einzelnen Fraktionen) gewinnt man reinere Destillate.

In vollkommener Weise wird die Trennung erreicht, wenn man den Apparat so einrichtet, daß ein Teil der verdichteten Dämpfe wieder in das Destillationsgefäß zurückfließen kann, was annähernd schon dadurch ermöglicht wird, daß man den Retortenhals schräg aufwärts richtet; innerhalb desselben verdichten sich dann vorzugsweise Teile der schwerer flüchtigen Flüssigkeit, welche zurückfließen, und in das Kühlrohr gelangen vorwiegend nur Teile der leichter siedenden. Demselben Zwecke genügt

* *Chemical News*, Bd. 57, S. 247. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 992.

in sehr vorzüglicher Weise der in Figur 433 dargestellte Aufsatz. Diese von LINNEMANN angegebene Einrichtung ist eine Nachbildung der in der Spiritusfabrikation gebräuchlichen Rektifikationskolonnen (Dephlegmatoren) und besteht aus einem mit drei bauchigen Erweiterungen und einem seitlichen Abflußrohre versehenen Glasrohr, *A* oder *B*, das beiderseitig offen ist. Das unterste Ende wird mittelst eines durchbohrten Stöpsels auf das Destillationsgefäß, welches in diesem Falle die Form eines Kolbens hat, gesetzt und durch das obere ein Thermometer bis in

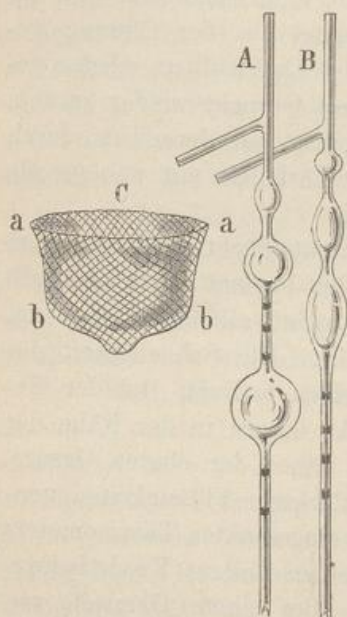


Fig. 433.
Destillierapparat.

die oberste Erweiterung eingesenkt. Der seitliche Abfluß wird dann mit dem Kühlrohre verbunden. In dem cylindrischen Teile der Röhre sind, wie aus der Figur zu ersehen, übereinander mehrere kleine Näpfchen aus feinem Platindrahtnetz eingeschoben, wie solches in der Nebenfigur in vergrößertem Maßstabe abgebildet ist. Sie sind am oberen Rande *aa* etwas weiter als am unteren *bb* und halten sich, in das Glasrohr geschoben, federnd fest. Die Dämpfe des siedenden Flüssigkeitsgemisches müssen durch die Maschen des Drahtnetzes aufsteigen. Die schwerer flüchtigen Anteile kondensieren sich hier zum Teil durch Luftkühlung, füllen die Näpfchen mehr oder weniger an und fließen in das Destillationsgefäß zurück. Die Dämpfe der leichter flüchtigen Flüssigkeit haben deshalb keinen ganz freien Abzug, sondern müssen sich durch die in den Näpfchen enthaltene Flüssigkeitsmenge hindurcharbeiten,

wodurch sie mehr oder weniger vollständig von den schwerer flüchtigen Anteilen befreit werden. Das Thermometer in der oberen Kugel giebt dann genau den Siedepunkt des jeweilig übergehenden Destillats an.

Ein anderer Dephlegmator mit Drahtnetzen nach dem Prinzip von YOUNG und THOMAS* ist in Figur 434 abgebildet. Ein Gasrohr von 18 mm innerem Durchmesser hat in Abständen von etwa 8 cm Einschnürungen, in die man, wie aus der Figur 435 hervorgeht, ein Platindrahtnetz mit gebogener Glasröhre einführt. Der Dampf durchströmt die kondensierte Flüssigkeit, welche sich auf dem Drahtnetz sammelt, und wenn die Flüssigkeit auf diesem eine gewisse Höhe erreicht hat, fließt

* *Chem. News*, Bd. 71, S. 177. — *Chem. Centr.-Blatt* 1895, I, S. 1049.

sie durch die gebogenen Röhren ab. Deren Biegung ist so eingerichtet, daß sie nicht durch den Dampfdruck leergeblasen werden. Nach Beendigung der Destillation kann man den Dephlegmator durch einen kurzen scharfen Luftstrom von der Flüssigkeit befreien. Die Fraktionierung eines Gemenges von Benzol und Toluol gelingt unter Anwendung dieses Dephlegmators sehr schnell und vollständig.

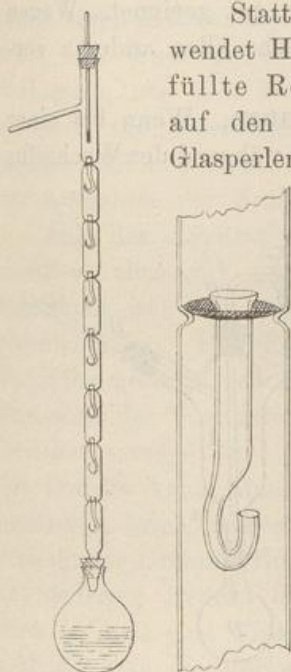


Fig. 434. Fig. 435.
Dephlegmator nach
Young und Thomas.

Statt dieser Aufsätze mit Platinkörbchen wendet HEMPEL* eine mit Glasperlen gefüllte Röhre *b* (Fig. 436) an, welche man auf den Destillationskolben *a* aufsetzt. Die Glasperlen haben etwa 4 mm Durchmesser. *c* ist ein Dreiwegrohr, welches bei *d* mit einem Kühler in Verbindung gesetzt wird und bei *e* ein Thermometer trägt. Das Sieden in dem Kolben *a* muß so geregelt sein, daß in *b* eine genügende Kondensation durch Luftkühlung erfolgt. Der Apparat ist so wirksam, daß man mit ihm durch eine Destillation Alkohol von 18% bis auf 95% konzentrieren kann.

Gleiche Dienste leistet der in Figur 437 abgebildete Dephlegmator von NORTON und OTTEN.** Sein Prinzip ist das umgekehrte, wie bei den Apparaten von LINNEMANN und HEMPEL, indem der Dampf-



Fig. 436.
Dephlegmator
nach HEMPEL.

strom nicht in eine innige Berührung mit der herabfließenden verdichteten Flüssigkeit gebracht, sondern davon gänzlich getrennt wird. Der Dampfstrom geht durch die gebogenen Röhren *EEE* von dem Destillationsgefäß in das erste Gefäß *C*, von da in das zweite *B* und zuletzt in das dritte *A*, ohne die verdichtete Flüssigkeit, die bei *DDD* herabtropft zu berühren. Der Durchmesser von *D* ist 2 mm, und die Kapillarität ist noch vermehrt durch einen Platindraht, welcher durch die Röhren *D* hindurchgeht.

Es wurden von den Erfindern mit diesem und den vorher beschriebenen Apparaten vergleichende Destillationen behufs Trennung gemischter

* *Zeitschrift für anal. Chemie*, Bd. 20, S. 502. — *Chem. Centr.-Blatt* 1881, S. 811.

** *American Chemical Journal*, Bd. 10, S. 62. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 1020.

Flüssigkeiten gemacht, deren Siedepunkte einander sehr nahe liegen. Es ergab sich, daß keinem der drei Apparate ein absoluter Vorteil vor den beiden anderen gebührt. Der Apparat von NORTON und OTTEN wirkt am besten beim Siedepunkte des Methylalkohols (66°), der HEMPEL'sche bei dem des Acetons (56°), und der LINNEMANN'sche hat sich zur Reinigung des rohen Holzgeistes am besten bewährt. Für Trennung von Alkohol und Wasser sind alle drei Apparate gleich gut geeignet. Wegen der Einfachheit der Konstruktion ist der HEMPEL'sche allen anderen vorzuziehen.

7. Fraktionierte Destillation im Vakuum. Wenn bei einer fraktionierten Destillation unter vermindertem Druck während des Wechsels

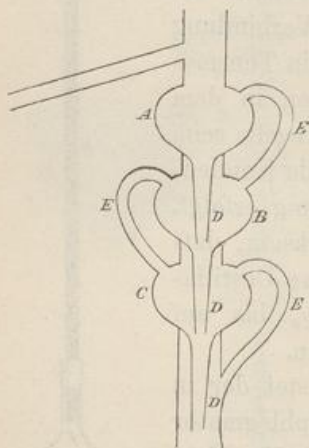


Fig. 437. Dephlegmator nach NORTON und OTTEN.

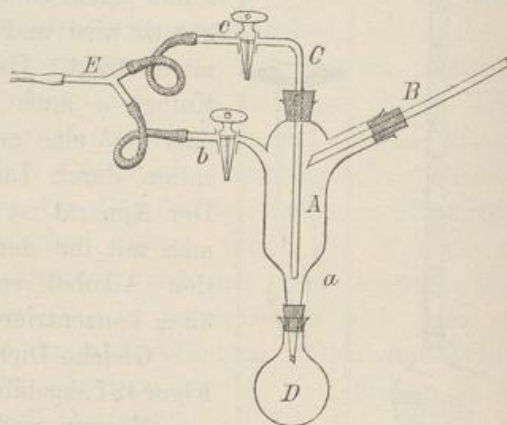


Fig. 438. Destillationsvorlage nach L. MEYER.

der Vorlage das Vakuum erhalten bleiben soll, sind Vorrichtungen nötig, welche dieses Auswechseln gestatten, ohne daß Luft in den Destillationsapparat tritt. Letzteres würde zu einer jedesmaligen Unterbrechung der Destillation führen. Zur Umgehung dieses Übelstandes sind sehr zahlreiche und verschiedene Mittel ausfindig gemacht worden, von denen hier nur einige der einfachsten und praktischsten angeführt werden sollen.

Nach LOTHAR MEYER* wird der Zweck folgendermaßen erreicht. Das Gefäß A (Fig. 438) ist etwa 12 cm lang; es trägt ein etwa 16 mm weites schräg nach oben gerichtetes Ansatzrohr, welches mit dem unteren Ende des Kühlrohrs B verbunden ist. Die obere ebenfalls 16 mm weite Öffnung ist mit einem durchbohrten, sehr guten und weichen Kork ver-

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 20, S. 1833. — *Chem. Centr.-Blatt* 1887, S. 1070.

geschlossen, in welchem das gebogene Glasrohr *C* steckt und darin mit gelinder Reibung auf- und abgeschoben werden kann. Das unterste Ende der Röhre *C* kann auf diese Weise bis in den konisch verjüngten Teil *a* des Gefäßes *A* geschoben werden; es ist hier gut eingeschliffen und bewirkt einen guten Verschluss. Der horizontale Teil des Rohrs *C* trägt einen Dreiweghahn *c* und endigt in ein Schlauchstück, welches durch einen dickwandigen engen Kautschukschlauch (1—2 mm lichte Weite, 3—4 mm Wandstärke) mit dem einen Arme des gläsernen T-stücks *E* verbunden ist. Der zweite Arm führt durch einen gleichen Kautschukschlauch zum Dreiweghahn *b*, der dritte zum Manometer und zur Luftpumpe. An das untere konische Ende des Gefäßes *A* werden die Kölbchen zur Aufnahme der Fraktionen mittels Kork befestigt.

Soll der Apparat benutzt werden, so werden die Hähne *b* und *c*, nachdem alles gut zusammengesetzt ist, so gestellt, wie in der Figur gezeichnet ist, also so, daß *A* sowohl durch *c* als auch durch *b* mit *E* verbunden ist. Das Rohr *C* wird aus *a* etwas in die Höhe gezogen, so daß *A* mit *D* verbunden ist. Nun wird die Destillation in Gang gesetzt, und das Destillat sammelt sich in *D* an. Zur Regulierung des Drucks kann man, wenn nötig, den Hahn *b* benutzen, durch dessen Schwanzstück man mittels vorsichtiger Drehung Luft eintreten läßt, falls infolge zu niedrigen Drucks die Destillation zu stürmisch wird. — Soll eine Fraktion abgesondert werden, so schließt man die Vorlage *D* von dem Destillationsapparat ab, indem man das in *a* eingeschliffene Rohr herabdrückt. Das Destillat kann nun nicht mehr nach *D* fließen, sondern sammelt sich in *A* an. Um *D* von *A* abnehmen zu können, muß man zuvor den Hahn *c* so stellen, daß durch sein Schwanzstück Luft eintreten kann; hiernach läßt sich der Wechsel der Vorlage leicht bewirken. Die ganze Manipulation nimmt nur wenige Sekunden in Anspruch und die Destillation geht währenddessen ihren gleichmäßigen Gang.

Bei der Fraktioniervorlage von FUCHS,* welche in Figur 439 abgebildet ist, sind alle Korkverbindungen vermieden. Das Rohr *C* ist mit dem Manometer und der Luftpumpe verbunden.

Die in der Figur gezeichnete Stellung der Hähne *A* und *B* ist die,

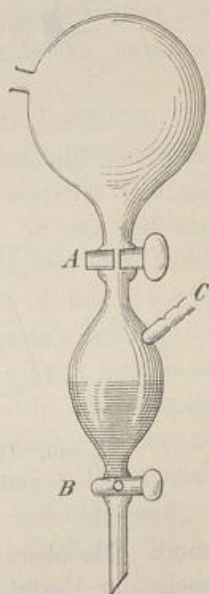


Fig. 439. Destillationsvorlage nach Fuchs.

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 14, S. 607. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, I, S. 1044.

welche während der Destillation einzuhalten ist: *A* ist geöffnet, *B* geschlossen. Das Destillat sammelt sich in der unteren Birne. Soll eine Fraktion abgelassen werden, so schließt man *A* und läßt von der Luftpumpe her durch Öffnung eines geeigneten Hahns Luft durch *C* eintreten. Nun kann man durch Öffnung des Hahns *B* das Destillat ausfließen lassen. Man schließt hierauf *B* wieder, evakuiert die untere Birne rasch und öffnet *A*, worauf die Destillation ihren ruhigen Fortgang

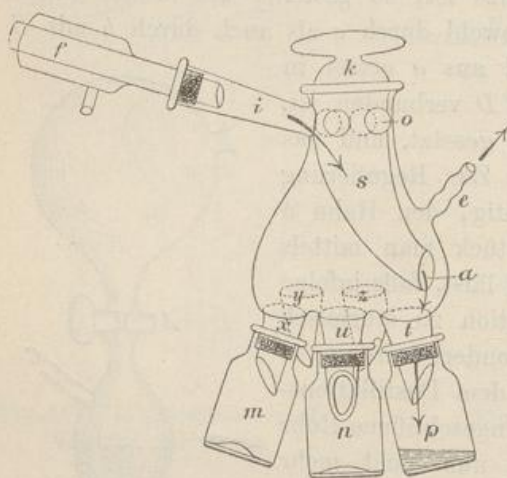


Fig. 440. Destillationsvorlage
nach RAIKOW.

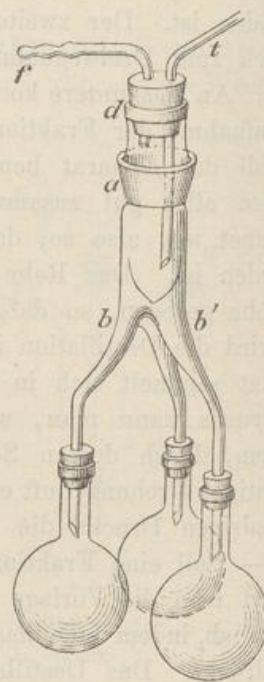


Fig. 441. Destillationsvorlage
nach GAUTIER.

nimmt. Die obere Birne ist beträchtlich größer, damit während des Ablassens der Fraktion das Destillat sich darin ansammeln kann, ohne den Druck wesentlich zu verändern.

Bei den folgenden Apparaten wird die Teilung des Destillats in Fraktionen dadurch bewirkt, daß man die Ausflußöffnung des Kühlers durch Drehung eines besonders eingerichteten Vorstosses der Reihe nach über die bereits daran befestigten Vorlagen bringt, ohne irgend einen Teil des Apparats zu öffnen.

Der Fraktioniervorstoß von RAIKOW* hat die Gestalt einer

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 12, S. 694. — *Chem. Centr.-Blatt* 1888, S. 846.

Birne und wird mit dem Rohre *i* (Fig. 440) an dem unteren Ende des Kühlers befestigt. Er trägt unten fünf angeschmolzene kurze, am Ende schräg abgeschliffene Röhrechen *x, y, z, t, u*, an denen ebenso viele Flaschen *m, n, p* etc. durch Stöpsel luftdicht befestigt sind. In die obere weite Öffnung des Vorstofs ist ein gebogener hohler Glashahn *s* in Form eines Stöpsels luftdicht eingeschliffen, welcher durch seinen Griff *h* so gedreht werden kann, daß sich seine untere Öffnung *a* über jede der fünf Flaschen stellen läßt, wobei die fünf oberen Öffnungen *o* im oberen eingeschliffenen Teile des Hahns jedesmal genau auf die Öffnung der Röhre *i* passen. Das Rohr *e* wird mit dem Manometer und der Luftpumpe verbunden.

Dasselbe Prinzip ist bei dem Vorstofs von GAUTIER* zur Anwendung gebracht. Das kurze weite Glasrohr *d* (Fig. 441) ist durch das Rohr *t* mit dem Kühlapparat und durch *f* mit der Luftpumpe verbunden und mit seinem unteren Ende in den Vorstofs *a* eingeschliffen. Es teilt sich unten in drei Abflußröhren *b, b',* an denen die Vorlagen befestigt sind. Durch Drehung von *a* um *d* lassen sich diese nacheinander unter die Ausflußöffnung des Rohrs *t* bringen.

BRÜHL's Fraktioniertvorlage** ist in Figur 442 abgebildet. Der Glaszylinder *A* ist oben durch den gewölbten, gut eingeschliffenen Deckel *B* luftdicht verschließbar und hat ein seitlich angeschmolzenes Schlauchrohr *a*, welches mit der Luftpumpe verbunden wird. In den seitlichen Tubus *b* des Deckels kann mittels eines Kautschukstöpsels das Destillationsrohr *c* eingesetzt werden; und in dem mittleren Tubus *d* bewegt sich mit guter Dichtung ein mit Griff versehener Glasstab, welcher bis fast zum Boden des Cylinders *A* reicht. Er hat in einiger Entfernung von seinem unteren Ende eine Durchbohrung, in welche ein Querstift fest eingesetzt ist. An diesen kann mittels Bajonettverschluß eine aus Hartgummi angefertigte Röhre *f* angehängt werden, welche als Rezipientenhalter dient, indem an ihr zwei Scheiben *g* und *h* befestigt sind, in welche in 6 kreisförmigen Ausschnitten ebenso viele als Vorlagen für das Destillat dienende Probierröhrchen eingesetzt werden können. — Soll der Apparat in Gebrauch genommen werden, so wird der Glasstab *e*, an welchem der Deckel *B* und das Destillationsrohr *c* befestigt ist, in die Hülse *f* des mit den Probierröhrchen versehenen Rezipientenhalters eingesetzt und durch eine leichte Drehung im Bajonettverschluß damit in Verbindung gebracht. Dann streicht man den geschliffenen Rand des

* *Bulletin de la soc. chimique de Paris* [3] Bd. 2, S. 675. — *Chem. Centr.-Blatt* 1890, I, S. 8.

** *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 21, S. 3339. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 309.

Deckels mit Schmierwachs (1 Teil Wachs und 1 Teil Schweineschmalz) ein, führt ihn in den Cylinder *A* und drückt ihn in den ebenfalls gut eingefetteten Rand desselben ein. Man verbindet hierauf das Rohr *c* mit dem Kühlrohr und das Schlauchstück *a* mittels eines dickwandigen Kautschukschlauchs mit der Luftpumpe und kann nun, nachdem diese in Thätigkeit gesetzt worden ist, mit der Destillation beginnen. Der Wechsel der Vorlagen erfolgt einfach durch eine Drehung des Glasstabs *e* mittels seines Handgriffs, wobei eine Hebung zu vermeiden ist.

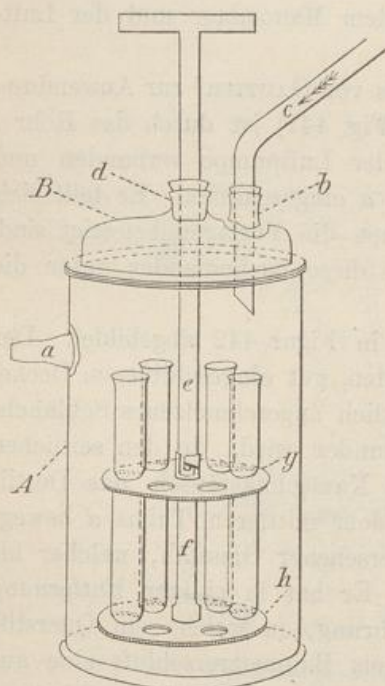


Fig. 442. Destillationsvorlage
nach BRÜHL.

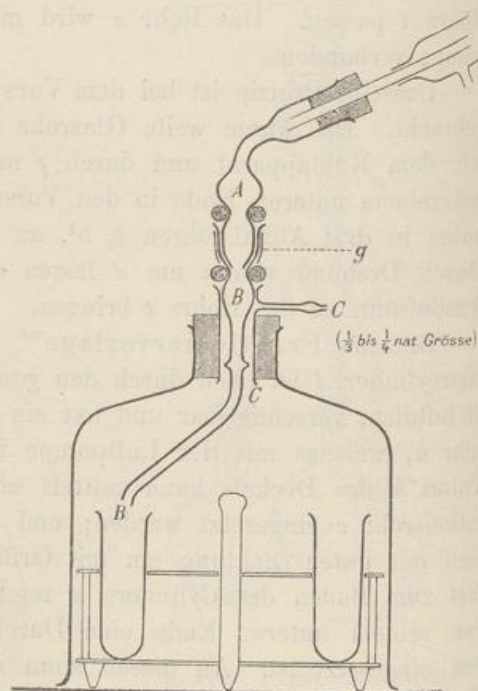


Fig. 443. Destillationsvorlage
nach WISLICHENUS.

Diesen Apparat hat der Erfinder* in neuerer Zeit eine etwas abgeänderte Form gegeben, indem die Röhre *c* nicht durch den Deckel, sondern durch einen an der Seitenwand der Glocke schräg angebrachten Tubus führt, so daß das Ende der schräg angesetzten Röhre genau über die Mündungen der Probiergläser zu stehen kommt. Der andere Tubus, der zur Luftpumpe führt, ist dicht über dem Boden der Glocke angesetzt.

Als eine Vereinfachung dieser Vorlage von BRÜHL ist die in Figur 443

* *Lieb. Ann.*, Bd. 277, S. 177. — *Chem. Centr.-Blatt* 1894, I, S. 131.

abgebildete Vorrichtung von H. WISLICENUS* zu betrachten, welche sich leicht auf den Hals einer gewöhnlichen tubulierten Glasglocke aufsetzen läßt. Sie besteht aus dem Vorstoß *A*, dem Drehrohr *B* und dem Saugrohr *C*. Letzteres ist in den die Glocke verschließenden Gummistöpsel eingesetzt und wird durch sein seitliches Ansatzrohr mit der Luftpumpe verbunden. Das Drehrohr *B* wird lose in *C* eingesetzt und hält sich durch seine beiden Erweiterungen, die als Führung dienen, in seiner Lage. Durch eingestrichenes dickes Schmierwachs und einen übergeschobenen massiven, weichen Kautschukring mit kreisrundem Querschnitt, welcher sich beim Saugen fest in den ausgebogenen Rand von *C* einlegt, wird es mit *C* vollkommen dicht verbunden. Der Vorstoß *A* legt sich (mit Schmierwachs bestrichen) in die obere glockenförmige Erweiterung von *B* ein und ist gleichfalls durch einen Kautschukring gedichtet. Das übrige ist aus der Figur ersichtlich. Soll die Vorlage gewechselt werden, so kann der ganze Apparat ruhig stehen bleiben: es ist nur nötig, dem Rohr *B* die richtige Drehung zu erteilen, was, wenn alles gut eingefettet und über den oberen glockenförmig erweiterten Teil von *B* überdies noch ein kurzes Stück Kautschukschlauch *g* geschoben ist, sehr gleichförmig ausgeführt werden kann. Gut ist es, über den krummen Vorstoß *A* und den Saugansatz von *C* anfangs ein Gummiband zu legen, bis das ganze System durch Saugen genügend fest zusammengehalten ist.

In etwas anderer, aber nicht minder einfacher Weise wird nach H. SCHULZ** das Auswechseln der Fraktionierungsvorlagen mittels des in Figur 444 abgebildeten Apparats bewirkt. Bei diesem ist nicht, wie bei dem vorher beschriebenen, das Abtropfrohr, sondern die Glocke *A* der drehbare Teil. Sie steht auf einer Platte, welche sich auf dem Zapfen *a* herumbewegen läßt. Auf den Tubulus der Glocke ist eine eigentümlich geformte Birne (s. auch Fig. 445) mittels eines kurzen Stücks starkwandigen Kautschukschlauchs luftdicht und drehbar aufgesetzt. Sie ist durch *c* mit dem Kühlrohr *k* und durch *d* mit der Luftpumpe verbunden. Das Rohr *d* ist durch die Birne hindurchgeführt und mündet dicht über dem Glockenhals in der Ebene *aa* wieder nach außen. Der Innenraum der Glocke steht also dauernd mit der Luftpumpe in Verbindung, und das Destillat kann ungehindert durch *e* abfließen. Unter *e* sind mehrere Bechergläser im Kreise aufgestellt. Das Auswechseln derselben erfolgt, indem man die Fußplatte dreht, wobei die Birne *B* in ihrer Lage verbleibt.

* *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 23, S. 3293. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, I, S. 1.

** *Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft*, Bd. 23, S. 3568. — *Chem. Centr.-Blatt* 1891, I, S. 297.

Wenn das Destillat so beschaffen ist, daß es in der Vorlage erstarrt, so muß es, um fraktioniert zu werden, durch Erwärmung derselben flüssig gehalten werden. Hierzu eignet sich der Vorstoß von VALENTA,* welcher in Figur 446 abgebildet ist. Er hat die Form eines nach unten verjüngten Cylinders *D*, ist dort mit einem Dreiweghahn *a* nebst Abflußrohr versehen, oben geschlossen und doppelt tubuliert. Durch den einen Tubulus wird das Kühlrohr *C*, welches durch den Aufsatz *B* mit dem Destillationskolben *A* verbunden ist, eingeführt, und der andere durch

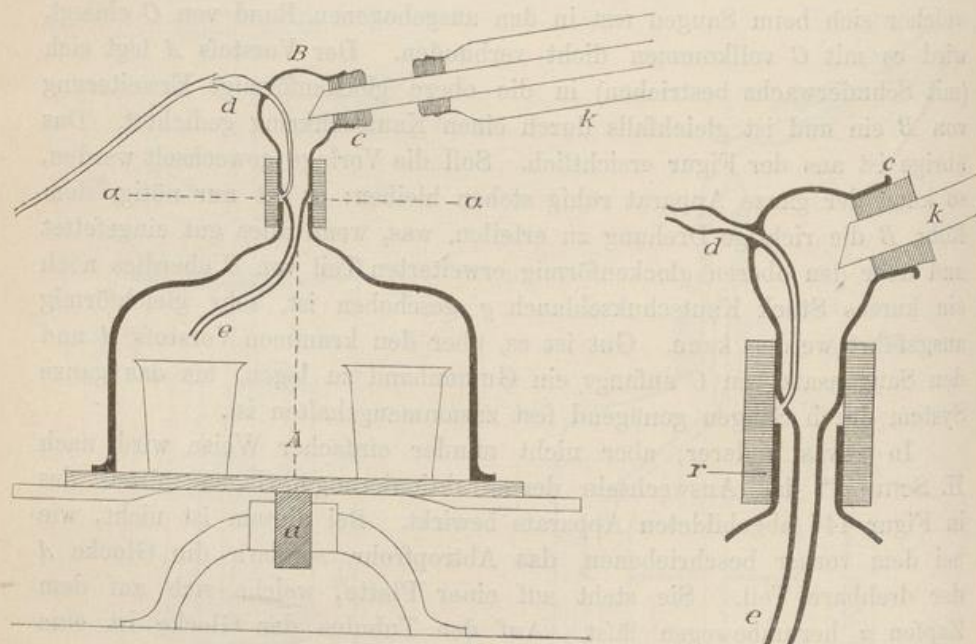


Fig. 444. Fraktionierungsvorlage nach H. SCHULZ. Fig. 445.

das Hahnrohr *b* mit der Luftpumpe verbunden. Der Cylinder *D* ist mit einem doppelwandigen Blechmantel, welcher als Wasserbad dient, umgeben. Dieser ist an der einen Seite unten mit einem Ansatzrohr versehen, unter welchem ein Lämpchen angebracht ist. An der gegenüberliegenden Seite hat er einen Ausschnitt mit Schieber *e*, durch welchen der Dreiweghahn zugänglich gemacht ist. Beim Gebrauch muß die Temperatur des Kühlwassers und die des Wasserbads so geregelt werden, daß das Destillat immer gleichmäßig flüssig bleibt. Soll eine Fraktion abgelassen werden, so stellt man den Dreiweghahn *a* so, daß die Vorlage *E*

* Zeitschrift für analytische Chemie, Bd 28, S. 673. — Chem. Centr.-Blatt 1890, I, S. 625.

mit der äußeren Luft verbunden ist, entfernt dieselbe und ersetzt sie alsbald durch eine neue.

Eine gute Zusammenstellung aller für die fraktionierte Destillation im Vakuum nötigen Apparate zeigt die Abbildung in Figur 447 nach G. KOLBE.* *A* ist die Wasserluftpumpe mit dem Dreiweghahn *a*, *B* eine Überlaufflasche mit aufgesetztem Vakuummeter und damit verbunden der Fraktioniervorstoß *f*. Das Vakuummeter kann oben durch einen Hahn

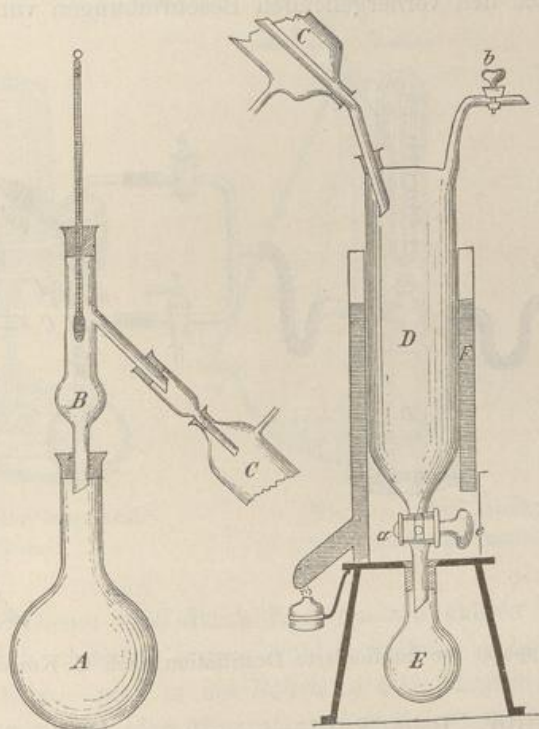


Fig. 446. Destillationsvorlage nach VALENTA.

geschlossen werden. Um es zu justieren, verbindet man den einen Schlauchansatz der Überlaufflasche mit der Luftpumpe, den anderen mit einem Barometer, und evakuiert langsam, wobei man jedesmal, wenn sich der Druck um 10 mm vermindert hat, den Stand des Quecksilbers im Vakuummeter markiert. Diese Teilung ist für den Zweck der fraktionierten Destillation völlig ausreichend und hat den Vorzug, bei geringer Länge und größerer Handlichkeit des Instruments die ganze Barometerskala zu umfassen. Die Überlaufflasche wirkt nützlich sowohl durch Auffangung

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 13, S. 389. — *Chem. Centr.-Blatt* 1889, I, S. 772.

etwa übertretenden Pumpenwassers als auch übersteigenden Destillats. Zum Schutz des Vakuummeters ist dasselbe mit einer Glaskappe bedeckt. — Der Fraktioniervorstoß ist dem von LOTHAR MEYER (s. oben S. 290) nachgebildet, jedoch mit dem Unterschiede, daß das in den Kolben *f* eingeführte Rohr *x* von einem weiteren Glasrohr umgeben ist (Fig. 448); Rohr *x*, sowie Hahn *d* haben einen inneren Durchmesser von 6 mm, Rohr *y* einen äußeren von 12 mm; letzteres ist mit *x* unten verschmolzen und hat nahe an seinem unteren Ende einige Löcher. Der Gebrauch des Apparats ergibt sich nach den vorhergehenden Beschreibungen von selbst.

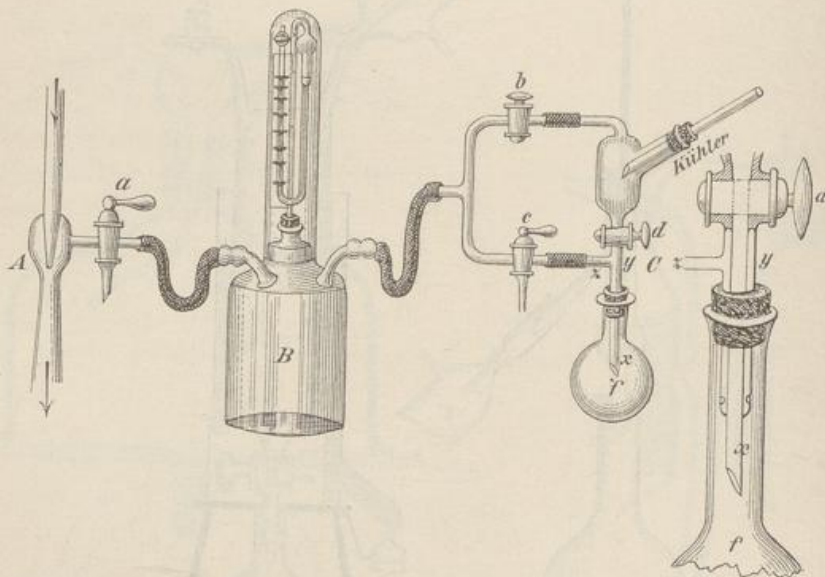


Fig. 447. Apparat für fraktionierte Destillation nach G. KOLBE. Fig. 448.

Sublimation. Beim Sublimierapparat nach ODDO* trägt ein Stativ auf zwei Ringen zwei Asbestscheiben *a* und *b* (Fig. 449). Die Scheibe *a* ist in der Mitte durchlöchert und trägt in dieser Öffnung ein kleines Becherglas mit dünnen Wänden und nicht sehr hoch, worin sich die zu sublimierende Substanz befindet. Zwei andere größere Bechergläser sind darübergestülpt. Das innere dient dazu, die sublimierende Substanz aufzufangen. Das äußere soll die Dämpfe zurückhalten, die aus dem ersten entweichen. Die Scheibe *b* hat den Zweck, die Wärme der darunter stehenden Flamme möglichst zu verteilen und wird, je nach der Flüchtigkeit der Substanz, dem kleinen Becher mehr oder weniger genähert.

Es ist gut, auf die durchlöcherte Asbestscheibe zwei ebenfalls durch-

* *Gazetta chimica italiana* 23, II, S. 313. — *Chem. Centr.-Blatt* 1894, I, S. 129.

löcherter Papierstreifen zu legen, welche sich um den Rand der beiden Bechergläser legen und den Verlust an Wärme verhüten.

Um die Sublimation des Jods in größeren Mengen auszuführen, bedient man sich des von HERTKORN* empfohlenen Apparats. Derselbe besteht aus einer flachen Schale *mm* aus emailiertem Eisenblech, welche an ihrem oberen Rande eine Rinne *mm'* hat. In diese paßt ein hoher kegelförmiger Aufsatz *B*, durch dessen obere Öffnung ein Glasgefäß *C*

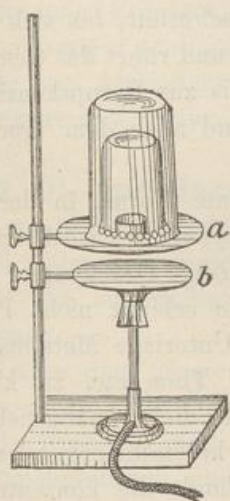


Fig. 449. Sublimierapparat nach Oddo.

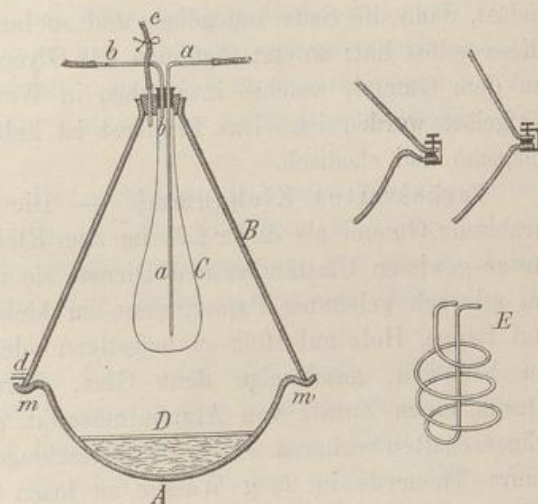


Fig. 450. Sublimierapparat nach HERTKORN.

eingesetzt ist. Dieses wird durch Einleiten von kaltem Wasser durch *a*, welches durch *b* abfließt, immer kühl gehalten. Behufs Dichtung von Trichter und Schale wird in die Röhre Öl oder Paraffin gebracht. Statt dessen kann aber auch der Apparat so eingerichtet werden, daß man den Trichter mit der Rinne durch Schraubenklemmen verbindet, wie die Nebenfigur zeigt; und statt des Kühlgefäßes *C* läßt sich auch eine emailierte Kühlschlange *E* anwenden. Das Jod wird mit einer durchlöcherter Scheibe von Filtrierpapier bedeckt und von unten durch eine kleine Flamme mäßig erwärmt.

* *Chemiker-Zeitung*, Bd. 16, S. 597. — *Chem. Centr.-Blatt* 1892, II, S. 195.

KLEBMITTEL UND KITTE.

1. Gummi- und Leimkitte. Flüssige Gummilösung mit elastischer Grundlage. — Dieselbe besteht aus 93 Teilen Gummi arabicum, 3 Teilen grüner Schmierseife, 3 Teilen Glycerin mit 1 Teil Salicylsäure. Die Salicylsäure wird zuerst in 20 Gew.-Teilen Alkohol gelöst, dann die Seife zugegeben und so lange geschüttelt, bis sich auch diese gelöst hat; zuletzt fügt man das Glycerin zu und rührt das Gemenge zu dem Gummi, welches inzwischen in Wasser bis zur Syrupskonsistenz aufgelöst worden ist. Das Präparat ist haltbar und nach dem Trocknen biegsam und elastisch.

Verbessertes Klebgummi. — Die bekannte Form, in der das arabische Gummi als dicke Lösung zum Kleben angewendet wird, versagt unter gewissen Umständen den Dienst: sie durchdringt Druckpapier oder zu schwach geleimtes Papier, ohne zu kleben; sie erlaubt nicht Pappe auf Pappe, Holz auf Holz zu befestigen oder als Unterlage Metallflächen zu benutzen, geschweige denn Glas, Porzellan, Thon etc. zu kitten. Durch einen Zusatz von Aluminiumsulfat soll sie diese unangenehmen Eigenschaften verlieren. Es wird vorgeschlagen, 2 g krystallisierte schwefelsaure Thonerde in 20 g Wasser zu lösen und damit die konzentrierte Lösung des arabischen Gummis (2 Teile Gummi in 5 Teilen Wasser) zu mischen.

Einen Kitt zur Verbindung von Holz mit Metall oder Stein erhält man, wenn man gewöhnlichen Tischlerleim zuerst in kaltem Wasser aufweicht, dann bis zur Syrupskonsistenz erwärmt und mit so viel Holzasche vermennt, daß eine firnisähnliche Masse entsteht. In dieser Form ist der Kitt schon verwendbar; soll er nach dem Erkalten und Trocknen mehr Zähigkeit behalten und für Feuchtigkeit weniger empfindlich sein, so setzt man in der Hitze noch $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Volumen Terpentin hinzu.

Zum Kitten von Glas auf Glas ist Hausenblasenleim gut geeignet, welchen man herstellt, indem man die trockene Hausenblase auf dem Amboss mit dem Hammer in kleine Stücke schlägt, diese in kaltem Wasser einweicht, dann nach Abgießen des überschüssigen Wassers im Wasserbade so lange erwärmt, bis das Ganze eine nicht zu dicke Masse bildet, welche man durch ein leinenes Läppchen gießt, um sie zu klären.

Der sogenannte Hausenblasen-Diamantleim für Glas wird erhalten, wenn man 8 Teile Hausenblase in 30 prozentigem Alkohol einweicht, die aufgequollene Masse erwärmt und mit einer Lösung von 1 Teil

Ammoniakharz und 1 Teil Galbanum in 4 Teilen schwachem Alkohol vermischt. Durch Zusatz von etwas in möglichst wenig Alkohol gelöstem Mastix läßt sich die Klebfähigkeit noch erhöhen.

Unter dem Namen Krystall-Porzellankitt gehen Präparate, welche nichts anderes als mit Essigsäure versetzte Lösungen von Leim oder Hausenblase sind. — Nimmt man wenig Salpetersäure statt der Essigsäure, so haftet der Kitt auch auf Metall.

Das im Handel unter dem Namen Universalkitt als guter Porzellankitt bekannte Präparat besteht aus einem innigen Gemenge von 20 Teilen feingepulvertem arabischen Gummi und 80 Teilen gut gebranntem schneeweissen sog. Alabastergyps, welches man mit Wasser anrührt und auf die zu verkittenden Stellen aufträgt. Dieser Kitt verträgt keine Nässe.

2. Öl- und Harzkitt. Der sogenannte Diamant-Metallkitt besteht aus 10 Teilen Schlemmkreide, 15 Teilen Bleiglätte, 50 Teilen Graphit und 5 Teilen zerfallenem Kalk, welche innig gemengt und mit 20 Teilen Leinöl gut angestossen werden. Die Masse ist vor dem Gebrauche zu erwärmen.

Unter dem Namen SERBAT's Kitt wird eine weiche plastische, in Büchsen verpackte Masse verkauft, welche man folgendermaßen bereitet: 6 Teile Bleisulfat und 2 Teile Braunstein werden mit 1 Teil Leinöl gut zusammengestossen und dann einige Wochen stehen gelassen. Hiernach werden unter erneutem Stampfen nochmals $1\frac{1}{4}$ Teile Braunstein inkorporiert und diese Operation noch zweimal wiederholt. Dann muß der Kitt gut verschlossen aufbewahrt werden.

Sehr gute Kitte erhält man aus Kopalfirnis, den man in passendem Verhältnis mit Zinkoxyd oder Bleiglätte zusammenmischt.

Auch Asphalt findet als Material für Kitte Verwendung; man mischt ihn mit Fichtenharz, Terpentin und Schwefel oder auch mit pulverförmigen Körpern, z. B. Kieselguhr, Gyps, Bleiglätte etc. Durch Auflösen von Asphalt in Teeröl und Vermischen der Lösung mit Mennige und etwas Glycerin erhält man einen guten Kitt für Metall und Glas.

Ein Kitt, welcher der Wärme und den Säuren Widerstand leistet, besteht aus 100 Teilen Schwefel, 2 Teilen Talg, 2 Teilen Harz und gesiebttem Glas. Schwefel, Talg und Harz werden geschmolzen, bis die Masse bei brauner Farbe syropsdick ist. Dann wird so viel gepulvertes Glas zugegeben, daß das Ganze einen weissen Teig bildet. Die zu kittenden Gegenstände müssen erwärmt, auch der Kitt selbst muß warm angewendet werden.

Kitt zur Verbindung von Glas mit Metall oder von Glas mit Glas. — Um Metallgarnituren auf Glasflaschen zu befestigen und

überhaupt Glas mit Metall zu verbinden, kann man sich einer Mischung von Bleiglätte mit so viel Glycerin bedienen, daß ein Teig von der Konsistenz der kondensierten Milch entsteht. Dieser Kitt ist für Wasser undurchdringlich; auch widersteht er hohen Temperaturen. Um Glas mit Glas zu verbinden, mischt man 3 Teile Harz und 1 Teil Wachs; doch widersteht ein so erhaltener Kitt der Hitze nicht.

Wasserfeste Firnisse für Papier. 1. 1 Teil Dammarharz und 4—6 Teile Aceton werden in einer verstopften Flasche zwei Wochen lang digeriert, die klare Lösung abgegossen, dieser 4 Teile Kollodium zugesetzt und das Ganze durch ruhiges Stehen klären gelassen.

2. 30 Teile weißer Schellack werden mit 500 Teilen Äther digeriert, der Lösung 15 Teile kohlen-saures Bleioxyd zugesetzt, längere Zeit geschüttelt und schließlich mehrfach filtriert.

3. In 100 Teilen warmem Wasser werden 5 Teile Leim gelöst und mit dieser Lösung das Papier bestrichen. Nach dem Trocknen taucht man es eine Stunde lang in eine 10 prozentige Lösung von essigsaurer Thonerde, läßt es wieder trocknen, um es zuletzt zu glätten.

4. Man erhitzt 120 Teile Leinölfirnis und gießt dann unter Umrühren eine Mischung aus 33 Teilen Ätzkalk und 22 Teilen Wasser zu, der man 55 Teile geschmolzenen Kautschuk beimischt. Nach gutem Durchrühren kühlt man die Mischung und trägt sie heiß auf.

5. 1 Teil Guttapercha wird in 40 Teilen Benzin im Wasserbade vorsichtig digeriert und damit das Papier bestrichen. Auf diesen Firnis läßt sich gut schreiben, zeichnen und malen.

3. Kautschuk- und Guttaperchakitte. Kautschuklösungen und Kautschukfirnisse als Kitt. Die gebräuchlichsten Lösungsmittel für Kautschuk sind Benzin und Schwefelkohlenstoff; doch erfolgt die Lösung nicht so ohne weiteres und mißlingt nicht selten. Die Ursache hiervon liegt hauptsächlich in dem Umstande, daß das Kautschuk in seinen Poren hartnäckig Feuchtigkeit zurückhält, welche entfernt werden muß. Man wende rohes (nicht vulkanisiertes) Kautschuk, in möglichst dünne Streifen zerschnitten, an und trockene dasselbe mehrere Tage lang bei 50—60°. Ferner wird die Lösung bedeutend erleichtert, wenn man den genannten Lösungsmitteln gewisse ätherische Öle zusetzt, z. B. Eukalyptusöl, Thymianöl, Citronenöl. Eine gute Mischung ist 96—92 Teile Benzin und 4—8 Teile Eukalyptusöl, oder 85 Teile Schwefelkohlenstoff und 15 Teile Eukalyptusöl; statt des letzteren kann man in beiden Fällen ein Gemenge von 2 Teilen Thymianöl und 3 Teilen Citronenöl anwenden. In 100 Teilen dieser Mischungen lassen sich 16—20 Teile Kautschuk lösen. Ein weiterer Vorteil bei Darstellung der Lösung ist die Methode der Kohobation, welche darin besteht, daß man das Kautschuk nicht

mit dem flüssigen Lösungsmittel, sondern nur mit dessen Dämpfen zusammenbringt. Man nehme eine gut verschließbare Büchse aus Weißblech, gieße in den unteren Teil das Lösungsmittel und bringe in den oberen Raum auf einen feindurchlöcherten Boden das feingeschnittene und gut getrocknete Kautschuk, verschließe dann den Apparat mit dem Deckel und erwärme ihn im Wasserbade mäßig. Die Dämpfe des Lösungsmittels durchdringen das Kautschuk, welches in gelöstem Zustande herabtröpfelt, während die Unreinigkeiten auf dem Siebboden zurückbleiben.

Zur Darstellung von Kautschukfirnis werden der Lösung $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ ihres Volumens oder nach Bedarf noch mehr fetter Kopalfirnis oder Leinölfirnis zugesetzt.

Ein farbloser Kautschuk Kitt wird folgendermaßen bewirkt: Frisches, nicht vulkanisiertes Kautschuk wird in kleine Stücke zerschnitten und davon $12\frac{1}{2}$ Teile mit 10 Teilen Chloroform in einer gut verschließbaren Flasche übergossen. Nachdem die Lösung vollständig geschehen ist, werden noch $2\frac{1}{2}$ Teile Mastix hinzugethan. Das Gemisch muß 8—10 Tage unter zeitweiligem Schütteln stehen, darf aber nicht erwärmt werden.

Ein Kitt zum Einkitten von Korken, Glasröhren etc. besteht aus 1 Teile Wachs, 2 Teilen Guttapercha und 3 Teilen Siegelack, welche miteinander geschmolzen und heiß aufgetragen werden.

Auch mit Pech zusammengeschmolzen giebt Guttapercha einen guten Kitt, welcher je nach den Mengenverhältnissen beider Substanzen mehr oder weniger spröde ist. Dieser Kitt muß im geschmolzenen Zustande angewendet werden und haftet auf Glas, Porzellan, Stein, Metall und Holz.

Der sogenannte Marineleim wird hergestellt, indem man 1 Teil Kautschuk in 12 Teilen Terpentinöl oder Steinkohlenteeröl löst, was 10—12 Tage Zeit erfordert, dieser Lösung dann 2 Teile Schellack oder Asphalt zusetzt und in einem eisernen Gefäße vorsichtig (!) erhitzt, bis die Masse gleichartig geworden ist. Nach dem Erkalten erhält man eine harte Masse, welche man vor dem Gebrauch im Wasserbade erweicht. Sollen rissig gewordene Teile damit verkittet werden, so muß man den Kitt über freiem Feuer bei 140° schmelzen, wodurch er so flüssig wird, daß er gut in die Fugen dringt.

4. Caseinkitt als Ersatz für Gummi arabicum nach R. KAYSER. Man bereitet Casein durch Erhitzen von Milch mit etwas Weinsäure, wobei sich ersteres ausscheidet. Nach Entfernung der Molken übergießt man das Casein noch in feuchtem Zustand mit einer Lösung von 6 Teilen Borax in 100 Teilen Wasser und erwärmt gelinde unter Umrühren, wobei sich das Casein löst. Die so erhaltene klare Flüssigkeit besitzt ein starkes Klebevermögen.

Auch mit Kalk gemischt giebt Casein einen brauchbaren Kitt. Man mischt den von den Molken befreiten Käse in einer Porzellannuschale mit pulverig gelöschtem Kalk innigst zu einer gleichförmigen Masse, welche nur im frischen Zustande zu verwenden ist.

ALLGEMEINE BEMERKUNGEN.

Jeder Versuch, der vor Schülern ausgeführt wird, muß gelingen, d. h. er muß die Erscheinung, die er erläutern soll, mit voller Deutlichkeit zur Anschauung bringen. Bleibt das Resultat zweifelhaft oder tritt das erwartete, eventuell vorhergesagte Ergebnis nicht ein, so ist der Zweck verfehlt. Ein mißglückter Versuch ist weniger wert als gar keiner.* Denn da der Schüler nicht in der Lage ist, die Ursache des Mißlingens zu erkennen, so wird für ihn der Vorgang selbst zweifelhaft und die daraus abzuleitenden Schlußfolgerungen verlieren an Gewicht, während doch gerade durch den experimentierenden Unterricht die natürlichen Thatsachen in Zusammenhang gebracht und durch ein festes logisches Band verknüpft werden sollen. Wiederholen sich gar die Mißerfolge häufiger, so geht das Vertrauen in die gesetzmäßige Verknüpfung natürlicher Ursachen und Wirkungen verloren, und gerade dieses soll doch durch den Unterricht gefestigt werden.

Der Lehrer muß also seiner Sache völlig sicher sein und sich deshalb durch hinreichende Übung die unbedingt erforderliche manuelle Geschicklichkeit anzueignen suchen. Er wird deshalb nicht nur die in dem vorliegenden allgemeinen Teile beschriebenen Handgriffe in der Handhabung der Geräte und Apparate fleißig zu exerzieren haben, sondern

* Dies mag nicht mißverstanden werden. Mißgeschick kann schließlich auch den best vorbereiteten Versuch zum Mißlingen bringen. Dann wird er einfach wiederholt unter Ausschließung der Ursache des Mißgeschicks. Was oben als ein „mißglückter Versuch“ gemeint ist, kann sich nur auf das Ausbleiben des richtigen Erfolgs oder das Eintreten eines anderen als des zu erwartenden Ergebnisses beziehen, was seinen Grund entweder in der fehlerhaften Beschaffenheit der Reagenzien oder in einer ungenügenden Erfahrung und Gewandtheit des Lehrers haben kann; also beispielsweise, wenn man bei der Verbrennung von Kohlenstoff in Sauerstoff nicht Kohlensäure, sondern brennbares Gas erhält (weil man zu viel Kohle und zu wenig Sauerstoff genommen hat), oder wenn ein gelöstes Zinksalz mit Schwefelwasserstoff keinen weißen, sondern einen mehr oder weniger schwarz gefärbten Niederschlag giebt (weil das Salz, ohne daß man es wußte, mit Eisen verunreinigt war) etc.

auch jeden Versuch, und sei es der einfachste und leichteste, wenn es irgend thunlich ist, vor dem Unterrichte durchprobieren müssen, oder wenigstens alles Nötige so anzuordnen und zu prüfen haben, daß jede Fehlerquelle, die in den Versuchsmaterialien selbst liegen kann, beseitigt ist. Jeder erfahrene Praktiker in der Experimentierkunst weiß, daß ein kleines derartiges Übersehen nur allzuleicht ein ganz unerwartetes Mißgeschick herbeiführen kann.

Es dürfte deshalb nicht überflüssig sein, hier eine Reihe allgemeiner Regeln aufzustellen, deren man gut thun wird immer eingedenk zu sein.

1. Man setze zu gleicher Zeit nie zwei Versuche in Gang; durch die Teilung der Aufmerksamkeit geht in der Regel der eine, nicht selten auch der andere verloren.

2. Man halte den Experimentiertisch von allen nicht zum Versuche gehörigen Materialien und Apparaten oder Geräten gänzlich frei; sie ziehen die Aufmerksamkeit der Schüler ab und beleidigen den Ordnungssinn.

3. Man prüfe jeden Apparat vor dem Gebrauche auf seine Zuverlässigkeit: Gaslampen müssen rein brennen, ihr Schlauch muß überall dicht sein und darf keine Einknickung haben; bei Spirituslampen darf der Docht nicht zu kurz sein, auch muß genügender Spiritus vorhanden sein, damit man nicht genötigt ist, während des Versuchs nachzugießen; bei Tischchen, Retortenhaltern und Stativen müssen sich alle Schrauben leicht und sicher drehen; Korke müssen weich sein und gut schliessen. Gasentwicklungsapparate sind vorher in der auf S. 203 Figur 280 beschriebenen Weise auf dichten Verschluss zu prüfen; nötigenfalls zu dichten.

4. Bei Flaschen ist nachzusehen, ob die Glasstöpsel locker sind; nichts ist störender, als wenn man während des Versuchs auf einen festsitzenden Stöpsel stößt, den man bei der Lockerung (S. 140) dann leicht infolge von Überhastung abbricht.

5. Jeder Gasschlauch, der gebraucht werden soll, muß, ehe er angelegt wird, durch Blasen geprüft werden, ob er durchaus offen ist. Bei aller Vorsicht kommt es vor, daß ein Schlauch von einem früheren Versuche her eine Verstopfung zurückbehalten hat, die vielleicht erst während des Aufbewahrens durch Trocknen fest geworden ist; auch ist es nicht ungewöhnlich, daß fremde Substanzen während der Aufbewahrung ins Innere der Schläuche eindringen, namentlich in die kürzeren Stücke, die man im Kasten aufzubewahren pflegt. Es sei deshalb hier nochmals speciell an alles erinnert, was oben S. 174 u. 175 gesagt ist.

6. Man Sorge dafür, daß alle für den betreffenden Versuch nötigen Geräte vorher passend ausgesucht und zurecht gelegt werden, so daß sie,

wenn sie gebraucht werden sollen, gleich zur Hand sind. Hierüber findet man im Besonderen Teile das Nähere angegeben.

7. Arbeitet man mit brennbaren Flüssigkeiten oder brennbaren geschmolzenen Körpern (Alkohol, Äther, Benzin, Öle, Harze, Teer etc.) über der Lampe, so schütze man den Apparat derart, daß bei etwaigem Springen desselben ein Auslaufen der brennenden Flüssigkeit über den Tisch oder den Erdboden unmöglich ist: setze also Retorten und Kolben in tiefe Sand- oder Wasserbäder oder stelle den ganzen Apparat samt Lampe in einen hinreichend großen Kasten von Eisenblech. Wenn auch der Chemiker bei seinen Arbeiten im Laboratorium eine derartige weitgehende Vorsicht nicht anzuwenden pflegt, so sollte man dieselbe doch bei Versuchen vor der Klasse, in Rücksicht auf die große Verantwortlichkeit, die man hat, niemals unterlassen, da hier Störungen eintreten können, die mit dem Versuche ganz außer Zusammenhang stehen und nicht vorherzusehen sind.

8. Nie dürfen während eines Versuchs, bei dem man die Lampen braucht, Vorratsflaschen mit brennbaren Flüssigkeiten auf dem Experimentiertisch stehen bleiben.

9. Bei Versuchen mit brennbaren Gasen verabsäume man nie, vor der Entzündung derselben eine kleine Probe separat zu entzünden, um gewiß zu sein, daß man nicht etwa ein explosives Gemenge hat. Unterlassung dieser Vorsicht hat thatsächlich schon zahlreiche Unglücksfälle veranlaßt, die mehr oder weniger böse abgelaufen sind.

10. Nach Beendigung eines jeden Versuchs sind sogleich alle Apparate zu reinigen und entweder an ihren Platz zu bringen oder zum Trocknen hinzustellen, damit man sie bei oder vor dem Beginne der nächsten Unterrichtsstunde wegräume.

11. Beim Verlassen des Unterrichtslokals sind alle Gas- und Wasserhähne zu schließen, was man selbst besorgt.

12. Im Winter sind die Gasometer zu leeren und das Wasser aus den Leitungsröhren abzulassen.

Diese Regeln gelten für jeden Tag; ihre Befolgung muß zur anderen Natur werden. Ein wenig zu viel Pedanterie ist hier weit eher am Platze als etwas zu viel Sorglosigkeit. Der Unterricht in der Chemie hat neben anderen Vorurteilen auch noch mit dem zu kämpfen, daß er nicht ohne Gefahr für die Gesundheit und das Leben der Schüler sei. Dies Vorurteil ist ohne allen Grund, wenn der Lehrer der wenigen Vorsichtsmaßregeln, die hier gegeben sind, stets eingedenk bleibt.

Im Besonderen Teile wird man überdies bei jedem einzelnen Versuche überall die nötigen Hinweise auf etwaige Bedenklichkeiten finden.