universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Das Galvanisiren von Metallen (elektro-chemische Metall-Plattirung)

Pfanhauser, Wilhelm

Wien, 1881

Der galvanische (elektrische) Strom

urn:nbn:at:at-ubi:2-6488

Der galvanische (elektrische) Strom.

Die galvanischen Elemente (Batterien) und dynamo-elektrischen Maschinen. — Erklärung des Galvanisir-Processes. — Anoden und Kathoden. — Stromregulator und Stromanzeiger (Galvanometer).

Es genügt nicht allein, nach bekannten und guten Recepten richtig bereitete Galvanisirbäder zu besitzen, sondern es ist für den Galvaniseur von ganz besonderer Wichtigkeit, dass er die Wirkung des galvanischen (elektrischen) Stromes kenne und klare Einsicht in das Wesen des Galvanisirens habe, das heisst mit dem Vorgange des Galvanisir-Processes wohl vertraut sei. Es ist dies eine grosse Hauptsache, um sich in den vielen Fällen von oft unerklärlichen Erscheinungen, Störungen und Misserfolgen leichter behelfen und mit richtigem Blick herausfinden zu können, wo der Fehler steckt, um demselben abzuhelfen.

„Ein tüchtiger Galvaniseur erzielt eher mit schlechten Bädern gute Resultate, als ein schlechter Galvaniseur dies mit den besten Lösungen und Apparaten vermag.“

Es genügt nicht nur, ein mechanischer Handarbeiter zu sein, sondern der Galvaniseur muss denken, überlegen, mit dem Kopfe arbeiten. Die Elektricität, diese eigentliche Triebfeder unserer Industrie, gibt uns gerade genug zu denken.

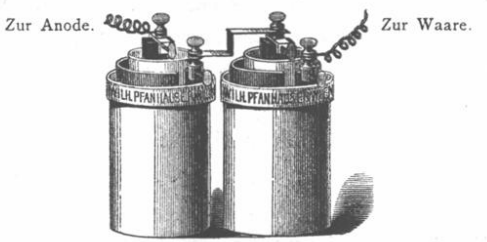
Ich muss recht sehr bitten, mir ganz besonders bei den Erklärungen über diesen sehr schwierigen Punkt recht aufmerksam zu folgen und sich recht lebhaft hinein zu denken.

Was die Elektricität eigentlich ist, wissen wir nicht. Die Gelehrten nennen sie ein Fluïdum!

Wenn wir eine Glas- oder Siegellack-Stange mit einem Wollenlappen tüchtig reiben, so ziehen dieselben ganz kleine,

leichte Papierschnitzel an und stossen sie wieder ab. Die Ursache dieser Erscheinung ist die Elektricität. Dadurch wird eben nur vorübergehend Elektricität erzeugt, sobald die Siegellack- oder Glasstange die Papierschnitzel angezogen und abgestossen hat, ist's mit der Elektricität zu Ende und man muss wieder neuerdings mit dem Wollenlappen reiben, um diese Erscheinung zu wiederholen, um abermals Elektricität zu erzeugen. Man nennt die auf diese Weise erzeugte Elektricität die Reibungs-Elektricität, die ruhig stehende Elektricität, wie sie im Grossen durch die Elektrisir-Maschine erzeugt wird. Dieselbe würde für unser Geschäft, die Galvanisirung, ebenso wenig nützen, als für den Müller ein stehendes Wasser aus einem Teiche ohne Zufluss; sobald das Wasser abgelaufen ist, sitzt er im Trockenen. Wir brauchen zum Galvanisiren eine fliessende, strömende Elektricität, einen andauernden **elektrischen Strom.**

Fig. 11.



Bunsen-Elemente.

Diesen erzeugen wir uns mittelst der **galvanischen Elemente** in der Weise, dass zwei verschiedenartige Metalle in Salzlösungen oder Säuren tauchen, ohne sich direct zu berühren; eines der Metalle gibt den positiven, das andere den negativen elektrischen Strom ab.

Wie jede wichtige, epochemachende Erfindung Abänderungen und Verbesserungen erfährt, geschah es auch mit den galvanischen Elementen. Diese Verbesserungen und Abänderungen hatten nur den Zweck, einen möglichst **starken galvanischen** (**elektrischen**) **Strom** von möglichst langer, ungeschwächt gleich andauernder Stärke zu erzeugen.

Es würde uns hier zu weit führen, auf die vielen Arten und Abarten galvanischer Elemente näher einzugehen.

Erwähnt sei hier nur, dass die **Bunsen-Elemente** (aus Kohle und Zink bestehend), was starken Strom betrifft, für unsere Industrie erfahrungsgemäss entschieden die geeignetsten sind und in der That auch am meisten verwendet werden, wenn es sich um andauernde, rationell betriebene Galvanisirung handelt.

Dieselben bestehen, wie aus Fig. 11 ersichtlich ist:

1. aus einem Aussentopfe von Porzellan oder Glas;
2. aus einem Zink-Cylinder mit seiner Verbindungsklemme;
3. aus einem unglasirten, porösen Porzellan-Cylinder;
4. aus einem Stück Retortenkohle, mit der Verbindungsklemme.

Um diese Bunsen-Elemente in Thätigkeit zu setzen, wird der Aussentopf zu ungefähr zwei Drittheilen mit folgender **Zinkbeize** gefüllt, welche man vorher in einer Flasche zusammengesetzt und gut schüttelt: 10 Liter Wasser, 1 Kilo gute, reine, arsenfreie Schwefelsäure (66gradig Vitriol) und 250 Gramm Amalgamirsalz. Nun reinigt man vorerst die Zinkcylinder, indem man sie mit Sand recht blank abreibt, stellt den Zinkcylinder hinein, dann in den Zinkcylinder den porösen Porzellancylinder, in diesen die Kohle, und füllt nun den Porzellancylinder mit 36gradiger unverdünnter Salpetersäure oder mit Chromsäure. Nun stellt man die Elemente zusammen und verbindet sie mittelst der kupfernen oder messingenen Verbindungsspangen zur Batterie, und zwar je nach Erforderniss in verschiedener Weise, wie nachfolgend ausführlich erklärt wird.

Es kommt oft vor, dass die Zinke der in Thätigkeit befindlichen Elemente **dunkelgrau,** fast **schwarz** werden. Ursache davon ist **unreine,** namentlich **arsenhältige Schwefelsäure** und wird dadurch auch die Wirkung der Elemente bedeutend abgeschwächt. Bei Anwendung guter, reiner Schwefelsäure bleiben die verquickten Zinke weiss und ist diese Bedingung wohl zu beachten.

Die Chromsäure kann man sich leicht selbst bereiten, wenn man 100 Gramm doppeltchromsaures Kali in 1 Liter Wasser warm auflöst und 100 Gramm Schwefelsäure zusetzt. Die Anwendung der Chromsäure hat allerdings den Vortheil, dass die Elemente keine Dämpfe entwickeln, aber den Nachtheil, dass die Chromsäure sich sehr bald zersetzt, schwarz und wirkungslos wird und durch frische Füllung ersetzt werden muss. Wer nur zeitweise seiner Batterie bedarf, mag Chromsäure verwenden. Wer aber eine ununterbrochen wirkende Batterie braucht und im grösseren Massstabe arbeitet, für den ist die Salpetersäure unersetzlich, wenn es sich um starken und möglichst lange andauernden elektrischen Strom handelt.

Sollten die von der Salpetersäure sich entwickelnden (in Wirklichkeit jedoch nicht gar so fürchterlichen) Dämpfe in irgend einer Weise unangenehm

sein, so stellt man die Elemente einfach an einen nicht zu kalten und nicht zu warmen Ort, wo der Geruch nicht schadet und leitet den elektrischen Strom mit 2, 3 bis 4 Millimeter starkem Kupferdrahte (wie eine Telegraphenleitung) zu den Bädern.

Die Leitung des von der Batterie erzeugten galvanischen Stromes zu den Bädern geschieht mittelst starken Kupferdrahtes, für die ganz kleinen Elemente nicht unter 2 Millimeter, für grössere Elemente mindestens 3 oder 4 Millimeter dick. Es ist für alle Fälle gut, einen isolirten Leitungsdraht zu verwenden. weil es leicht vorkommen kann, dass der Draht irgendwo aufliegt und der galvanische Strom abgeleitet wird, ohne in die Bäder zu gelangen.

Ich führe **Leitungsdrähte** aus reinstem Kupfer, mit getheerter Wolle umsponnen (isolirt), welche sehr dauerhaft und billig sind, und vollkommen dem Zwecke entsprechen. (Siehe am Schlusse d. W. mein Waarenverzeichniss.)

Wenn man die beiden Leitungsdrähte von der Batterie auf eine eiserne grobe Feile hält und mit einem der Drähte hin- und herfährt, so wird man ein lebhaftes Funkensprühen sehen, als sichtbares Zeichen, dass die Batterie ordentlich wirkt; widrigenfalls wäre irgendwo etwas nicht in Ordnung und müsste der Fehler behoben werden.

Jedesmal nach beendigter Arbeit soll man aus Sparsamkeit die Batterie auseinandernehmen. Man stellt die Kohlen, nachdem man zuvor die Klemmen abgenommen hat, in ein mit Salpetersäure gefülltes Gefäss; man nimmt die porösen Porzellancylinder heraus, giesst deren Inhalt (die Salpetersäure) in eine Flasche mit Glasstöpsel uud stellt die Porzellancylinder bei Seite; man nimmt den Zink-Cylinder heraus und legt ihn quer über den Topf, so dass er dahinein abtropft. (Es ist gefährlich, die Zinkcylinder auf den Arbeitstisch zu stellen, weil das daran haftende Quecksilber des Amalgamirsalzes leicht eine Waare verderben könnte, die zufällig dort hingelegt wird.) Jedesmal, wenn man die Elemente wieder neu zusammenstellt, giesst man erst die klare Zinkbeize ab, um den Bodensatz zu entfernen, den man weggiesst, bringt die klare Zinkbeize wieder in den Topf zurück, gibt ungefähr 1 bis 2 Esslöffel voll Schwefelsäure und 1 Kaffeelöffel voll Amalgamirsalz hinzu; in dem Porzellancylinder ersetzt man die verdampfte Salpetersäure und sieht überhaupt darauf, dass die Salpetersäure im porösen Cylinder ebenso hoch gefüllt ist, als die Zinkbeize im Aussentopfe. So kann man mit ein und derselben Füllung etwa 8 Tage arbeiten. Dann giesst man sie weg und füllt die Elemente ganz frisch, kratzt die Zinke wenn nöthig mit einem Messer ab und sieht überhaupt darauf, dass die Messingklemmen und alle Contactstellen immer recht blank seien.

Ich habe bei der ebenerklärten Zinkfüllung der Bunsen-Elemente das Amalgamirsalz angeführt; es ist dies ein von mir eigens für diesen Zweck bereitetes Quecksilber-Präparat, jedoch durchaus nicht unbedingt nothwendig. Es genügt ebenso, die Elemente nur mit verdünnter Schwefelsäure zu füllen (1 Theil Schwefelsäure und 10 bis 20 Theile Wasser). In diesem Falle sollte man aber die Zinke **vorher** verquicken (verquecksilbern), einerseits deswegen, damit sie von der verdünnten Schwefelsäure nicht so rasch zerfressen (aufgelöst) werden, andererseits deswegen, weil dadurch die Stromentwicklung gleich-

mässiger stattfindet und nicht so bald geschwächt wird. Dieses Verquicken kann nach der alten bekannten Methode geschehen, dass man die Zinke erst rein scheuert, dann mit verdünnter Schwefelsäure abbeizt und in Quecksilber stellt, oder mittelst scharfer Bürsten das Quecksilber anbürstet, so viel davon auf der Zinkfläche haftet, bis dieselbe schön weiss und gleichmässig mit Quecksilber überzogen ist.

Bei Bunsen-Elementen, überhaupt bei allen Elementen, in welchen das Zink durch ein Diaphragma (poröser Porzellan- oder Thon-Cylinder) von dem elektro-negativen Metalle getrennt ist, dient mein **Amalgamirsalz** mit der verdünnten Schwefelsäure gemischt gleich als **Zinkfüllung im Elemente,** und ist begreiflicherweise in diesem Falle um so bequemer, weil die Zinke im thätigen Elemente sich von selbst und immerfort verquicken, so lange das Amalgamirsalz darin nicht aufgebraucht ist.

Dieses Amalgamirsalz ist nicht mit dem salpetersauren Quecksilber zu verwechseln, wie dies oft geschieht, und namentlich von wenig gewissenhaften oder fachunkundigen Lieferanten mit oder ohne Absicht verwechselt wird. Das salpetersaure Quecksilber, welches zum Verquicken der zu vergoldenden oder versilbernden Waaren dient, würde die Batterie-Zinke noch rascher zerstören, anstatt sie (wie das Amalgamirsalz) dagegen zu schützen.

Smee'sche und Daniel'sche Elemente sind auch vielfach verwendet. Jene wirken anfangs, wenn sie frisch gefüllt sind, zwar sehr stark, lassen aber sehr bald successive nach, und das ist beim Galvanisiren ein bedeutender Uebelstand. Diese dagegen sind zwar sehr constant, wirken sehr lange Zeit, aber entwickeln nur sehr schwachen elektrischen Strom, und sind allenfalls nur zum Vergolden und Versilbern ganz kleiner Objecte (Medaillons, Fingerringe etc.) geeignet.

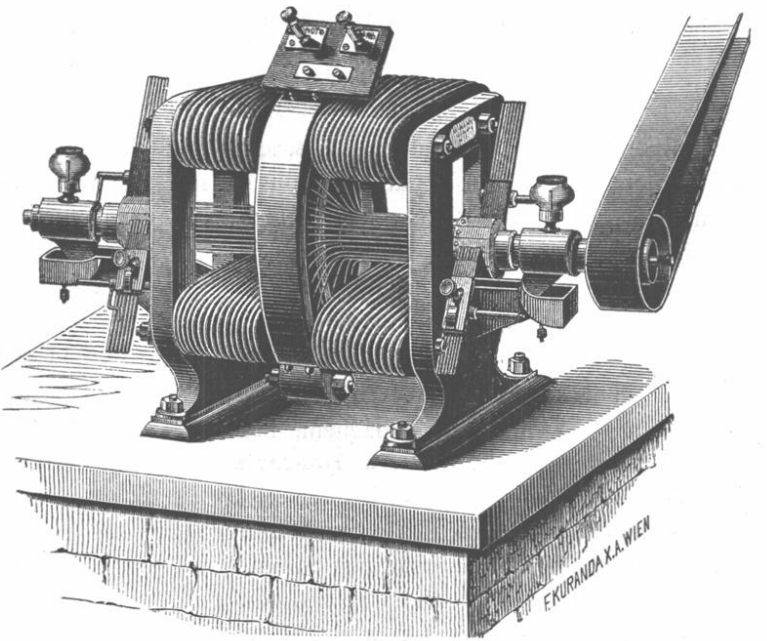
Recht verwendbar und bequem, besonders zum Galvanisiren kleiner Objecte, ist die **Bunsen'sche Tauchbatterie.** Dieselbe wird nur mit verdünnter Schwefelsäure (1 Theil Schwefelsäure mit etwa 5 Theilen Wasser) oder, wenn man für kurze Zeit besonders kräftigen Strom braucht, mit Chromsäure gefüllt, ist somit ohne viel Umstände und sehr rasch in Thätigkeit gesetzt, erzeugt weder Geruch noch schädliche Dämpfe, und ist namentlich für Gold- und Silberarbeiter sowie für Gürtler sehr zu empfehlen, welche nur zeitweise und nur auf kurze Zeit zu kleinen Arbeiten einer galvanischen Batterie bedürfen und solche rasch bei der Hand haben müssen.

Für grössere galvanische Anstalten sind entschieden die von **Pacinotti** erfundenen und neuerer Zeit bis zur vollendeten

Vollkommenheit verbesserten **dynamo-elektrischen Maschinen** der rationell vollkommenste Ersatz für alle Arten galvanischer Elemente. Vermittelst dieser dynamo-elektrischen Maschinen wird der galvanische Strom trocken durch mechanische Kraft erzeugt, und zwar durch Umdrehung (Rotirung) eines mit isolirtem Kupferdraht umwickelten Elektro-Magnetes mittelst Dampf-, Wasser- oder sonst einer Elementarkraft. (Siehe Fig. 12.)

Jede Art galvanischer Elemente, seien es Bunsen-, Smee-, Daniel- oder sonst eine Abart dieser Elemente, oder sei es eine dynamo-elektrische Maschine, erzeugt einen positiven und einen negativen elektrischen Strom.

Fig. 12.



Dynamo-elektrische Maschine zur Erzeugung eines gleichmässig starken, constanten elektrischen Stromes durch mechanische Kraft.

Jedes galvanische Element besteht nämlich aus zwei verschiedenen Metallen, wovon das eine den positiven, das andere den negativen elektrischen Strom abgibt.

Bunsen-Elemente z. B. bestehen aus Zink und Kohle; Zink liefert den negativen, die Kohle den positiven elektrischen Strom.

Smee-Elemente bestehen aus Zink und platinirtem Silber, die ähnlich construirte Bunsen'sche Tauchbatterie aus Zink und Kohle; Zink liefert den negativen, das platinirte Silber oder die Kohle den positiven elektrischen Strom.

Daniel-Elemente bestehen aus Zink und Kupfer; Zink liefert den negativen, das Kupfer den positiven elektrischen Strom.

Mittelst der **dynamo-elektrischen Maschinen** wird der elektrische Strom lediglich nur durch mechanische Arbeit, durch Umdrehen einer Welle mittelst Dampf-, Wasser-, Gas- oder sonst einer Kraftmaschine erzeugt, ohne Hinzuthun oder Verbrauch von Chemikalien oder sonstiger Materialien. Diese dynamo-elektrischen Maschinen bestehen kurz erklärt aus zwei Paar Elektromagneten, zwischen deren Polen eine Armatur mittelst der obenerwähnten Welle in Umdrehung versetzt wird. Diese Armatur besteht aus einem Eisenringe, welcher mit isolirtem Kupferdrahte umwickelt und auf der Welle befestigt ist. Versetzt man diesen Ring in Umdrehung zwischen den Magnetpolen, so wird durch Vorbeibewegen (nicht etwa durch Reibung) an den Magnetpolen in den Kupferdrähten ein continuirlicher elektrischer Strom erzeugt. Mittelst Metallpinsel wird dieser Strom abgenommen, und zwar auf einer Seite der positive, auf der anderen der negative elektrische Strom und mittelst Polklemmen ebenso wie bei den galvanischen Elementen in die Galvanisirbäder geleitet.

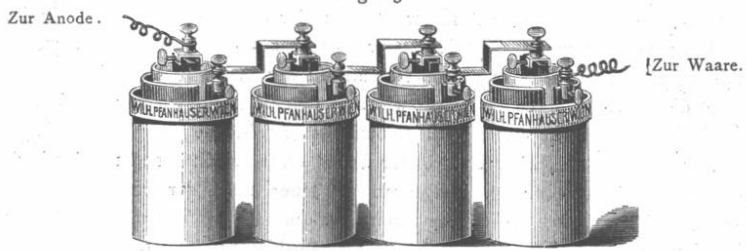
Zur Weiterleitung des von den galvanischen Elementen erzeugten Stromes zu den Galvanisir-Lösungen dient uns blanker Kupfer- oder auch Messingdraht, nicht zu dünn, 2, 3, 4 Millimeter dick; unter Umständen (bei sehr stark elektrischem Strome, z. B. bei grösseren dynamo-elektrischen Maschinen) 10—20 Millimeter dicke Metallstangen.

Verbindung mehrerer galvanischer Elemente zu einer Batterie.

Die Art und Weise, wie die galvanischen Elemente miteinander verbunden werden, ist nicht nur nicht ganz gleichgiltig, sondern für den Galvaniseur, der solidere galvanische Niederschläge in dickeren Schichten erzeugen will, von ganz besonderer Wichtigkeit. Die bisher fast allgemein üblich gewesene Art der Verbindung mehrerer Elemente zu einer Batterie ist **die**, dass in der Reihenfolge, wie die Elemente nebeneinander stehen, immer die **ungleichen** Metalle miteinander verbunden werden, also **bei Bunsen-Elementen** das Zink des ersten Elementes mit der Kohle des zweiten, das Zink des zweiten mit der Kohle des dritten Elementes u. s. f.; **bei Daniel-Elementen** das Zink des ersten Elementes mit dem Kupfer des

zweiten, das Zink des zweiten mit dem Kupfer des dritten Elementes u. s. f.; bei allen andern Arten von Elementen immer in derselben Weise. Man nennt diese Art der Elementen-Verbindung die **kettenförmige** Verbindung oder die Verbindung der Elemente **hintereinander**, die Verbindung auf **Stromspannung.** Fig. 13 zeigt uns eine solche kettenförmige Verbindung von 4 Bunsen-Elementen auf Stromspannung.

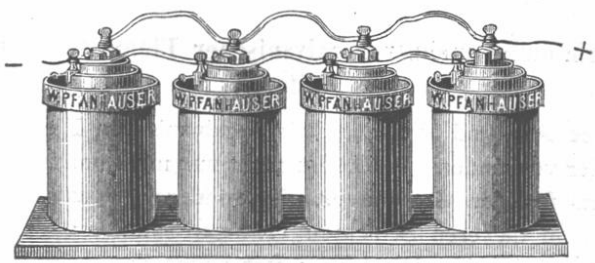
Fig. 13.



Vier Bunsen-Elemente auf Stromspannung verbunden.

Eine zweite Art der Verbindung der Elemente ist **die,** dass die gleichen Metalle aller Elemente miteinander verbunden werden, und also **alle zusammen** nur ein einziges grosses

Fig. 14.



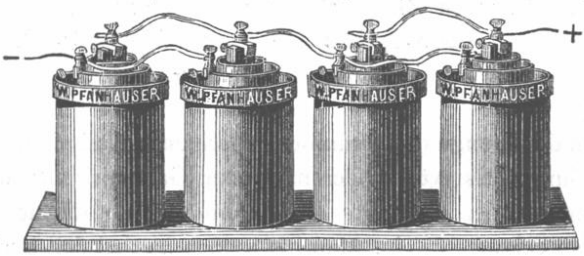
Vier Bunsen-Elemente auf Stromquantum verbunden.

Element bilden. Wenn wir demnach, wie Fig. 14 zeigt, z. B. 4 Bunsen-Elemente, das Zink des ersten mit dem Zinke des zweiten, dies mit dem Zinke des dritten, dies mit dem Zinke des vierten Elementes und die Kohlen ebenso miteinander verbinden, so geben uns diese 4 Elemente einen Strom wie

ein einziges Element von 4facher Grösse; wir haben in diesem Falle die Elemente **nebeneinander auf Stromquantum** verbunden.

Eine dritte Art der Verbindung der Elemente ist die **gemischte,** theils nebeneinander auf Stromquantum, theils hintereinander auf Stromspannung. Nehmen wir z. B., wie Fig. 15 zeigt, vier Bunsen-Elemente, verbinden je zwei **nebeneinander** auf **Stromquantum,** also Zink mit Zink, Kohle mit Kohle, verbinden dann die Kohle des zweiten Elementes mit dem Zinke des dritten, so ist die Stromwirkung dieselbe, als wenn wir nur 2 Elemente von **doppelter** Grösse, Zink mit der Kohle des nächsten auf Strom**spannung** verbunden hätten.

Fig. 15.



Gemischte Verbindung der Elemente.

Ich wiederhole, dass mehrere **kettenförmig** verbundene Elemente, und wenn es deren noch so viele wären, nicht **mehr** Stromquantum geben als ein einzelnes Element davon. Nur die **Spannung des Stromes** wird in diesem Falle entsprechend der Elementenanzahl vergrössert, der geeignet ist, Widerstände in der elektrischen Leitung leichter zu überwinden, wie solche z. B. schlechtleitende (auch manche frisch bereitete) Bäder, alte überconcentrirte Lösungen, kleine Anodenflächen (Platindraht-Anoden) ferner in der Telegraphie die meilenweite Leitung, beim elektrischen Licht, wo der elektrische Strom zwischen 2 Kohlenspitzen auf eine Entfernung von 2—5 Millimeter u. n. m. überspringen muss etc. etc., dem elektrischen Strome bieten.

Das für die Menge des galvanischen Niederschlages massgebende Stromquantum wird nur von grossen Elementen geboten, oder was dasselbe ist, von mehreren Elementen **nebeneinander** verbunden (alle Zinke und alle Kohlen); nur in diesem Falle wird das Stromquantum vermehrt, und wirken dann alle Elemente summarisch so stark (was Stromquantum betrifft) wie ein einziges Element, welches so gross wäre, als alle zusammen.

Es ist schwierig, eine bestimmte Vorschrift zu machen, welche Art der Elementen-Verbindung für unseren Zweck, die Galvansirung, die beste sei. Es hängt dies von verschiedenen Factoren ab: von der Beschaffenheit des Galvanisirbades, von dem darin gelösten Metalle, von den zur Lösung verwendeten Chemikalien, von der Concentration und Temperatur der Lösung, von der Anoden- und Kathodenfläche u. n. a. Der denkende und beobachtende Galvaniseur wird dies in kurzer Zeit am besten selbst herausfinden.

Für unseren Zweck, die Galvanisirung, ist es stets **vortheilhafter, „eher weniger aber grössere Elemente“** als viele kleine Elemente zu verwenden. Bei der **Wahl der Grösse, Anzahl und Art der Verbindung der Elemente** mögen folgende thoretische Regeln als Anhaltspunkte dienen:

1. Die **wirksame Zinkfläche** der galvanischen Elemente soll annähernd **ebensogross** sein (keinesfalls grösser), als die im Galvanisirbade hängende **Waarenfläche.**
2. Die Menge des erzeugten galvanischen Niederschlages ist von der **Menge** (Quantum) des thätigen elektrischen Stromes bedingt. Es würde demnach zur Galvanisirung die Verbindung der Elemente auf Stromquantum die ausschliesslich geeignetste sein. Man hat jedoch hierbei den geringeren oder grösseren Widerstand (siehe Seite 46), den namentlich die mehr oder weniger gute Leitungsfähigkeit des Galvanisirbades, die grössere oder geringere Anoden- oder Waarenfläche etc. dem elektrischen Strome bietet, zu berücksichtigen und durch entsprechende Stromspannung zu überwinden.
3. Kalte Lösungen sind schlechtere Elektricitäts-Leiter als warme, erfordern also mehr Stromspannung. Dies ist ganz besonders im Winter zu berücksichtigen, und ist überhaupt bei Kälte auch schon die Stromentwicklung der galvanischen Elemente eine verminderte.

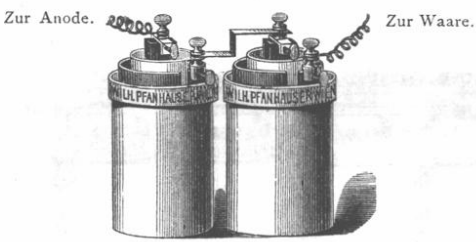
Um nun einen **bestimmten Anhaltspunkt** zu bieten, wie man die galvanischen Elemente verwenden soll, diene bei guten Lösungen nachfolgender Vorschlag:

Entgegen der alten Gewohnheit, 3, 4, 6 und oft mehr Elemente (**hintereinander** verbunden) als Batterie zu **benützen,**

empfehle ich auf Grund eigener Erfahrung **nie mehr als zwei Elemente** zu verwenden **und zwar auf Stromspannung** (Zink mit Kohle) verbunden, wie Fig. 16 zeigt.

Wer **solide** und **starke** galvanische Niederschläge erzielen will, wird in folgender Weise vorgehen: Er schätzt ungefähr die Waarenfläche ab, welche er in das Bad einhängen will, hängt zunächst eine annähernd gleich grosse Anodenfläche ein und stellt sich nun seine Batterie zusammen. Hat er Elemente, wovon **eines so gross** ist, dass dessen **wirksame Zinkfläche ebensogross** ist, als die **annähernd** in das Bad zu hängende Waarenfläche, so verbindet er zwei solcher **gleich grossen** Elemente wie Fig. 16. Hat er jedoch keine so grossen Elemente, so verbindet er zwei oder mehrere Elemente, deren wirksame Zinkflächen **zusammen** jener der Waare ungefähr gleichkommen,

Fig. 16.



Zwei Bunsen-Elemente auf Stromspannung verbunden.

nebeneinander Zink mit Zink u. s. f., Kohle mit Kohle u. s. f., dann **nochmals** eine **gleiche Anzahl gleich grosser Elemente** in der **gleichen Art** und schliesslich das **Zink des ersten Elementes der hinteren Gruppe mit der Kohle des ersten Elementes der vorderen Gruppe,** wie Fig. 17 zeigt.

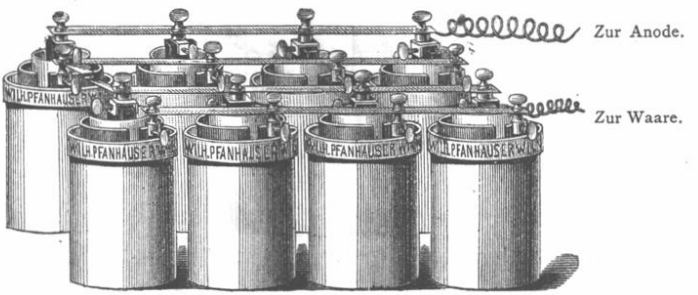
Man muss aber wohl darauf achten, **wie** man die beiden **Element-Gruppen** mit einander **verbunden** hat; in obiger Zeichnung wurden die sämmtlichen Kohlen der vorderen Gruppe mit den sämmtlichen Zinken der hinteren Gruppe verbunden. Es sind also **in diesem Falle bei der vorderen Gruppe die Zinke freigeblieben,** diese geben somit den **Waaren-Pol** ab; **bei der hinteren Gruppe sind die Kohlen freigeblieben,** diese geben den **Anoden-Pol,** wie Fig. 17 deutlich zeigt. Würde man um-

gekehrt die Kohlen der vorderen Gruppe als Anoden-Pol, die Zinke der hinteren Gruppe als Waaren-Pol verwenden wollen, so wäre dies **ein Fehler,** die Batterie würde gar **keinen Strom** abgeben.

Es ist selbstverständlich, dass bei jeder Art der Elementen-Verbindung **nur gleich grosse Elemente** zu verwenden seien und **alle gleich hoch** gefüllt; dass ferner die Elemente gut intact, d. h. alle Contacte der Klemmen und Verbindungen, sowie die Zinke hübsch rein, die Füllungen in Ordnung gehalten werden müssen, wenn die Batterie gehörig functioniren soll.

Würde man **kleine und grosse Elemente** mit einander verbinden, oder einzelne Elemente weniger füllen, oder die Füllung einiger Elemente schwächer halten, oder wären einige Verbindungen weniger rein oder sonst irgend eine **Ungleichheit**

Fig. 17.



in einer Batterie, so würden die vernachlässigten Elemente begreiflicherweise weniger wirken und mit der Zeit **todt** werden, die Wirkung der ganzen Batterie aufheben. Solche **todte Elemente** erkennt man daran, dass deren positiver Pol (also bei Bunsen-Elementen die Kohle), soweit er in die Lösung taucht, mit einem weissen, käsigen Ansatze beschlagen ist; man stellt in diesem Falle diese weissbeschlagenen Kohlen in concentrirte Salpetersäure, und der weisse Ansatz wird sich alsbald darin auflösen.

Wird nicht mit grossen Anodenflächen gearbeitet, sondern nur mit kleinen Anoden oder gar mit Platinastreifen- oder Platinadraht-Anoden, wie es bei der leichten Vergoldung und

Versilberung namentlich bei Lohn-Galvaniseuren der Fall zu sein pflegt, so ist allerdings die Verbindung mehrerer Elemente **hintereinander** (auf Stromspannung), wie Fig. 13 zeigt, die geeignetere; desgleichen wird man diese Art der Verbindung bei der ganz leichten Vernickelung billiger Artikel, wenn also die Objecte nur wenige Secunden im Bade bleiben und die Nickelfarbe allein schon genügt, sowie bei alten, recht dickflüssig (concentrirt) gewordenen Lösungen, die den Strom schon schlecht leiten (z. B. alte Cyankaliumlösungen, die viel Pottasche oder andere Salze enthalten) mit Vortheil anwenden.

Für Kupfergalvanoplastik ist nur **Stromquantum** erforderlich, also stets nur **ein** Element zu verwenden, wenn dessen wirksame Zinkfläche der in dem Bade hängenden Kathodenfläche annähernd gleichkommt, oder so viele Elemente **nebeneinander** geschaltet (wie Fig. 14), als entsprechend der Waarenfläche erforderlich ist; denn die schwefelsaure Kupfervitriollösung leitet den elektrischen Strom so gut und bietet so geringen Widerstand, dass gar keine Stromspannung erforderlich ist, und eine Elementen-Verbindung auf Stromspannung eine ganz überflüssige Zinkverschwendung wäre.

Man fürchte ja nicht, dass der elektrische Strom, wenn er z. B. einen 10, 20 oder noch mehr Meter langen Weg von den Elementen bis zum Bade machen muss, irgendwo zu spät komme, wie ich es einmal von einem alten Galvaniseur von Fach zu meinem Erstaunen hören musste, der zu mir sagte: „aber ich bitte Sie, wie lange braucht der Strom, bis er da herum kommt". Man bedenke, dass der elektrische Strom den kurzen Weg von sechzigtausend Meilen in einer Secunde zurücklegt, also in einer Secunde 10 Mal um den Aequator der Erde läuft. Hauptsache ist nur **die,** dass der Kupfer-**Leitungsdraht** von der Batterie zum Bade **nicht zu dünn** sei, auch bei den kleinsten Elementen mindestens zwei Millimeter dick, und dass die verschiedenen Verbindungen metallblank (frei von Fett und Oxyd) seien, namentlich an den Contactstellen.

Erklärung des Galvanisir-Processes.

Der Anfänger begeht meist den Fehler, dass er mit viel zu starkem Strom arbeitet; er verbindet sich 3, 4, 6 und noch mehr Elemente für ein ganz kleines Bad, hängt nicht entsprechend viel Waare, ja sogar nur einzelne kleine

Gegenstände ein, damit es ja nur **recht rasch** gehe; er will ja gleich darauf warten, die Waare soll schon fertig sein, soll nur noch galvanisirt werden! Mit dieser Ansicht steht es schlimm um die Solidität der Galvanisirung! Die unsoliden Fabrikanten oder Galvaniseure, die nur zur **Decoration galvanisiren,** die mögen Recht haben, wenn sie es so machen; der gute Ruf ihrer Waare ist ihnen ja Nebensache, wenn's nur verkauft ist! Gleichwohl thäten sie weit besser, ihre Waaren einfach mit Oelfarbe anzustreichen, zu lackiren oder schön mit Broncepulver zu überziehen.

Wer aber **solide galvanisiren** will, der halte sich den alten Spruch vor Augen: „gut Ding braucht Weile!“ Er richtet sich so ein, dass er **nicht rasch** galvanisiren muss, um viel fertig zu bringen, sondern dass er **viel fertig bringe, ohne rasch galvanisiren zu müssen**; dabei steht er sich in qualitativer als auch in quantitativer Leistung weit besser!

Der Process des Galvanisirens lässt sich ungestraft durchaus nicht beschleunigen, und die so oft an mich gestellte Frage: „ob das Galvanisiren mit mehreren oder mit grösseren Elementen oder mit einer dynamo-elektrischen Maschine **schneller** gehe?“ beweist mir nur, dass der Fragende das Galvanisiren nicht gründlich oder gar nicht verstehe!

Der galvanische Niederschlag ist eine Ausscheidung des in Lösung befindlichen Metalles auf dem negativen Pole in krytallinischer Form, und diese Ausscheidung vollbringt der elektrische Strom, und zwar um so rascher, je stärker dieser Strom, und um so langsamer, je schwächer derselbe. Je rascher nun diese Ausscheidung stattfindet, desto grösser sind die einzelnen (für das Auge allerdings kaum wahrnehmbaren) Metall-Kryställchen, desto lockerer schieben sie sich eines über das andere und bilden begreiflicherweise ein schwammiges, poröses, rauhes Gefüge, also in dickerer Schicht einen absolut unbrauchbaren, wenig deckenden und schlecht haftenden galvanischen Ueberzug. Je langsamer diese Ausscheidung stattfindet, also bei je schwächerem elektrischen Strome, desto kleiner sind die einzelnen Metall-Kryställchen, desto enger und inniger fügen sie sich aneinander zu einem compacten, festen Körper, ein allerdings sehr festhaftender und dicht deckender

galvanischer Ueberzug, der aber im Uebertreibungsfalle leicht allzu hart und spröde wird. Es leuchtet nach dieser Erklärung nun wohl klar ein, dass bei dickeren galvanischen Ueberzügen eine Beschleunigung des Processes absolut unsinnig und wie in Allem der goldene Mittelweg der beste sei!

Es sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass aus warmen Lösungen die Ausscheidung rascher stattfindet als aus kalten Lösungen, daher im ersten Falle schwächerer elektrischer Strom zu verwenden sei.

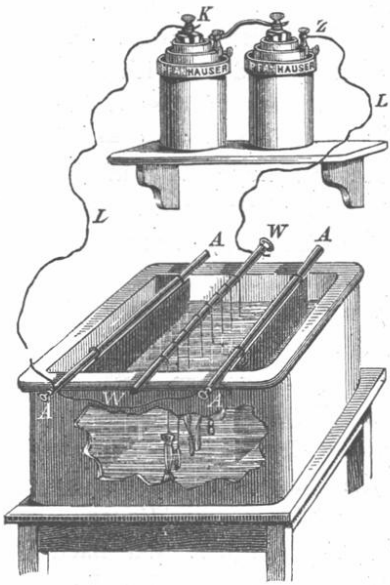
Will man schon etwas für raschere Galvanisirung thun, so ist das einzige Mittel das, nicht allzusehr verdünnte Galvanisirlösungen zu verwenden. Meine Lösungen, wie sie nachfolgend angegeben sind, und wie ich sie verkaufe, haben die erprobt günstigste Concentration, und rathe ich dieselben so zu belassen. Der mir oft gemachte Vorwurf, dass z. B. meine Nickellösung per 10 bis höchstens 15 Kilo Lösung = 1 Kilo Nickelsalz enthaltend, viel zu theuer komme, da man sich aus 1 Kilo Nickelsalz = 25 bis 50 Liter Lösung mache, wird wohl jedem vernünftigen Praktiker lächerlich erscheinen, und bedarf es keiner weiteren Erklärung.

Nehmen wir nun, um uns den Galvanisir-Process praktisch zu erklären, irgend ein Galvanisirbad, z. B. eine Cyankalium-Kupferlösung vor, um irgend ein Metall darin zu verkupfern, so ist der Vorgang folgender.

Wir bringen das Kupferbad in das zum Galvanisiren bestimmte Gefäss (die Wanne), stellen uns **je nach der Grösse des Bades und der Menge der Waare, welche wir in das Bad einhängen wollen,** 2, 3, 4 oder nach Erforderniss noch mehr Elemente zusammen, verbinden die Elemente, wie dies Seite 37 bis 39 erklärt wurde, und haben nun beim ersten Elemente das Zink frei, beim letzten Elemente die Kohle. Nun legen wir die Metallstangen (aus Messing oder Kupfer), worauf die Waaren und Anoden aufgehängt werden, quer über den oberen Rand der Wanne, parallel nebeneinander, so dass sie sich **nie** gegenseitig berühren können, verbinden nun mittelst entsprechend starkem Kupferdrahte (Leitungsdrahte) das freigebliebene Zink des ersten Elementes (den negativen oder Waaren-Pol) mit der Metallstange über der Wanne, worauf die zu verkupfernden

Waaren (die Kathoden) gehängt werden, andererseits die beim letzten Elemente freigebliebene Kohle (den positiven oder Anoden-Pol) mit den Metallstangen, auf welche die Kupferbleche (Anoden) aufgehängt werden. Die Anoden hängt man mit 3 bis 4 Millimeter starkem Kupferdrahte in das Bad und befestigt sie damit auf die Querstangen über der Wanne; die Waaren (Kathoden) hängt man ebenso mit genügend starkem, dem Gewichte derselben entsprechend dickem Kupfer- oder Messingdrahte ein, der auch bei den kleinsten, leichtesten

Fig. 18.



Einrichtung zum Galvanisiren.

Objecten nicht schwächer als 1—2 Millimeter dick sein soll. Wir haben nun eine Einrichtung, wie Fig. 18 zeigt.

Der von den galvanischen Elementen erzeugte elektrische Strom macht nun folgenden Weg: Der **positive elektrische Strom** geht von der Kohle *K* des ersten Elementes aus, gelangt durch den Leitungsdraht *KL* ferner durch die metallenen Querstangen *A* zu den im Bade hängenden Anoden. Der

negative elektrische Strom geht von dem Zinke *Z* des zweiten Elementes aus, gelangt durch den Leitungsdraht *ZL* und durch die metallene Querstange *W* zu den im Bade hängenden Waaren (Kathoden). Diese beiden elektrischen Ströme vereinigen sich nun im Galvanisirbade und zersetzen dasselbe in seine Bestandtheile, aus denen es zusammengesetzt ist. Da wir hier eine Cyankalium-Kupferlösung als Beispiel angenommen haben, geschieht in diesem Falle die Zersetzung in folgender Weise: Das in der Lösung enthaltene Kupfer sondert sich ab und setzt sich am Ausgangspunkte des negativen Poles im Bade, also an den im Bade hängenden Waaren (Kathoden) auf der ganzen Fläche derselben als chemisch reines, metallisches Kupfer an. Diese erhalten somit den gewünschten Kupferüberzug, welches man den galvanischen Niederschlag nennt. Anderseits sondert sich das in der Lösung enthaltene Cyankalium am Ausgangspunkte des positiven Poles im Bade an den Anoden (Kupferplatten) ab, löst die Oberfläche derselben auf und erzeugt dadurch auf Kosten der Kupferplatten Cyankupfer, und dieses wird wieder von dem in der Lösung befindlichen Cyankalium aufgelöst und dem Galvanisirbade zugeführt. Die Anoden werden dabei natürlich immer dünner, da ja schliesslich nur diese das Metall abgeben müssen, womit die Waaren auf diese Weise überzogen werden, und das Galvanisirbad ist gleichsam nur der Vermittler.

Damit nun der auf diese Weise erzeugte galvanische Niederschlag **gut** werde, das heisst auf den Objecten fest und dauernd hafte, sich nicht wieder wegwischen und nöthigenfalls sogar poliren lasse, hat man nebst der vorhergegangenen gründlichen Reinigung der Waaren-Objecte

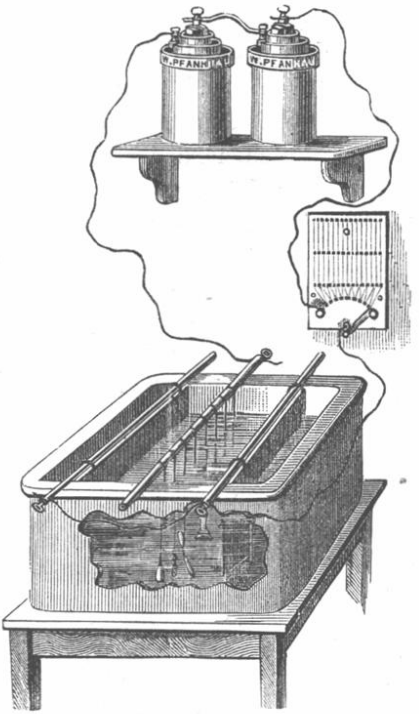
die richtige Stromstärke

wohl zu überwachen.

Ist der **elektrische Strom zu schwach,** so erzeugt sich der galvanische Niederschlag gar zu langsam, und würde in diesem Falle namentlich in dickeren Schichten (wie bei der Kupfer- oder Silber-Galvanoplastik oder bei der starken Gewichts-Versilberung von Essbestecken) in stark gesättigten Bädern leicht hart und brüchig werden, zum Poliren schlecht geeignet.

Ist der **elektrische Strom zu stark,** so erzeugt sich der galvanische Niederschlag zwar sehr rasch, wird aber leicht rauh, dunkelgrau, selbst schwarz (gewöhnlich an den Kanten und Ecken zuerst), in dickeren Schichten weich, locker, schwammig, zur weiteren Verwendung ganz ungeeignet. Ein allzustarker Strom ist leicht an den Luftblasen zu erkennen, welche an den Objecten (Kathoden) aus dem Bade an die Oberfläche

Fig. 19.



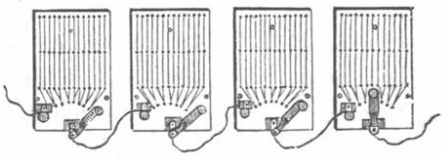
Einschaltung eines einfachen Stromschwächers.

emporsprudeln, und zwar um so energischer, je stärker der galvanische Strom wirkt. Sobald man dies bemerkt, muss man sofort den Strom abschwächen, sonst tritt, wie oben erwähnt, der Fall ein, dass der Niederschlag rauh und dunkel werde, und man müsste denselben entweder mit vieler Mühe abkratzen, abschmirgeln oder abschleifen, und die Objecte neuerdings ein-

hängen. Es ist gerade dieser Fall, dass mit **viel zu starkem Strome** gearbeitet werde, der am häufigsten vorkommende, und insoferne der gröbere Fehler, als die Folgen davon sich sofort an dem schlechten unbrauchbaren Niederschlage zeigen, unnütze Arbeit, Mühe und Zeitverlust verursacht wird.

Hat es sich nun gezeigt, dass der galvanische Strom zu stark sei, so gibt es mehrere Mittel, um denselben abzuschwächen: das einfachste Mittel ist das, dass man die Anzahl der Elemente vermindert, oder dieselben nicht ganz voll füllt, oder die Füllungen mit Wasser verdünnt oder kleinere Elemente verwendet. Ein weiteres Mittel ist die Vergrösserung der Kathoden-Fläche, also mehr Waare in das Bad einzuhängen, rationell ist dies entschieden das beste Abhilfsmittel, namentlich bei grösseren Bädern.

Fig. 20.



Einschaltung mehrerer einfacher Stromschwächer.

Da es nun in der Praxis fast immer vorkommt, dass bald mehr bald weniger Waare eingehängt wird, so sind die oben angeführten Mittel nicht gut durchführbar, und da leistet ein **Stromschwächer** ganz vorzügliche Dienste. Dieser Stromschwächer wird einfach in **einen** der beiden Leitungsdrähte zwischen den Elementen und dem Bade (gleichviel, ob in den negativen oder positiven) in der Weise eingeschaltet, wie Fig. 19 zeigt. Der elektrische Strom wird dadurch gezwungen, seinen Weg durch den in Spiralen gespannten **Neusilberdraht** des Stromschwächers zu nehmen, bevor er in das Bad gelangt.

Der Neusilberdraht leitet nämlich den elektrischen Strom 16mal schlechter als ein gleich dicker Kupferdraht, und es leuchtet somit ein, dass der elektrische Strom beim Durchlaufen des Neusilberdrahtes umsomehr abgeschwächt wird, **je länger** und **je dünner** der Neusilberdraht ist.

Wird nun z. B. der in der Zeichnung ersichtliche drehbare Hebel des Stromschwächers ganz nahe an die Klemme links gestellt, so geht der elek-

trische Strom direct durch den messingenen drehbaren Hebel weiter und wird gar nicht abgeschwächt. Dreht man diesen messingenen Hebel nur **etwas** nach rechts, so durchläuft der elektrische Strom einen Theil des Neusilberdrahtes, und wird dadurch schon **etwas** abgeschwächt u. s. f.; diese Abschwächung wird immer grösser, je weiter nach rechts dieser drehbare Messinghebel gestellt wird. Selbstverständlich kann man die elektrische Leitung auch **ganz** unterbrechen, so dass gar kein Strom in das Bad gelangt, wenn man den Hebel über den äussersten Stift rechts hinwegdreht, so dass das Ende dieses Hebels ganz frei steht, und es ist dies oft wünschenswerth und bequem, wenn man aus irgend einer Ursache die Stromwirkung plötzlich unterbrechen will, ohne erst eine Verbindungsklemme an den Elementen zu lösen oder die im Bade hängende Waare herausnehmen zu müssen. Sollte die Stromabschwächung mittelst eines einzigen Stromschwächers nicht genügend sein, so kann man auch zwei und noch mehrere nebeneinander einschalten, wie Fig. 20 zeigt.

Stromanzeiger (Galvanometer).

Jede Magnetnadel zeigt bekanntlich nach Norden und Süden. Wenn wir jedoch über oder unter dieser Magnetnadel einen elektrischen Strom vorüberleiten, so wird dieselbe von ihrer Richtung abgelenkt und zwar umsomehr, je stärker der vorübergeleitete elektrische Strom ist. Hierauf beruht die Verwendung der Magnetnadel als Stromanzeiger (Galvanometer), indem man unter derselben eine in Grade eingetheilte Kreisscheibe befestigt, zuerst diese Kreisscheibe so herumdreht, dass die beiden beharrlich nach Norden und Süden zeigenden Spitzen der Magnetnadel über die Nullpunkte zu stehen kommen, dann den elektrischen Strom unter der Magnetnadel vorüberleitet und nun die Grade, um die sich die Magnetnadel ablenkt, als Stromstärke annimmt.

Widerstands-Theorie: Diese mehr oder minder grosse Ablenkung der Magnetnadel hängt von vielen Umständen ab, die bei richtiger Verwendung eines Galvanometers zu berücksichtigen wären. So z. B. wird der Galvanometer verschiedene Grade zeigen, wenn man mit **ein** und **derselben** galvanischen Batterie, also mit gleicher Stromstärke, abwechselnd auf verschiedene Metallbäder arbeitet; ebenso wird der Galvanometer mit **ein** und **derselben** Batterie mehr Grade anzeigen, wenn man im Bade die Anoden- oder die Waarenfläche oder beide vergrössert, oder auch dieselben einander nähert, als ob dadurch gleichsam der wirkende Strom stärker geworden wäre. Es beruht dies auf dem **Widerstande,** welcher dem Kreislaufe des elektrischen Stromes entgegenwirkt, welcher ihn also gleichsam abschwächt, hemmt. Ein guter

Elektricitätsleiter bietet dem elektrischen Strome weniger Widerstand als ein schlechter Leiter. Silber, Gold, Kupfer, Messing sind bessere Elektricitätsleiter, als Zink, Platin. Eisen, Neusilber und Quecksilber. In derselben Reihenfolge sind auch die Lösungen dieser Metalle unter sonst gleichen Bedingungen mehr oder weniger gute Elektricitätsleiter, bieten also dem Kreislaufe des elektrischen Stromes minderen oder grösseren Widerstand dar.

Ein ganz haarfeiner Kupfer- oder Messingdraht bietet grösseren Widerstand als ein dicker Draht, und ebenso wird dem elektrischen Strome mehr Widerstand geboten, wenn in den Galvanisirbädern ganz kleine Anoden und Waarenflächen sich gegenüberhängen; der Widerstand vermindert sich mit der Vergrösserung dieser Flächen. Warme Lösungen vermindern den Widerstand und leiten den elektrischen Strom besser als kalte Lösungen. Ueberconcentrirte Galvanisirbäder geben grösseren Widerstand als solche in richtiger, gehöriger Concentration.

Es ist interessant, und wir können uns vergleichungsweise von den verschiedenen Widerständen unserer Galvanisirbäder leicht überzeugen, wenn wir mit einem ganz schwachen Elemente mittelst eines sehr empfindlichen Multiplicator-Galvanometers auf die verschiedenen Bäder nach der Reihe arbeiten, mit gleicher Leitung, gleicher Anode und Kathode, gleicher Entfernung derselben, überhaupt unter ganz gleichen Umständen.

An der grösseren und geringeren Ablenkung der Magnetnadel erkennen wir den geringeren oder grösseren Widerstand der Bäder. Unser Stromschwächer (siehe Seite 44) ist ein künstlicher Widerstand, dessen wir uns in der Praxis zur absichtlichen Hemmung des allzustarken Stromes bedienen. Wenn wir in eine Leitung Stromschwächer und Galvanometer zugleich einschalten, so können wir an dem Zurückgehen der Magnetnadel des Galvanometers die Wirkung des Stromschwächers ganz genau beobachten; siehe Seite 49 bis 51.

In den vielen Fällen, wo man mit **einer** und **derselben** Batterie oder dynamo-elektrischen Maschine auf bestimmte Bäder arbeitet, und wenigstens annähernd immer gleichviel Waaren- und Anodenfläche eingehängt hat, wird ein Galvanometer schon deswegen sehr gute Dienste leisten, weil man in diesem Falle die Veränderungen der Stromstärke an der grösseren oder geringeren Ablenkung der Magnetnadel ersehen und abhelfen kann. Die Magnetnadel wird z. B. sich dem Nullpunkte nähern, wenn die galvanische Batterie schon längere Zeit in Thätigkeit war und in der Stromerzeugung schwächer wurde. Man wird also die Füllung der Batterie zu verstärken oder ganz zu erneuern haben, um den ursprünglichen Galvanometerstand wieder zu erreichen. Die ganz frischgefüllte Batterie wird wieder allzustark wirken, und man wird mittelst des Stromschwächers den elektrischen Strom bis zum richtigen Galvanometerstand

abschwächen müssen. Durch irgend einen Zufall ist die Batterie ganz wirkungslos geworden; ein Blick auf den Galvanometer, die Magnetnadel steht auf Null, als sichtbares Zeichen, dass kein Strom vorhanden ist und die Waare unnütz im Bade hängt, ja bei längerer Dauer sogar verdorben werden kann.

Man behebt den Fehler und der Galvanometer wird gleich wieder den ursprünglichen Grad der Stromstärke anzeigen. Arbeitet man mit dynamo-elektrischer Maschine, so darf man den Galvanometer nicht zu nahe der Maschine aufstellen, mindestens 1 Meter entfernt, bei grösseren Maschinen noch weiter weg, denn der sehr kräftige Elektro-Magnet dieser Maschinen würde die Magnetnadel des Galvanometers anziehen, und der elektrische Strom wäre nicht im Stande, dieselbe abzulenken und dadurch seine Stärke anzuzeigen.

Werden doch diese Elektro-Magnete der dynamo-elektrischen Maschinen in der Thätigkeit so stark, dass sie sogar ihre Anziehungskraft auf die Stahlbestandtheile unserer Taschenuhren bis auf eine gewisse Entfernung ausüben, diese zum Stehen bringen und ganz verrücken.

Der Galvanometer zeigt uns aber auch nicht allein das Vorhandensein und die Stärke des elektrischen Stromes an, sondern er zeigt uns auch an, welcher der positive und welcher der negative elektrische Strom ist, und zwar in folgender Weise: Hat man die Magnetnadel des Galvanometers auf Null eingestellt, so wird der Galvanometer in dieser Lage mit Messingschrauben (nie mit Eisenschrauben) fest angeschraubt. Die eine Spitze der Magnetnadel, welche nun nach Norden zeigt, heisst der Nordpol, und ist gewöhnlich dadurch gekennzeichnet, dass sie blau angelaufen, während die entgegengesetzte Spitze, der Südpol, stahlgrau belassen ist. Nimmt man nun den Leitungsdraht vom positiven (Anoden-) Pol der Batterie, befestigt ihn in der Klemme am Südpol des Galvanometers, zwickt ihn hinter der Klemme ab und befestigt das andere Ende desselben Leitungsdrahtes in der andern Klemme am Nordpol des Galvanometers, verbindet nun weiter diesen Leitungsdraht mit den Anoden im Bade, während man andererseits den negativen (Waaren-) Pol der Batterie mit den Kathoden (Waaren) im Bade verbunden hat, so macht der elektrische Strom seinen Kreislauf vom positiven Pol der Batterie durch den Galvanometer

unter der Magnetnadel zu den Anoden im Bade, durch das Bad und die darin hängenden Waaren zurück zum negativen Pol der Batterie, und **die Magnetnadel des Galvanometers wird sich bei diesem Kreislaufe des elektrischen Stromes in dieser Richtung stets nach rechts ablenken** (**angenommen dass man auf die Magnetnadel vom Südpol zum Nordpol hinsieht**). Wenn man sich diese Regel stets vor Augen hält, so wird man immer leicht an der Ablenkung der Magnetnadel den positiven und negativen Strom sofort erkennen. Denn bei umgekehrter Anordnung, wenn der negative elektrische Strom **unter** der Magnetnadel in der Richtung vom Südpol zum Nordpol läuft, wird die Magnetnadel nach **links** abgelenkt werden (stets angenommen, dass man **auf** die Magnetnadel vom Südpol zum Nordpol hinsieht). Es ist diese Eigenthümlichkeit der Einwirkung des elektrischen Stromes auf die Magnetnadel zwar von wenig praktischer Bedeutung für uns, aber immerhin interessant genug, um davon Kenntniss zu haben, da doch einmal der Fall vorkommen kann, dass man auch von dieser Kenntniss Nutzen ziehen könnte.

Mein neuer Stromregulator.

Ich habe neuerer Zeit diese beiden Apparate: „Stromschwächer und Stromanzeiger" zu einem combinirten Apparate vereinigt, d. i. mein **neuer Stromregulator.** Derselbe ist für den Galvaniseur **das**, was für den Maschinisten Manometer und Regulator sind, also ein unentbehrlicher Apparat, der in keiner galvanischen Anstalt und bei keiner galvanischen Batterie fehlen sollte.

Da es fast unvermeidlich ist, dass bald viel, bald wenig Waare in den Bädern hängt, so leistet namentlich im letzten Falle der Stromregulator ganz vorzügliche Dienste, da man damit so recht bequem und ganz nach Belieben den galvanischen Strom abschwächen kann, ohne erst Elemente ausschalten oder deren Füllung vermindern zu müssen.

Derselbe wird in der Nähe des Bades, bei welchem er verwendet werden soll, ein für allemal **senkrecht** an der Mauer befestigt.

Die unter der Magnetnadel befindliche Kopfschraube wird dann etwas locker geschraubt, um das Kästchen der Magnetnadel leicht drehen zu können. Dieses wird so gedreht, **dass die Magnetnadel auf „Null" zeigt,** dann schraubt man die Stellschraube wieder fest.

Einer der beiden Leitungsdrähte, nehmen wir den von der Kohle der Batterie oder vom Anoden-Pol der dynamo-elektrischen Maschine, wird in eine der beiden Klemmen des Stromregulators festgeschraubt, hinter der Klemme abgezwickt, das abgezwickte Ende wird in der zweiten Klemme festgeschraubt und geht nun der Leitungsdraht fort bis zu den Anoden im Bade.

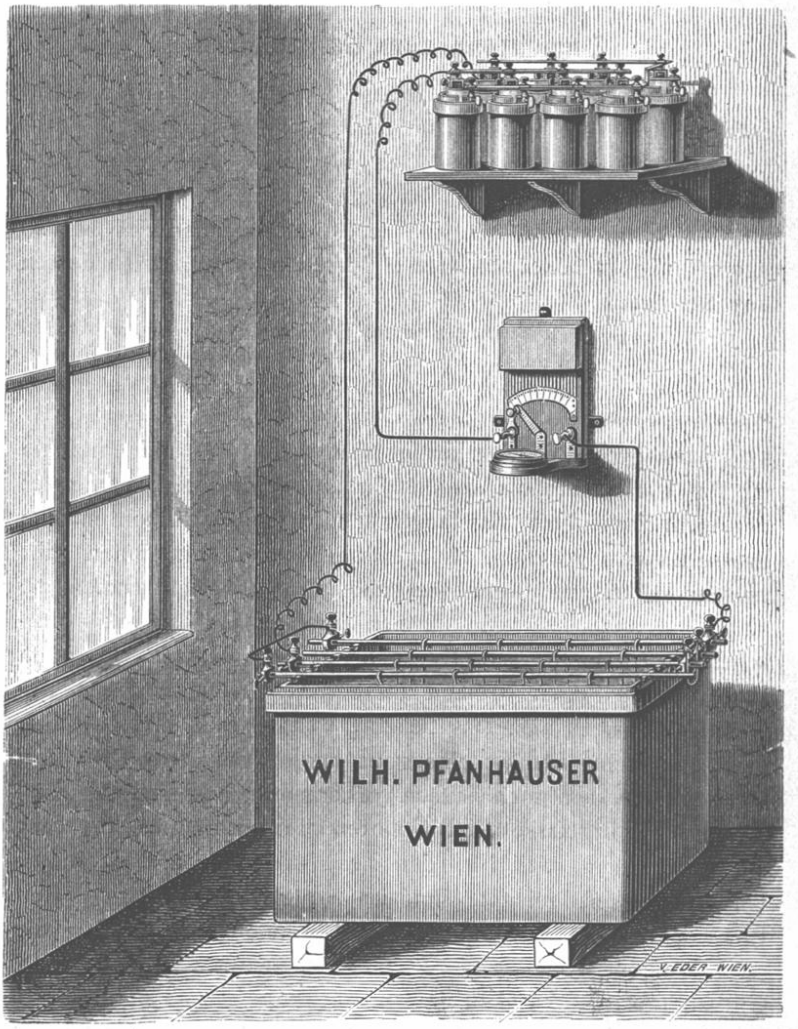
Wenn der Leitungsdraht mit Wolle, Seide oder Guttapercha umsponnen ist, so muss natürlich das in den Klemmschraubenlöchern eingeklemmte Stück von der Umhüllung befreit und darf **nur der blanke Kupferdraht** eingeklemmt werden.

Der **zweite** Leitungsdraht geht vom Zink der Batterie oder vom Waaren-Pol der dynamo-elektrischen Maschine direct zu den im Bade hängenden Waaren. (Siehe Fig. 21.)

Auf diese Weise ist der Stromregulator in den Kreislauf des galvanischen Stromes eingeschaltet, bildet einen Theil der Leitung, d. h. der galvanische Strom muss seinen Weg durch den Stromregulator nehmen und kann mittelst des drehbaren Hebels beliebig abgeschwächt oder auch ganz unterbrochen werden. Ist der drehbare Hebel **ganz links** gestellt, auf die mit „stark" bezeichnete erste Lamelle, so läuft der elektrische Strom **direct** durch die Klemmschraube rechts über den nach abwärts gehenden Messingstreifen unter der Magnetnadel durch, lenkt dieselbe entsprechend der Stromstärke vom Nullpunkte ab, geht dann weiter durch den drehbaren Hebel durch die linke Klemmschraube und den Leitungsdraht zu den Bädern; in diesem Falle wirkt der **volle** Strom, wie ihn die Batterie gibt; wird der Hebel nun auf die zweite Lamelle gestellt, so muss der Strom die erste Spiralenwindung des Neusilberdrahtes durchlaufen, wird dadurch schon etwas abgeschwächt, ... u. s. f. . . . . umsomehr **abgeschwächt,** je weiter man den Hebel **nach rechts** dreht. Die Magnetnadel zeigt diese successive Abschwächung ganz gehorsam an, indem sie sich bei jeder

Drehung des Hebels um eine Lamelle nach rechts von ihrer ursprünglich grössten Ablenkung ganz im Verhältnisse immer

Fig. 21.



Verwendung meines neuen Stromregulators.

mehr zurück zum Nullpunkte nähert, bis endlich der Hebel auf der letzten mit „**unterbrochen**“ bezeichneten Lamelle rechts

steht, die Magnetnadel sich auf den Nullpunkt stellt, weil jetzt die Stromkette in der That **unterbrochen** ist, d. h. gar kein Strom circulirt.

Einrichtung zum Galvanisiren.

Zuerst stellt man das Gefäss, welches das Galvanisirbad enthalten soll, **die Wanne**, an den bestimmten Platz.

Je nach der Art des Galvanisirbades sind auch diese Gefässe aus verschiedenem Materiale zu wählen. Arbeitet man mit kalten Lösungen, wie dies grösstentheils der Fall ist, so nimmt man Gefässe aus Glas, Porcellan oder am solidesten **aus Steinzeug.**

Ich erzeuge solche **Steinzeugwannen** in jeder Grösse, sehr massiv und solide, gut glasirt und vollkommen dicht, welche weder von alkalischen noch sauren Lösungen angegriffen werden. Siehe am Schlusse dieses Werkes mein Waarenverzeichniss.

Ganz grosse Gefässe fertigt man aus Holz, und empfehle ich das Lärchbaumholz als das für unsere Zwecke geeignetste; nur nicht Eichenholz, das taugt gar nicht und hat schon manche grosse Bäder verdorben. Holzgefässe, welche nicht rinnen, gibt es sehr selten, und wenn sie schon Anfangs nicht rinnen, so lange sie noch neu sind, früher oder später gewiss; wahrscheinlich drängen sich Krystalle unserer Metallsalzlösungen zwischen die Fugen, treiben diese auseinander, und mit der Dichtigkeit ist es aus. Das beliebte Verpechen der Holzgefässe nützt gar nichts und ist eine ganz vergebliche Arbeit. Ebenso rathe ich von dem noch vielfach vorkommenden Modus des Auslegens der Holzgefässe mit Bleiplatten ganz entschieden ab, nicht allein deswegen, weil Blei den elektrischen Strom bei einiger Unvorsichtigkeit ableitet, sondern namentlich deswegen, weil Blei von unseren meist alkalischen Lösungen angegriffen wird, die Lösungen bleihältig und früher oder später ganz verdorben und unbrauchbar werden.

Die vielfach verwendeten emaillirten Eisentöpfe sind für kalte Bäder entschieden unpraktisch, und zwar aus dem Grunde, weil durch das eiserne Gefäss zu leicht eine elektrische Verbindung hergestellt wird und man in diesem Falle vergeblich

auf einen galvanischen Niederschlag warten würde. Bei warmen Bädern, wie z. B. beim Sudvergolden, müssen allerdings gut emaillirte Eisentöpfe verwendet werden; man hat aber sorgfältig darauf zu sehen, dass weder die Leitungsdrähte der Batterie, noch die Anoden und Waaren das Eisengeschirr irgendwo direct berühren. Gefässe aus andern Metallen sind ganz unzulässig, weil die meisten vom Bade selbst angegriffen werden und dasselbe leicht verderben könnten.

Die beste Form für die Lösungswannen ist die länglich-viereckige, und müssen dieselben so tief sein, dass die grössten Objecte, welche man einzuhängen hat, vom Galvanisirbade vollständig bedeckt werden und frei im Bade hängen, ohne den Boden oder die Seitenwände zu berühren und ohne über die Oberfläche des Bades herauszuragen, also dass sie mindestens 10 Centimeter vom Bade überdeckt werden und ebensoviel, wenn möglich noch weiter vom Boden und den Seitenwänden abstehen. Nichts ist beim Galvanisiren unbequemer, als ein zu kleines Bad. Zu gross ist ein Bad niemals.

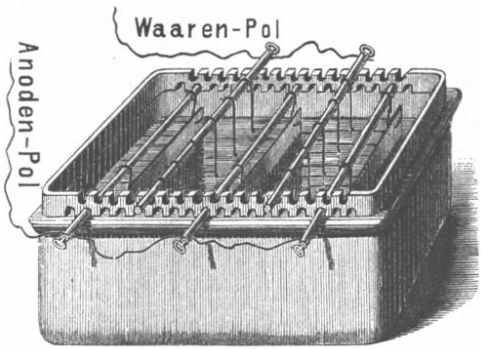
Hat man sich das Gefäss zurechtgestellt, so giesst man das Galvanisirbad hinein. Nun berücksichtigt man, wie viel Waarenfläche man jeweilig in das Bad einzuhängen gedenkt, und wählt danach die Grösse und Anzahl der Elemente (siehe Seite 36 bis 39), füllt dieselben und verbindet sie miteinander, nachdem man vorher sowohl die Elemente gehörig in Stand gesetzt als auch die Verbindungsklammern, Leitungsdrähte und Leitungsstangen namentlich an den Contactstellen wohl gereinigt und metallblank gemacht hat.

Nun legt man die kupfernen Stangen, welche die Anoden und die Waaren zu tragen haben, parallel nebeneinander quer über den oberen Rand des Bades, verbindet alle Waarenstangen, ebenso alle Anodenstangen mittelst starkem Kupfer- oder Messingdraht, so dass je eine Anoden- und eine oder höchstens zwei Waarenstangen abwechseln, und verbindet nun die vereinigten Waarenstangen mit ebenso starkem Draht mit dem freigebliebenen negativen (Waaren-) Pol der Batterie, also bei Bunsen-Elementen mit dem Zinke, in derselben Weise die vereinigten Anodenstangen mit dem positiven (Anoden-) Pol der Batterie, also bei Bunsen-Elementen mit der freigebliebenen Kohle.

Damit die über der Wanne liegenden Querstangen nicht so leicht verschoben werden können, oder gegeneinander kollern, überhaupt in ihrer bestimmten Lage bleiben, empfehle ich folgende höchst einfache und praktische Vorrichtung:

Man macht sich aus vier Holzleisten einen Rahmen, so dass die vier Leisten desselben hochkantig stehen. Dieser Rahmen wird so gross gemacht, dass er auf dem oberen Rande der Wanne bequem aufliegt. Nun macht man sich auf zwei gegenüberliegenden Leisten dieses Rahmens auf der oberen und unteren Kante Einschnitte, ganz nahe aneinander, etwa mit je 1 Centimeter Zwischenraum, legt den Rahmen auf die Wanne auf, und legt in die **unteren Einschnitte** in gehöriger Entfernung von einander die **Querstangen** für **Anoden,** in die **oberen Einschnitte** die **Waarenstangen,** so dass je eine oder höchstens zwei Waarenstangen (oben) zwischen je zwei (untere) Anodenstangen zu liegen

Fig. 22.



Einrichtung zum Auflegen der Anoden- und Waarenstangen.

kommen. Auf diese Weise haben sämmtliche Metallstangen nicht allein eine feste Lage, sondern es sind dadurch auch die Waarenstangen von den Anodenstangen strenge getrennt, so dass zwischen beiden nicht leicht eine directe Berührung stattfinden kann. Den Holzrahmen streicht man mit Leinöl oder Firniss an, damit das Holz gegen die unvermeidliche Durchnässung geschützt sei.

Fig. 22 macht diese Einrichtung wohl genügend anschaulich.

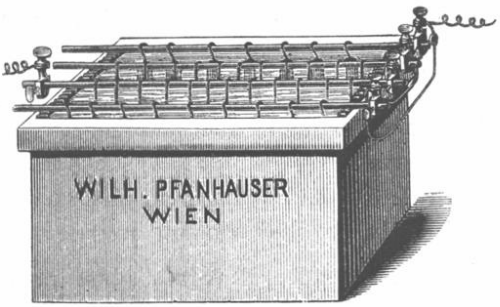
Bei meinen **Steinzeugwannen** ist diese Einrichtung überflüssig, da sie auf den beiden oberen, einander gegenüberliegenden Rändern mit vertieften Cannelirungen schon versehen sind, um die kupfernen Waaren- und Anodenstangen bequem auflegen und beliebig vertheilen zu können (siehe Fig. 23.)

Man kann sich leicht überzeugen, ob die Batterie in Ordnung wirkt und die Verbindungen richtig hergestellt sind, wenn man eine gewöhnliche grobe Eisenfeile auf eine der Waarenstangen auflegt, und mit einem Drahte, der vorher mit einer

der Anodenstangen verbunden wurde, darauf hin- und herraspelt. Es wird sich auf der Feile ein weniger oder mehr intensives Funkensprühen zeigen, je nach der geringeren oder grösseren Intensität des von der galvanischen Batterie oder der dynamoelektrischen Maschine erzeugten Stromes. Zeigt sich **kein** Funke, so wirkt entweder die Batterie nicht, oder es besteht irgendwo eine unrichtige Verbindung. Der Fehler muss ermittelt und behoben werden.

Sind so diese Verbindungen hergestellt, so hängt man die Anoden mit starken Haken in das Bad. Es ist gut, die Anoden stets vollständig im Bade unterzutauchen, weil sie sonst an der Oberfläche des Bades am meisten angegriffen (abgefressen), der untere Theil eher abfallen würde, als er vollständig verbraucht

Fig. 23.



Steinzeugwannen.

wäre. Selbstverständlich gilt dies nur von den löslichen Anoden, das sind diejenigen, die aus demselben Metalle bestehen, welches im Galvanisirbade gelöst enthalten ist, und welche, wie Seite 43 erklärt wurde, den Zweck haben, annähernd so viel Metall abzugeben und dem Galvanisirbade wieder zuzuführen, als Metall auf die Waare niedergeschlagen wurde.

Also beim Kupferbad sind Kupferplatten-Anoden		lösliche Anoden
„ Messingbad sind Messingplatten-Anoden		
„ Nickelbad sind Nickelplatten-Anoden		
„ Silberbad sind Silberplatten-Anoden		

u. s. w.

Man vergoldet, versilbert, vernickelt auch (namentlich bei kleinen Einrichtungen) mit Platinblech- oder auch mit Kohlenplatten-Anoden; in diesem

Falle sind dann das Platinblech oder die Kohlenplatte unlösliche Anoden, weil sie von keinem dieser Bäder aufgelöst werden.

Die Haken, womit man nun solch' lösliche Anoden in das Bad einhängt und auf die metallenen Leitungsstangen befestigt, müssen begreiflicherweise ebenfalls aus dem gleichen Metalle wie die Anode und wie das im Bade gelöste Metall bestehen, wenn man nicht Gefahr laufen will, dass das Bad mit einem fremden, nicht hineingehörigen Metalle verunreinigt werde. Denn auch dieser Haken wird, ebenso wie die Anode, nach und nach aufgelöst und muss nach einiger Zeit wieder erneuert werden. Will man dies vermeiden, so nehme man einen Haken von entsprechend starkem Platinadraht, der sich nicht auflöst und also am dauerhaftesten ist. Da das Platin sehr kostspielig ist, so macht man diese Platinhaken nur so lange, dass sie gerade über die Oberfläche des Bades herausragen; **über** der Badoberfläche kann man ungehindert den Platinhaken auf einen Kupfer- oder Messinghaken aufhängen und diesen auf der kupfernen Leitungsstange befestigen.

Sind alle vorher beschriebenen Vorkehrungen getroffen und die Verbindungen in Ordnung, so hat man die Einrichtung zum Galvanisiren fertig und kann nun die wohl gereinigten (decapirten) Objecte in das Bad einhängen.

Ich schicke gleich als Regel voraus, dass man principiell **nie die Waare ohne Strom in das Galvanisirbad** bringen soll, weil dadurch die Oberfläche des Metall-Objectes im Momente des Eintauchens von der Lösung angegriffen oder oxydirt und das feste Anhaften des Niederschlages dadurch verhindert werden könnte; es kann sich leicht eine Zwischenschicht bilden, welche die innige unmittelbare Vereinigung des Niederschlages mit dem Grundmetalle unmöglich macht.

Man wird sich am sichersten beim Einhängen der Waare folgenden Vorgang **zur Gewohnheit** machen:

Die **unmittelbar vorher** wohl gereinigten (decapirten) Waaren-Objecte (welche auf mindestens 1 Millimeter oder bei schweren Objecten auf entsprechend stärkerem, gleichfalls reinem Kupfer- oder Messingdraht bereits befestigt sind) werden nochmals in reines Wasser eingetaucht und **sofort,** nass wie sie

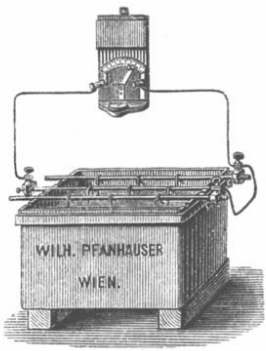
sind, in das Galvanisirbad gehängt und zwar auf folgende Weise: mit der einen Hand halte man den Draht, worauf das Object aufgehängt ist, ganz nahe dem Objecte, ohne dieses selbst direct mit der Hand zu berühren oder anzufassen (nur wenn dies unvermeidlich wäre, dann mit der reinen, mit reinem Wasser benetzten Hand), während man gleichzeitig mit der andern Hand das Ende des Einhängedrahtes auf die wohlgereinigte (abgeschmirgelte) Metallstange anhalte, auf welche die Waare in das Bad gehängt werden soll; jetzt ist auch das Object mit der Stromleitung verbunden, wird nun gleich mit dem Strome in's Bad gesenkt, erst einige Male darin geschüttelt, um etwa anhaftende Luftblasen zu entfernen, und schliesslich, ohne auch nur einen Moment die Verbindung mit der Stange gelöst zu haben, darauf durch festes Umwickeln oder Aufhängen befestigt. Ebenso verfahre man mit allen nachfolgend so rasch als möglich nacheinander einzuhängenden Waaren, bis alles oder so viel als im Bade Platz findet, ohne allzusehr gedrängt zu sein, eingehängt ist.

Ich muss bei dieser Gelegenheit auf einen Umstand aufmerksam machen, der selbst von alten Praktikern kaum gekannt sein dürfte, und gleichwohl oft Ursache ist, dass ein Niederschlag nicht recht haftet, oder eine Galvanisirlösung plötzlich den Dienst versagt, ohne dass man sich die Ursache erklären kann. Es ist dies der **Gegenstrom** im Bade selbst! Jeder, der mit galvanischen Elementen zu thun hat, weiss, dass ein elektrischer Strom entsteht, wenn zwei verschiedenartige Metalle in eine Salzlösung eintauchen. Unsere Galvanisirbäder sind fast alle ziemlich stark concentrirte Salzlösungen, und bilden, wenn wir sie mit Kathoden (Waaren) und Anoden von verschiedenen Metallen behängen, an und für sich ein ziemlich kräftiges Element, welches einen elektrischen Strom entwickelt, um so intensiver, je grösser die im Bade sich gegenüber hängenden Anoden- und Kathodenflächen. Dieser in den Bädern sich entwickelnde Strom heisst der „Gegenstrom", weil er in der That jenem der Batterie entgegenwirkt. Man kann sich leicht davon überzeugen, z. B. mit den Nickelsalzlösungen (Nickelbädern, wenn man den Leitungsdraht von den Anoden in die eine Klemme des Stromregulators, jenen von den Waarenstangen in die andere ein-

klemmt (also die Batterie ganz bei Seite lässt), den Hebel auf die erste Lamelle „stark“ stellt, wie Fig. 24 veranschaulicht.

Sind die Anoden eingehängt und man hängt das erste Stück Waare aus Eisen oder Messing auf die Waarenstange in das Bad, so wird sofort die Magnetnadel des Stromanzeigers, welche vorher auf „Null“ stand, sich vom Nullpunkte ablenken, und dies umsomehr, je mehr Waare man einhängt. Nimmt man Objecte aus Zink, so ist diese Ablenkung noch grösser — ein Beweis, dass das Zink einen noch stärkeren Gegenstrom entwickelt als Eisen oder Messing. Derselbe Fall ist es mit fast allen Cyankaliumbädern grösserer Dimensionen bei Vorhandensein namhafter Anodenflächen, namentlich z. B. in

Fig. 24.



Untersuchung auf Gegenstrom im Bade.

Cyankupfer- oder Messingbädern mit Kupfer- oder Messing-Anoden und Zink-Kathoden.

Da nun bei jeder Erzeugung eines elektrischen Stromes auch ein Consum existirt, d. h. die stromerzeugenden Metalle sich auflösen, wie es ja in unseren Elementen mit den Zink-Polen bekanntlich der Fall ist, so geschieht dies auch in den Galvanisirlösungen, **wenn der Gegenstrom nicht durch den Batteriestrom überwunden und unschädlich gemacht wird.** Die Lösungen würden mit Zink oder Eisen oder Messing, überhaupt mit dem Metalle, aus dem die mit Gegenstrom eingehängten Objecte bestehen, verunreinigt und früher oder später

verderben. Es leuchtet nun wohl ein, dass dieser Gegenstrom durchaus nicht harmlos ist, sondern unter Umständen sehr verhängnissvoll werden kann. Nachfolgende Thatsache als Beispiel: Einer meiner Kunden hatte ein Nickelbad von einigen tausend Litern; eines Tages bekommt er einen Sarg aus Zinkblech mit Zinkguss-Ornamenten zum Vernickeln. Der Sarg wurde erst verkupfert und über Nacht in das Nickelbad gehängt. Als man des andern Morgens den Sarg herausnahm, war nicht nur von einer Vernickelung keine Spur, sondern zur allgemeinen, sehr unangenehmen Ueberraschung war auch die schöne Verkupferung verschwunden, und nicht genug an dem, auch das Zink war angegriffen, mehrere hundert Gramm hatten sich im Nickelbade gelöst, alle ferneren Versuche, in diesem Bade zu vernickeln, misslangen, es wurde Alles schwarz, gestreift, fleckig. Das Nickelbad war zinkhaltig und musste — weggegossen werden. Die grosse Fläche des Metallsarges hatte im Nickelbade einen Gegenstrom entwickelt, der viel stärker war als jener, dem die offenbar zu kleinen Elemente entgegenwirkten. Arbeitet man mit Galvanometer (Stromanzeiger), so kann der Gegenstrom nie Schaden bringen, weil er, wenn er stärker ist als der Batteriestrom, dies dadurch anzeigt, dass er die Magnetnadel des Stromanzeigers auf die verkehrte Seite ablenkt. Das ist nämlich so: hat man sich ein für allemal an einem bestimmten Platze in der Galvanisirwerkstätte den Galvanometer oder meinen „Stromregulator“ festgemacht, und, um eine bestimmte Norm zu haben, stets den von der Kohle der Batterie kommenden Leitungsdraht in die beiden Klemmschraubenlöcher des Stromregulators festgeklemmt, wie Fig. 21 zeigt, **so merkt man sich auch ein für allemal, nach welcher Seite sich die Magnetnadel vom Nullpunkte ablenkt,** wenn man probeweise die Anodenstangen und die Waarenstangen mit einem Metalldraht ausserhalb des Bades verbindet. Man nimmt natürlich diesen Draht wieder weg und hängt nun Waare in das Bad; so lange der Batteriestrom stärker ist als der Gegenstrom im Bade, wird stets die Magnetnadel nach einer und derselben vorhin erprobten Richtung vom Nullpunkte ablenken. Ist der Gegenstrom im Bade stärker, so wird die Magnetnadel nach der ungewohnt verkehrten Seite

ablenken, und da heisst es rasch die Waare herausnehmen und den Batteriestrom durch grössere oder mehr Elemente verstärken. Es kommt glücklicherweise dieser Fall, dass der Gegenstrom des Bades stärker ist als der Batteriestrom, bei unseren meist sehr kräftigen Elementen, namentlich den Bunsen-Elementen oder dynamo-elektrischen Maschinen, höchst selten vor; nur in sehr grossen Bädern mit sehr grossen Objecten, namentlich aber mit Zinkgegenständen, muss man sehr darauf Bedacht nehmen und vorsichtig sein. Sind die im Bade hängenden Objecte allseitig mit einem festhaftenden galvanischen Ueberzuge bedeckt, so kann sich kein Gegenstrom mehr entwickeln, und man wird mit Vortheil den galvanischen Strom nach und nach abschwächen, wenn man in recht dicken soliden Schichten galvanisiren will.

Selbstverständlich muss man stets darauf sehen, dass in keinem Punkte zwischen den beiden elektrischen Strömen eine metallische Verbindung stattfindet, also dass sich weder die beiden Leitungsdrähte der Batterie berühren, noch eine Berührung zwischen den Anoden und Waaren im Bade stattfindet, noch eine der Leitungsstangen, welche die Anoden tragen, jene der Waarenträger berührt oder durch einen Metalldraht eine Verbindung der beiden Elektricitäten stattfindet. Es kommt z. B. sehr leicht vor, dass das Ende eines Drahtes, womit die Waaren auf ihrer Metallstange über dem Bade aufgehängt sind, zufällig zur nächsten Anodenstange hinüberreicht und dieselbe berührt; das ist schon eine Störung, die behoben werden muss, wenn die Galvanisirung von statten gehen soll.

Die Anoden und die Waaren sollen sich im Bade nie allzu nahe hängen, 10, 20 bis 30 Centimeter und manchmal, namentlich bei voluminösen Objecten oder Gegenständen mit grossen Vertiefungen, noch weiter von einander entfernt.

Die Anodenplatten sollen im Bade Höhe und Tiefe mit den Waaren gleich haben und deren Fläche jener der Waaren wenigstens annähernd gleichkommen.

Hat man grosse runde, kugelige Körper zu galvanisiren, so ist es gut, rund herum Anoden zu hängen (die natürlich stets miteinander metallisch verbunden sein müssen), so dass das Object mit Anoden vollständig umgeben ist und der gal-

vanische Niederschlag, der sich ja an der, der Anode zugekehrten Seite stets zuerst bildet, sich allseitig zu gleicher Zeit ansetzt.

Unter allen Umständen ist es sehr vortheilhaft, **die Waaren im Bade so oft als möglich zu schütteln**, zu wenden und ganz umzudrehen, damit der galvanische Niederschlag an allen Punkten gleich stark werde. **Das fleissige Schütteln der im Bade hängenden Waaren** ist schon deshalb von Vortheil, weil dadurch auch das Bad bewegt und die den Objecten anliegenden Flüssigkeitsschichten, welchen ihr Metallgehalt bereits entzogen ist, dadurch beseitigt und durch frische Lösungsschichten ersetzt werden.

Arbeitet man anstatt mit galvanischen Elementen mit einer dynamo-elektrischen Maschine, so bleibt die Anordnung selbstverständlich ganz dieselbe, da ja auch diese ebenso wie Elemente einen positiven und einen negativen elektrischen Strom entwickelt. Bei Anwendung dynamo-elektrischer Maschinen arbeitet man gewöhnlich auf mehrere Bäder, und zwar nicht allein auf mehrere gleichartige, sondern auch auf verschiedenartige Bäder zu gleicher Zeit. Fig. 25 zeigt uns eine rationelle Einrichtung einer grösseren Galvanisir-Werkstätte.

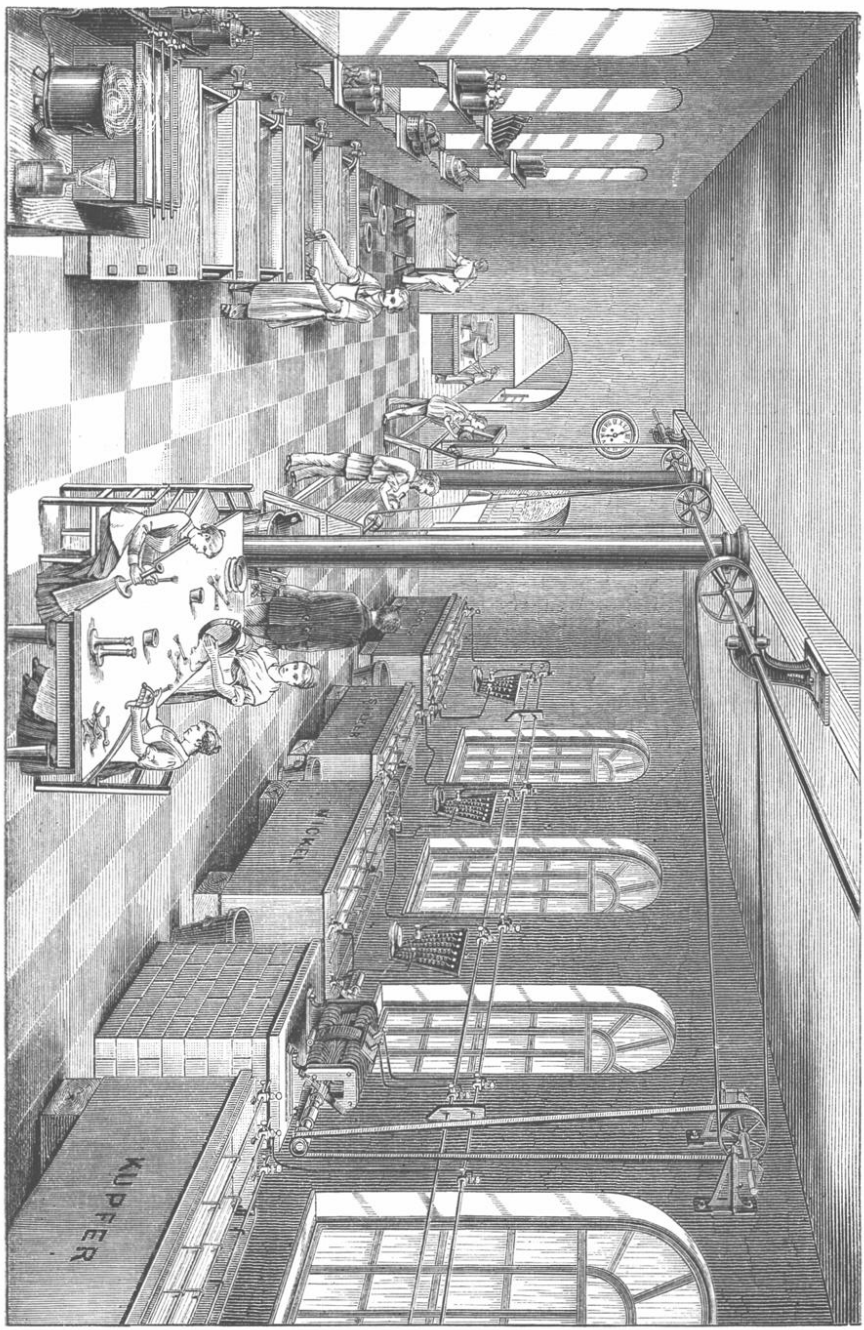


Fig. 25.

Ueber die Bereitung der Galvanisirbäder im Allgemeinen.

Um ein gutes Galvanisirbad zu bereiten, hat man zunächst folgende vier Punkte zu beobachten:

1. Die richtige Wahl des dazu verwendeten Wassers.
2. Die geeignete Beschaffenheit (Qualität) der dazu verwendeten Chemikalien.
3. Richtige Wahl und richtige Mengen derselben.
4. Richtige Concentration der Lösung.

1. Die richtige Wahl des Wassers.

Fluss-, Quell- und Brunnenwasser möchte ich aus dem Grunde nicht anrathen, weil dieselben, wenn auch rein und klar, oft mineralische Bestandtheile enthalten, welche für unseren Zweck der Galvanisirung leicht nachtheilig werden können.

Es ist mir z. B. in meiner Praxis der Fall vorgekommen, dass ein Kunde, welcher im grossen Massstabe galvanisch versilbert, plötzlich keine schön weisse Versilberung zu Stande bringen konnte. Wie es schon geht, wurde die Schuld ohne Weiteres den Chemikalien zugeschoben. Ich als jahrelanger Lieferant derselben bekomme das Silberbad zur Untersuchung, und es zeigte sich, dass das hiezu verwendete Wasser **Schwefelwasserstoff** enthielt, in Folge dessen begreiflicherweise die Versilberung ganz leicht geschwefelt (oxydirt) ausfallen musste. Das Wasser war einem kleinen Gebirgsflusse entnommen, und seit Jahren hat man stets anstandslos damit gearbeitet. Ohne Zweifel wurde dasselbe auf irgend eine Weise plötzlich mit Schwefelwasserstoff-Wasser verunreinigt, sei es durch eine Schwefelquelle, welche zum Durchbruche gekommen sein mag, sei es durch Garnbleichereien, deren sich mehrere wasseraufwärts befinden, welche vielleicht als Neuheit ein der Versilberung schädliches chemisches Product zum Bleichen verwendet haben mögen, und ihre Waschwasser in dieses Flüsschen abfliessen liessen. Man soll nicht glauben, wie empfindlich nachtheilig jede, wenngleich unendlich verdünnte Verunreinigung bei chemischen Processen reagirt!

Viele Fluss-, Quell- und Brunnenwasser enthalten Eisen, Jod, Kalk etc., und wenn auch in vielen Fällen dies nicht in der Weise, wie vorhin erzählt, von Nachtheil ist, so möchte ich doch der Sicherheit wegen empfehlen, stets nur destillirtes Wasser zu verwenden. Wo solches nicht zu haben ist, verwende man reines Regenwasser, beobachte jedoch beim Sammeln desselben die Vorsicht, bei Regen das zuerst abfliessende Wasser wegzugiessen, da es mit dem auf den Dächern und Dachrinnen liegenden Staub, Russ und sonstigen Schmutz verunreinigt sein dürfte. Als Gefässe zum Sammeln und Aufbewahren des Wassers verwende man reine Glas-, Steingut- oder Holzgefässe, letztere aus weichem Holze (am besten Lärchbaumholz). Eichenholzgefässe sind nicht zu empfehlen. Im Winter wird man am einfachsten reinen Schnee schmelzen.

2. Berücksichtigung der geeigneten Beschaffenheit (Qualität) der Chemikalien.

Die Chemikalien, wenn auch gleichen Namens, sind nicht immer und nicht überall gleich. Ein und dasselbe chemische Product wird z. B. für Färberei, Bleicherei, Photographie, Pharmacie etc. anders gemacht als für unsere Zwecke. Wir müssen ganz besonders gewissenhaft sein bei der Auswahl unserer Chemikalien. Unsere chemischen Lösungen sind nicht allein für momentanen Bedarf, sondern müssen uns gewöhnlich jahrelang dienen. Gerade dieser Umstand ist es, der uns zu ganz besonderer Vorsicht bei der Wahl unserer Chemikalien veranlassen muss, und abgesehen davon, dass durch unrichtige oder unvorsichtige Behandlung der Bäder dieselben vor der Zeit verdorben werden, ist meist in dem Umstande die Ursache zu suchen, dass man Chemikalien von ungeeigneter Beschaffenheit verwendet hat.

Wenn man von der richtigen Eignung der Chemikalien nicht schon aus längerer Erfahrung überzeugt ist, wird man gut thun, erst kleine Proben zu machen, bevor man an die Bereitung der Bäder im grösseren Massstabe geht. So kommt z. B. das Hauptproduct, das am meisten in unserer Industrie verwendete Cyankalium in allen möglichen Stärkegraden im

Handel vor, und hängt davon sowohl der Preis desselben ab, als auch das Quantum, welches man zur Bereitung des Galvanisirbades zu nehmen hat. Der Stärkegrad des Cyankaliums besteht in dem wirklichen Gehalte an eigentlichem Cyankalium, welches gewöhnlich ausserdem mehr oder weniger Pottasche enthält. Da ich später bei den Formeln zur Bereitung der verschiedenen Bäder, der Einfachheit wegen, stets nur die Bezeichnungen: **Cyankalium Nr. I, Cyankalium Nr. II, Cyankalium Nr. III** gebrauchen werde, so sei hier **ein für allemal** erwähnt, dass unter der Bezeichnung **Cyankalium Nr. I** dasjenige zu verstehen sei, welches 95 bis 100 Procent wirklichen Cyankaliums enthält, also rein und frei von Pottasche ist. **Cyankalium Nr. II** nenne ich dasjenige, welches 70 Procent, und **Nr. III**, welches 50 bis 60 Procent wirkliches Cyankalium enthält; den Rest Pottasche.

Die meisten der im Handel vorkommenden Cyankalien enthalten nur 50, 40, 30 Procent Cyankalium, also weit mehr Pottasche als wirkliches Cyankalium; die geringste Sorte darunter ist jenes in Form von Stängelchen, wie es für die Photographen verkauft wird.

3. Richtige Wahl der Chemikalien und richtige Mengen derselben.

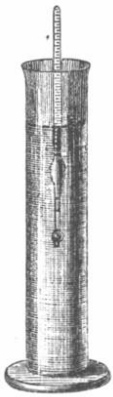
Dass man zur Zusammensetzung eines jeden Galvanisirbades die richtigen Chemikalien und deren richtige Menge nehme, ist Sache unserer Special-Chemiker, welchen wir die Vorschriften hiezu verdanken. Ich werde dies später für jedes einzelne Galvanisirbad bei den betreffenden Capiteln mittheilen.

4. Richtige Concentration der Galvanisirbäder (Metall-Lösungen).

Unter Concentration eines Galvanisirbades verstehen wir den grösseren oder den geringeren Theil der in Wasser aufgelösten Metallsalze und Chemikalien. Es ist dies für uns gar nicht so gleichgiltig, als vielfach angenommen wird, und zwar deshalb nicht, weil **„in einer stärker mit Metallsalz concen-**

trirten Lösung der galvanische Niederschlag schneller erzeugt wird, als in einer weniger metallhältigen Lösung.

Fig. 26.



Das Messen der Concentrationsgrade einer Flüssigkeit.

Wir messen die Concentration unserer Galvanisirbäder mit dem Beaumé'schen Aräometer; das ist eine 10 bis 30 Centimeter lange, an beiden Enden zugeschmolzene Glasröhre, ganz ähnlich einem Glas-Thermometer, ebenso wie dieses in Grade eingetheilt, und an dem einen Ende mit Bleischrot oder Quecksilber gefüllt. Beim Messen giesst man die betreffende Lösung in einen der Länge des Aräometers entsprechend hohen Glascylinder, senkt den Aräometer (mit dem schwereren Ende nach unten) ein, wie Fig. 26 zeigt, und liest an der Oberfläche der Flüssigkeit den Grad ab, bis zu welchem der in der Flüssigkeit frei schwimmende Aräometer eingesunken ist. Diesen Grad nennt man den Concentrationsgrad der geprüften Lösung.

Auf dieselbe Art prüfen wir auch die Gradstärke unserer Säuren (Salpetersäure, Schwefelsäure etc.).

Alle unsere Galvanisirbäder (Metall-Lösungen) sollen **nicht unter 5 Grad Beaumé** und **nicht über 10 Grad Beaumé** concentrirt sein. Es diene dies als Norm!

Wie schon erwähnt, geht der Galvanisir-Process bei allzuwenig concentrirten Metall-Lösungen (metallarmen Bädern) zu langsam von statten. Sind unsere Bäder dagegen überconcentrirt, so haben sie auch wieder ihre Nachtheile. Aus solch' allzustark concentrirten Lösungen krystallisiren, namentlich in der kälteren Jahreszeit, die Salze wieder heraus und setzen sich an den Wänden des Badegefässes, an den Anoden, selbst an den eingehängten Waaren als glänzende Krystalle fest, im letzten Falle zum Nachtheile des galvanischen Niederschlages, da an der Stelle, wo sich an dem Gegenstande so ein Kryställchen festgesetzt hat, kein galvanischer Niederschlag stattfinden kann, dieser also löcherig und uneben rauh ausfallen muss. Man behebt diesen Uebelstand einfach dadurch, dass man diese Krystalle mit reinem warmen Wasser auflöst und wieder in das Galvanisirbad zurückgiesst, dieses jedoch mit Wasser entsprechend verdünnt.

Jede Salzlösung, wenn sie längere Zeit ruhig steht, ohne bewegt (aufgerührt) zu werden, wird am Boden concentrirter sein als an der Oberfläche; und da sich, wie vorhin erwähnt,

aus einer concentrirten Lösung das Metall rascher ausscheidet als aus einer weniger concentrirten, so wird auch der Niederschlag auf einem Objecte in solch ungleich concentrirtem Bade unten dicker ausfallen als oben, wenn das Object behufs starken Galvanisirens stundenlang ruhig hängt. Man wird also vor Allem das Bad **so tief** machen, dass die eingehängten Waarenobjecte nicht bis auf den Grund reichen, sondern etwa bis zu zwei Drittel der Tiefe des Bades. Ueberdies wird man sowohl das Bad als auch die eingehängten Objecte fleissig bewegen, letztere öfters umdrehen, überhaupt so viel als möglich für eine continuirliche Bewegung sorgen.

Ich mache auch auf den Umstand aufmerksam, dass neue, frischbereitete Bäder in der Regel nicht so gut arbeiten, als wenn sie einige Zeit im Gebrauche waren, und jeder tüchtige Galvaniseur ist stolz auf seine **alten Bäder**, behandelt und pflegt sie mit aller Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, um sie sich recht lange in brauchbar gutem Stande zu erhalten.

Wenn es möglich ist, möchte ich stets empfehlen, frisch bereitete Bäder erst tüchtig abzukochen, bevor man sie in Gebrauch nimmt. Als Gefässe zum Kochen verwendet man am besten glasirte Thon- oder Porzellangeschirre, für grössere Mengen gut emaillirte Eisengeschirre oder Kessel. Verzinnte oder kupferne Gefässe sind unbedingt zu vermeiden, da die meisten Bäder diese Metalle angreifen und damit verunreinigt, verdorben werden könnten. Selbstverständlich ist das beim Kochen verdampfende Wasser stets wieder zu ersetzen. Ist es unmöglich, die Bäder vor dem Gebrauche abzukochen, so lasse man sie wenigstens einige Tage abstehen, rührt allenfalls von Zeit zu Zeit um. Grössere Bäder, die man nicht gut abkochen kann, weil dies zu mühsam wäre, lässt man, bevor man darin arbeitet, erst einige Tage vom Strom tüchtig durcharbeiten, und zwar **in der Weise**, dass man Platten aus demselben Metalle als Waare einhängt, diese Platten nachher als Anoden verwendet. Es ist dieser Modus sehr zu empfehlen, sogar zweckentsprechender als das Abkochen.

Die Galvanisirbäder sollen klar und rein sein. Abgesehen davon, dass man die Objecte während des Galvanisirens im Bade gerne deutlich sehen und beobachten will, ist es ein

unheimliches Gefühl der Unsicherheit, mit einem schmutzigen, trüben Bade arbeiten zu müssen, und kann es auch sehr leicht vorkommen, dass sich die im Bade schwebenden Partikelchen, welche die Trübung ausmachen, an die Objecte ansetzen, und daselbst einen galvanischen Niederschlag unmöglich machen.

Um also reine Bäder zu haben, lässt man sie am einfachsten einige Zeit ruhig stehen (klären) und sondert dann den Bodensatz durch Abgiessen oder Abziehen der klaren Lösung ab.

Wenn wir mit warmen Bädern arbeiten, z. B. im Goldsud, so können wir die Lösung weniger concentrirt machen, also mehr Wasser zugiessen, doppelt, drei-, vierfach so viel, da einerseits in diesem Falle ohnedies fortwährend Wasser verdampft, andererseits der galvanische Niederschlag in warmen Lösungen stets schneller stattfindet als in kalten. Bei dieser Gelegenheit erwähne ich auch, dass bei warmen und weniger concentrirten Bädern ein weniger starker elektrischer Strom erforderlich ist, als bei kalten oder stark concentrirten Lösungen.

Auch die Temperatur der kalt arbeitenden Galvanisirbäder ist ein Factor, der berücksichtigt sein will. Es ist namentlich im Winter darauf zu sehen, dass das Galvanisir-Locale stets geheizt sei, wenn möglich auch des Nachts, damit die Temperatur der Bäder nicht allzu niedrig werde. Die eingetauchte Hand soll keine Kälte fühlen. Solch' allzu kalte Bäder arbeiten langsam und unregelmässig. Dasselbe hat auch auf die galvanischen Elemente Bezug, welche bei grosser Kälte einen bedeutend schwächeren elektrischen Strom geben.

Die Beachtung der Temperatur unserer Galvanisirlösungen, Beizen und Gelb-Brenne ist natürlich in der kalten Jahreszeit, im Winter, von ganz besonderer Wichtigkeit, und hat der Galvaniseur im Winter mit Schwierigkeiten zu kämpfen, die er im Sommer nicht kennt. Die kalten Lösungen sollen auch im Winter eine Temperatur von ungefähr 20 Grad Cels. (16° R.) haben; da es wenige Locale gibt, welche die ganze Nacht geheizt werden, so wird der Galvaniseur gut thun, des Morgens vor Beginn der Arbeit seine Lösungen, Beizen und Gelb-Brenne erst in die richtige Temperatur zu bringen. Durch das Heizen des Locales allein würde dies zu lange dauern,

und geht es am raschesten in der Weise, dass man etwas aus der Lösung herausnimmt, je nach der Grösse des Bades weniger oder mehr erwärmt, dann zurückgiesst und vermischt, dies nöthigenfalls so oft wiederholt, bis die ganze Lösung die gehörige Temperatur besitzt. In grösseren Werkstätten mit Dampfbetrieb lässt sich dies durch Einleiten von Dampf sehr bequem einrichten; jedoch dürfen keine Blei- oder Eisenrohre in die Lösungen geführt werden, sondern solche aus Thon oder Glas, wenn man sich die Bäder nicht verunreinigen und mit der Zeit verderben will.

Haben wir uns mit Beobachtung dieser Punkte unser Galvanisirbad richtig bereitet, so bleibt uns nur die Aufgabe, uns dasselbe in dauernd gut brauchbarem Zustande zu erhalten. Wir werden darauf in jedem einzelnen Falle zurückkommen.