

das gleiche Verhalten zu einander wie beim Magnetismus, indem ungleichnamige Pole sich anziehen, gleichnamige sich dagegen abstoßen; würde man das Kupfer des ersten Elements mit dem Kupfer des zweiten Elements verbinden u. s. w., so findet daher keine Strömung statt, und ebenso, wenn die beiden Metalle, Kupfer und Zink in dem Glase sich direkt berühren. Die elektrische Kraft einer Batterie ist abhängig von der Art und Grösse der Erregerplatten und von der dazu verwendeten Flüssigkeit, ferner von dem Widerstande, den der Strom im Elemente selbst, sowie in den Leitungsdrähten findet. Nicht alle Körper leiten die Elektrizität gleich gut. Von den Metallen sind Silber und Kupfer die besten, Neusilber und Quecksilber die schlechtesten Leiter. Der Widerstand wächst mit der Länge des Leiters, und zwar so, dass ein doppelt so langer Draht den doppelten Widerstand darbietet. Bei gleicher Länge des Drahtes nimmt der Widerstand mit der Dicke desselben ab, und zwar in gleichem Verhältniss, so dass ein Leitungsdraht von z. B. 4 Millimeter Dicke die Hälfte des Widerstandes darbietet als ein solcher von 2 Millimeter Dicke. Der elektrische Strom zersetzt ferner die Flüssigkeiten, und darauf beruht seine Anwendung beim Versilbern, Vergolden etc.

In der Batterie selbst findet ein chemischer Zersetzungsprozess statt. Das Zink der Batterie verbindet sich mit dem Sauerstoff der Schwefelsäure, wobei der Wasserstoff derselben frei wird und in Form kleiner Gasbläschen aufsteigt, die wiederum von dem Kupfer der Batterie angezogen werden. Durch diesen Vorgang verliert die Batterie jedoch bald ihre Wirkung, indem sich diese Gasbläschen an die Kupferplatte ansetzen und so die direkte Berührung der Flüssigkeit mit der Platte verhindern. Aus diesem Grunde ist auch die vorhin erwähnte Batterie für den Zweck des Versilberns etc. unbrauchbar, weil ihre Kraft zu schwach und ferner viel zu rasch erschöpft wäre. Am besten haben sich für diesen Zweck die Bunsenelemente bewährt, die einen kräftigen, lange andauernden Strom liefern. Dieselben bestehen, wie Figur 1 zeigt,



Fig. 1.

aus einem cylindrischen Glasgefäss a, einem Zinkcylinder b, einem porösen Thonycylinder c und aus einem Stück Retortenkohle. An dem Zinkcylinder sowohl wie an der Kohle befindet sich eine Klemme von Messing zum Befestigen der Leitungsdrähte. Die Zusammensetzung und Behandlung der Elemente ist folgende: Man füllt das äussere Glasgefäss ungefähr bis zu $\frac{2}{3}$ seiner Höhe mit einer Mischung (welche vorher zusammengesetzt und vor dem Gebrauche immer gut umgeschüttelt wird) von:

- 1 Liter Wasser,
- 100 Gramm reine, arsenikfreie Schwefelsäure (66 gradig),
- 25 Gramm Amalgamsalz,

reinigt den Zinkcylinder mit feinem Sand etc., damit er gut blank wird, und stellt ihn in die Flüssigkeit. In den Zinkcylinder kommt der poröse Thonycylinder und in diesen die Kohle zu stehen. Den Thonycylinder füllt man mit unverdünnter Salpetersäure (36 gradig), und zwar so, dass die Flüssigkeit im äusseren Glasgefäss mit der im Thonycylinder gleich hoch steht. Um dies besser beobachten zu können, nimmt man ein dünnes Brettchen und fertigt sich von zwei Streifen desselben eine Gabel, wie Figur 2 zeigt, die etwas mehr Zwischenraum hat, als die Wandstärke



Fig. 2.

des Thonycylinders beträgt. Taucht man diese Gabel in die beiden Flüssigkeiten, so dass das längere Ende bis auf den Boden des äusseren Glasgefässes reicht, so wird man beim Herausziehen sofort sehen, welche von den Flüssigkeiten am höchsten steht. Bei einer frisch angesetzten Batterie muss diese Probe kurz nachher noch einmal wiederholt werden, weil die poröse Kohle einen Theil der Flüssigkeit aufsaugt. Nun stellt man sich auf die eben angegebene Art und Weise ein zweites Element her, füllt dasselbe genau so hoch wie das erste und verbindet das Zink des ersten Elements mit der Kohle des zweiten so dass beim ersten Element die Kohle, beim zweiten das Zink frei bleibt. In die beiden Klemmen werden nun die Leitungsdrähte befestigt, die zum Silberbade führen.

Zu den Leitungen nimmt man gewöhnlich umspinnenen Kupferdraht von mindestens 2 mm Dicke. Selbstverständlich muss an den Enden, wo der Draht festgeklemmt wird, die Umbüllung entfernt und der Draht ganz blankgeschabt werden; überhaupt müssen alle Berührungsstellen, die zur Leitung dienen, rein und blank sein, denn hat sich irgendwo Oxyd (Grünspan) angesetzt, so wird die Wirkung des elektrischen Stromes abgeschwächt und mitunter ganz unterbrochen. Durch das in der Zinkfüllung enthaltene Amalgamsalz werden die Zinkcylinder immer aufs Neue verquickt, sobald die Batterie in Thätigkeit ist, was zur Schonung derselben bedeutend beiträgt, da die Cylinder sonst von der Schwefelsäure sehr bald zerfressen sein würden. Wie wir gesehen haben, sind bei diesen Elementen die Kohle und das Zink durch den porösen Thonycylinder von einander getrennt. Die Poren des Thonycylinders lassen die Flüssigkeit nicht direkt, wohl aber die elektrische Kraft durchdringen. Das in der Zinkfüllung sich entwickelnde Wasserstoffgas wird durch den Sauerstoff der Salpetersäure wieder zu Wasser oxidiert, und da dieselbe einen sehr hohen Gehalt von Sauerstoff (48 Theile) besitzt, so wird es eine Frage der Zeit sein, ob die Bunsen-Elemente an Leistungsfähigkeit jemals übertroffen werden.

Ein Umstand ist es jedoch, der es nicht rathsam erscheinen lässt, Bunsen-Elemente in einer Uhrmacherwerkstätte aufzustellen, und zwar sind es die übelriechenden, schädlichen Dämpfe, welche die Salpetersäure entwickelt. Nur denjenigen Kollegen, die über Räume zu verfügen haben, wo diese Dämpfe nicht belästigen, kann ich daher in erster

Linie die Bunsenelemente zur Verwendung empfehlen; wo solche Räume aber fehlen, verwende man Chromsäure-Elemente, die ebenfalls ziemlich kräftig wirken und keine schädlichen Dämpfe erzeugen. Eine solche Batterie in Verbindung mit einem Silberbade zeigt die später folgende Figur 3. Die äussere Einrichtung des Chromsäure-Elements ist dieselbe wie die des Bunsen-Elements, und nur die Füllung verschieden. In dem äusseren cylindrischen Glasgefäss steht ein poröser Thonycylinder, und um dem Ganzen einen besseren Halt zu geben, lässt man sich zu jedem Glase einen passenden Holzdeckel anfertigen, welcher in der Mitte ein Loch von dem Durchmesser des Thonycylinders, und aussen einen Ausschnitt von der Breite der Kohlenplatte hat. Die Ansetzung des Elements ist folgende: Man füllt zunächst das äussere Glasgefäss ungefähr zur Hälfte mit Chromsäure, welche man erhält, indem man 100 Gramm doppelt chromsaures Kali in warmem Wasser auflöst und alsdann noch 100 Gramm gute Schwefelsäure zusetzt. Das doppelt chromsaure Kali kann auch in kaltem Wasser aufgelöst werden, es dauert dies jedoch viel länger. In die Chromsäure stellt man nun den porösen Thonycylinder und füllt denselben in gleicher Höhe mit der vorhin bei den Bunsen-Elementen für die Zinkfüllung beschriebenen Mischung, nämlich:

- 1 Liter Wasser,
- 100 Gramm reine Schwefelsäure (66 gradig),
- 25 Gramm Amalgamsalz.

Diese Mischung muss vor dem Gebrauche immer gut umgeschüttelt werden, weil sich das schwere Quecksilberpräparat zu Boden setzt. Nachdem der Thonycylinder richtig gefüllt ist, setzt man den Holzdeckel auf, schiebt durch dessen Einschnitt die Kohlenplatte bis auf den Boden des Glasgefässes und stellt die Zinkplatte in den Thonycylinder. Hiernach füllt man das zweite Element ebenso und verbindet das Zink des ersten Elements mit der Kohle des zweiten, genau so, wie vorhin bei den Bunsen-Elementen gesagt wurde. Für kleinere Einrichtungen, also Bäder von 5 bis 7 Liter, sind zwei solcher Elemente von 16 cm Höhe vollständig hinreichend; für grössere Bäder von 10 bis 15 Liter Inhalt sind zwei Elemente zwar ebenfalls ausreichend, dieselben müssen jedoch in diesem Falle 20 bis 25 cm hoch sein. Die Anfertigung der Silberbäder durch Auflösen von Silber u. s. w. kann ich für kleinere Einrichtungen nicht empfehlen, da es viel zu umständlich ist, und man die Bäder jetzt trocken in Salzform erhält.

Man hat nur die nöthige Menge Wasser zuzugießen und das Bad ist zum Gebrauche fertig.

- Zu einem Silberbade von 5 Liter nimmt man
- 5 Liter destillirtes Wasser,
- 75 Gramm Silbersalz (salpetersaures Silber),
- 125 Gramm Cyankali I. Qlt.

In der einen Hälfte des Wassers wird das Silbersalz, in der andern das Cyankali (kalt) aufgelöst und dann beide Lösungen unter Umrühren zusammengegossen. Das nun fertige Silberbad muss ganz klar und wasserhell aussehen; zeigt sich aber noch ein weisser Niederschlag, so muss noch etwas Cyankali zugesetzt werden. Das Cyankali ist eines der stärksten Gifte, und muss man daher sehr vorsichtig damit sein. Man vermeide schon soviel wie möglich das Anfassen desselben mit den blossen Händen und bediene sich dazu einer grossen Pincette.

Die Silberbäder lassen sich lange aufheben ohne zu verderben, wenn sie in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden, die man soviel als möglich dem grellen Tageslicht entzieht.

Die ganze Einrichtung zum Versilbern besteht also, wie Figur 3 zeigt, aus einem länglich viereckigen Gefäss von Porzellan oder Stein-

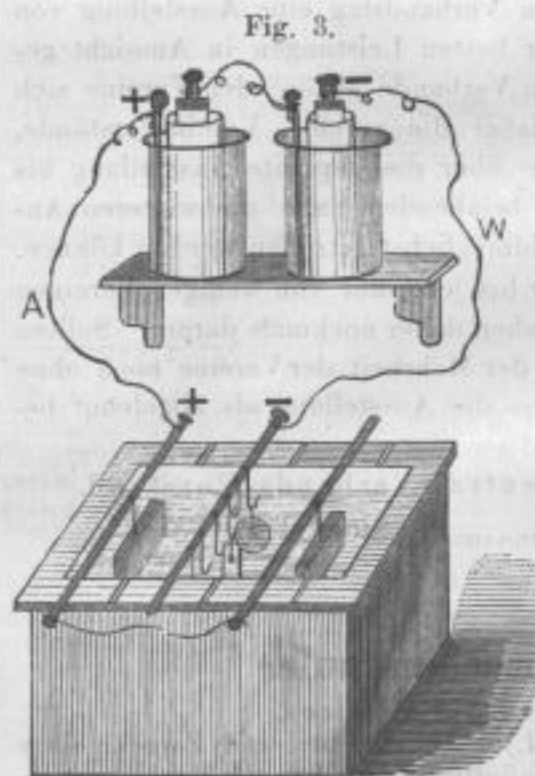


Fig. 3.

gut, welches man einfach die Badewanne nennt. Oben ist ein passender Holzrahmen aufgesetzt, der auf zwei, sich gegenüberliegenden Seiten einige Einschnitte hat, die zur Aufnahme von drei messingenen Querstangen dienen. Diese drei Querstangen fertigt man aus ungefähr 6 Millimeter starkem Messing- oder Kupferdraht. Die beiden äusseren Stangen dienen zum Anhängen der Anoden (siehe später) und sind an einem Ende ausserhalb des Rahmens durch einen Querdraht miteinander verbunden. Diese Verbindung darf jedoch die in der Mitte liegende Stange, welche zum Anhängen der zu versilbernden Gegenstände dient, nicht im Geringsten berühren, da sonst die Wirkung des elektrischen Stromes aufgehoben wäre.

An dem entgegengesetzten Ende ist sowohl die mittlere als auch eine der Anodenstangen quer durchbohrt und trägt vorn

auf dem Kopfe eine Schraube, welche zur Befestigung der Leitungsdrähte dient.

Nachdem nun die Batterie an einem dazu geeigneten Orte aufgestellt ist, führt man die Leitungsdrähte zum Bade und befestigt den vom positiven Pol (+) der Kohle des ersten Elements ausgehenden Leitungsdraht mittelst der Kopfschraube an der Anodenstange, und verbindet den vom negativen Pol (-) des Zinks des zweiten Elements ausgehenden Leitungsdraht mit der mittleren Waaren- oder Kathodenstange. Hiernach giesst man die Versilberungsflüssigkeit in die Bade-