

## Hinweis

Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite [http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen\\_experimentalvortrag.html](http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html) eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite [www.chids.de](http://www.chids.de) weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

Protokoll  
zum  
Experimentalvortrag:

# Galvanotechnik

Referentin: Asita Djafrudi

# Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Galvanostegie.....</b>	<b>2</b>
1.	Allgemeines.....	2
2.	Theorie der Metallabscheidung.....	2
2.1	Elektrochemischer Anteil der Metallabscheidung.....	2
2.2	Kristallographischer Anteil der Metallabscheidung.....	4
3.	Einfluß der Metallnatur auf die galvanischen Überzüge.....	5
4.	Einfluß der Arbeitsbedingungen auf die Metallabscheidung.....	5
5.	Die verschiedenen technischen Prozesse der Oberflächenbehandlung.....	7
6.	Galvanisieren von Kunststoffen.....	8
7.	Versuche zur Galvanostegie.....	10
<b>II.</b>	<b>Galvanoplastik.....</b>	<b>11</b>
<b>III.</b>	<b>Versuchsvorschriften.....</b>	<b>13</b>
1.	Galvanisches Verkupfern.....	13
2.	Galvanisches Verzinken.....	14
3.	Galvanisches Vernickeln.....	14
4.	Galvanisches Glanzvernickeln.....	14
5.	Reduktive Verkupferung von Kunststoffen.....	15
6.	Herstellung einer Galvanoplastik.....	16
<b>IV.</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>18</b>

Die Galvanotechnik umfaßt die Themengebiete Galvanoplastik und Galvanostegie, die im folgenden näher vorgestellt werden.

## **I. Galvanostegie (Elektroplattierung)**

### **1. Allgemeines:**

Unter Galvanostegie, die auch Elektroplattierung genannt wird, versteht man die Herstellung metallischer Überzüge auf elektrolytischem Wege.

Hierbei verwendet man einen Elektrolyten, der das abzuscheidende Metall in Ionenform gelöst enthält.

Als Kathode schaltet man den zu vergütenden Werkstoff, die Anode besteht meist aus dem abzuscheidenden Metall.

Bei Anlegung einer Spannung setzt sich dann das gelöste Metall in Form eines Überzuges auf der Kathode ab.

Die Anwendungsgebiete der Galvanostegie sind sehr vielfältig und reichen von der Veredlung von Schmuckwaren bis hin zu Überzügen von Flugzeug-, Schiffs- und Maschinenteilen.

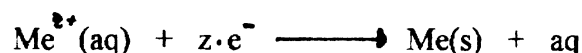
Die wichtigsten Aufgaben der Galvanostegie bestehen in der Erhöhung des Korrosionsschutzes und in dem Schutz vor mechanischer Belastung.

Als weiteres Anwendungsgebiet dient sie der Verschönerung von Gegenständen.

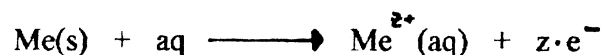
### **2. Theorie der Metallabscheidung**

Bei der Galvanostegie laufen folgende Reaktionen ab:

Reaktionsvorgang an der Kathode:



Reaktionsvorgang an der Anode:



Der wichtigere Vorgang ist hierbei die Metallabscheidung an der Kathode, der im folgenden näher erläutert wird. Die beschriebenen Mechanismen beziehen sich nur auf die Abscheidung aus Lösungen einfacher Salze.

Die Gesamtvorgänge, die sich bei der Metallabscheidung an der Kathode abspielen, sind teils elektrochemisch, teils kristallographisch.

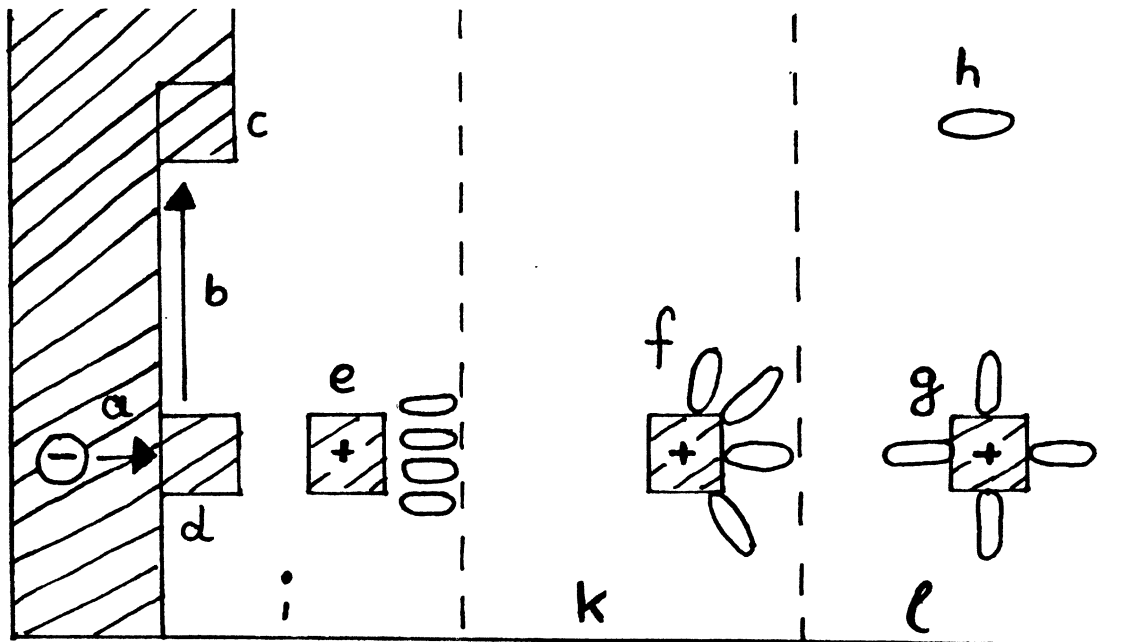
#### **2.1 Elektrochemischer Anteil der Metallabscheidung**

Nach Einschalten des Stromes bewegen sich die hydratisierten Metallionen, die sich im Elektrolyten befinden, zur Kathode.

Die Antriebskräfte hierfür sind :

- # Elektrostatische Anziehung, die durch die angelegte Spannung zustande kommt
- # Diffusion, welche durch das Konzentrationsgefälle der Metallionen zur Kathode hin zustande kommt. Sie ist aber erst in unmittelbarer Nähe der Kathode bedeutsam.
- # Konvektion, die durch die Wärmebewegung, durch das Rühren des Elektrolyten, usw. verursacht wird.

Skizze:



Das Metallion gelangt so in die sogenannte Diffusionsschicht (k).

Als Diffusionsschicht wird die Flüssigkeitsschicht des Elektrolyten bezeichnet, die sich in unmittelbarer Nähe der Kathode befindet (0,01 cm von der Kathode).

Durch das in dieser Schicht herrschende Konzentrationsgefälle kann man hier einen Spannungsabfall von 1-10 V/cm beobachten, durch den die äußeren Wasser-Dipole der Hydrathülle der Metallionen ausgerichtet werden (f).

Danach gelangt das Metallion zur sogenannten Helmholtz-Doppelschicht (i), also zu der Phasengrenze Kathode-Elektrolyt.

Diese Schicht wird nochmal geteilt, nämlich in eine äußere diffuse Schicht und in eine innere starre Schicht, die sich direkt an der Kathode befindet.

In dieser Helmholtz-Doppelschicht herrscht ein Spannungsabfall von  $10^4 - 10^5$  V/cm. Die Feldstärke hier reicht aus, um alle Wasser-Dipole der Hydrathülle auszurichten und diese somit von dem Metallion zu lösen (e).

Dieser Vorgang passiert schon in der diffusen äußeren Schicht.

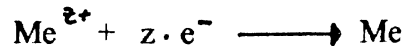
Das so dehydratisierte Metallion gelangt dann zur inneren starren Schicht und ist nur noch durch eine monomolekulare Schicht, die sich hauptsächlich aus Lösungsmittel-Dipolen und organischen Dipolen zusammensetzt, von der Kathode getrennt.

Der Durchtritt durch diese Schicht bedarf einer Aktivierungsenergie, die umso höher ist, je dichter diese innerste Region besetzt ist.

Die Abscheidung der Metallionen an der Kathode kann also durch Zugabe von z.B. organischen Dipolen gehemmt werden. Stoffe mit dieser Wirkung heißen Inhibitoren.

Der weitere Weg des Metallions ist umstritten. Die hier angegebene Variante ist ein möglicher Weg, der häufig in der Literatur zu finden ist.

Das Metallion tritt an einer beliebiger Stelle durch die Helmholtz-Doppelschicht, wobei es neutralisiert wird, indem es ein Elektron bindet (a).



Dadurch wird es zu einem neutralen Oberflächenatom (d), das aber noch nicht an das Kristallgitter gebunden ist.

Dieses neutrale Oberflächenatom kann sich frei auf der Kathodenoberfläche bewegen, bis es auf eine sogenannte Wachstumsstelle (c) trifft, wo es dann ins Gitter eingebunden wird.

Kann das Metallion keine Wachstumsstelle erreichen (z.B. wenn zu viele Inhibitoren die Bewegung auf der Metalloberfläche zu sehr einschränken) kann es einen neuen Wachstumskeim bilden.

Das Oberflächenatom tritt dann in das Kristallgitter ein.

## 2.2. Kristallographischer Anteil der Metallabscheidung

Unter Elektrokristallisation versteht man den Übergang der entladenen Metallatome in den kristallinen Zustand.

Das neutrale Oberflächenatom tritt dort ins Gitter ein, wo der Arbeitsaufwand am geringsten ist, also an sogenannten Wachstumsstellen.

Meist spielt sich jedoch die Kristallisation in Gegenwart artfremder Gebilde ab, die Inhibition hervorrufen können, welches ein besonderes Merkmal dieser Kristallisation ist. Durch starke Inhibition kann es passieren, daß das Oberflächenatom nun keine Wachstumsstellen erreicht.

In diesem Fall können sich auch neue Kristallkeime bilden.

Neue Kristallkeime entstehen umso leichter, je höher die Überspannung ist. Da Inhibitoren die Überspannung verstärken, erleichtern sie die Bildung neuer Keime und führen so zu feinkörnigeren Überzügen.

Bei schwacher Inhibition bilden sich keine neuen Keime, der Überzug wird deshalb grobkörniger.

Keimbildung und Kristallwachstum werden von Gitterkräften und elektrostatischen Kräften bestimmt.

Je näher man sich im Gleichgewichtszustand befindet, desto mehr überwiegt die Gitterkraft (kaum neue Keimbildung).

Je entfernter man vom Gleichgewichtszustand ist (Polarisation), desto höher ist der Anteil elektrostatischer Kräfte, die erhöhte Keimbildung zur Folge haben.

### **3. Einfluß der Metallnatur auf die galvanischen Überzüge**

Die Metalle, die man für galvanische Überzüge verwendet, werden in drei Gruppen eingeteilt, die sich nach den Hemmungen richten, die diese Metalle bei der Abscheidung erfahren.

Im folgenden sind die drei Gruppen näher dargestellt.

#### Metalle, die sich bei geringer Hemmung (Überspannung) abscheiden

Diese Metalle zeichnen sich dadurch aus, daß sie ungehemmt zu isolierten Kristallen wachsen. Zu ihnen gehören die niedrig schmelzenden Metalle wie Pb, Th, Cd, Bi.

Die Atome zeichnen sich durch eine hohe Beweglichkeit bei Zimmertemperatur aus.

Die Metalle haben eine geringe spezifische freie Oberflächenenergie und dadurch eine geringe Adsorptionsneigung und somit geringe Inhibitorenempfindlichkeit. Die Durchtrittspolarisation und die Kristallpolarisation sind niedrig.

#### Metalle mit hohen Schmelzpunkten (Fe-Gruppe, Pt-Gruppe)

Sie verhalten sich in allem entgegengesetzt zur ersten Gruppe.

Bei der Elektrokristallisation ist die Keimbildung vor dem Weiterwachsen der Kristalle bevorzugt.

#### Metalle mit „mittleren“ Eigenschaften (Zn, Sb, Cu)

Je nach Inhibitionsgrad bevorzugen sie Kristallwachstum oder Keimbildung, auch in anderen Eigenschaften nehmen sie eine Mittelstellung ein.

### **4. Einfluß der Arbeitsbedingungen auf die Metallabscheidung**

#### 1. pH-Wert und Pufferung

Die pH-Werte müssen immer experimentell bestimmt werden und der Elektrolyt muß zur Beibehaltung des pH-Wertes entsprechend gepuffert werden.

Als Pufferstoffe verwendet man z.B. Oxalsäure, Borsäure, Natriumsulfat und Borax.

Der pH-Wert des Elektrolyten ist meist mitverantwortlich an der Art der Abscheidung. So kann der Niederschlag bei Galvanisierungsprozessen bei unterschiedlichen pH-Werten auch sehr verschieden sein.

Beispiel Nickel:

Bei einem pH-Wert von 1-2 erhält man einen sehr weichen Niederschlag, während man bei einem pH-Wert von 5,5-6 einen harten mitunter auch spröden Niederschlag erhält.

## 2. Netzmittel:

Sie dienen zum Schutz vor Bläschenbildung, welche durch Wasserstoffbildung an der Kathode entstehen kann und die die Ausbildung von Poren bewirkt.

Außerdem können Netzmittel auch eventuelle Schmutzteilchen an der Kathode entfernen.

Als Netzmittel verwendet man Natrium-Alkylsulfonate, Natrium-Fettalkoholsulfate und Fettsäureamide.

Das Netzmittel muß mit der übrigen Badzusammensetzung (z.B. pH-Wert) verträglich sein, was experimentell zu bestimmen ist.

## 3. Leitsalze und Depolarisatoren

Die Leitsalze dienen zur Erhöhung der Leitfähigkeit.

Man benutzt meist Alkali-oder Ammoniumsalze des abzuscheidenden Metalls.

Die Depolarisatoren fördern das Infösunggehen des Anodenmaterials.

Diese Funktion übernehmen häufig die Anionen (bei Nickel z.B. Chlorid-Ionen).

## 4. Stromart, Stromdichte

In der Galvanostegie wird meist unter Gleichstrom galvanisiert.

Eine zu hohe Stromdichte bewirkt eine Wasserstoff-Abscheidung an der Kathode, was zu schwammigen Überzügen führt.

## 5. Badbewegung

Sie soll das Fortspülen von Gas- und Schmutzteilchen und einen Konzentrationsausgleich an den Elektroden bewirken.

Wenn das Bad nicht bewegt wird, kann die Metallionenkonzentration an der Kathode so gering werden, daß vermehrt Wasserstoff abgeschieden wird.

Die Folge wäre ein schwammiger Überzug.

An der Anode hingegen kann die Konzentration so steigen, daß Salz ausflockt.

## 6. Badtemperatur

Eine erhöhte Badtemperatur steigert die Ionenbeweglichkeit und vermindert den Badwiderstand. Dies läßt dann höhere Stromdichten zu.

Als Nachteil ergibt sich ein erhöhter Kristallwachstum, der die Gefahr grobkörniger Niederschläge vergrößert.

Die allgemeine Temperatur beim Galvanisieren beträgt ca. 30-40°C.

## 7. Anodenmaterial:

Meist wird als Material das Metall gewählt, welches auch den Überzug bilden soll. Hierdurch kann man die Ionenkonzentration des Bades weitgehend konstant halten.

Die Anode sollte möglichst größer als die Kathode sein, denn bei einer zu hohen anodischen Stromdichte kann es zu Passivierung kommen.

## 8. Glanzbildner

Glanz entsteht durch glatte Oberflächen.

Durch Nachpolieren kann die Korrosionsbeständigkeit des Überzuges leiden, deshalb versucht man gleich, glatte und damit glänzende Überzüge zu erzielen. Hierzu werden dem Bad sogenannte Glanzbildner hinzugefügt.

Glanzbildner lassen den Metallniederschlag an mikroskopischen Vertiefungen schneller wachsen als an Erhebungen und beeinflussen die Wachstumsrichtung. Meist werden hierzu organische Substanzen verwendet.

Die Wirkungsweise ist nicht eindeutig geklärt (evtl. setzen sich die Inhibitoren an den rausragenden Stellen des Kristallgitters fest).

Die Glanzbildner werden zum Teil in den Niederschlag miteingebaut oder an der Elektrode zerstört.

Glanzzusätze wirken meist badspezifisch.

## **5. Die verschiedenen technischen Prozesse der Oberflächenbehandlung**

### Vorbehandlungsprozesse:

Für festhaftende Überzüge muß die Oberfläche des zu vergütenden Werkstoffs sauber, fettfrei und glatt sein.

Um dies zu erreichen, verwendet man folgende Methoden:

#### # Mechanische Vorbehandlung

Durch Schleifen, Polieren oder Sandstrahlen des Werkstoffs

#### # Beizen

Hierbei unterscheidet man chemisches Beizen und elektrolytisches Beizen

#### Chemisches Beizen:

Der Werkstoff wird in Säuren oder Laugen getaucht.

Als Säuren verwendet man Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Salpetersäure.

Als Laugen benutzt man Natronlauge oder Kalilauge.

Elektrolytisches Beizen:

Als Elektrolyt dient eine Säure.

Der Werkstoff wird anodisch oder kathodisch geschaltet und die Reinigung erfolgt über die Gasentwicklung an den Elektroden.

# Entfetten:

Der Werkstoff wird entweder mit organischen Lösungsmitteln wie Trichlorethylen, Benzin ö.ä. durch Eintauchen in die entsprechende Substanz gereinigt oder man entfettet den Werkstoff auf elektolytischem Wege.

Hierbei dient eine Lauge als Elektrolyt und der Werkstoff wird anodisch oder kathodisch geschaltet.

# Polieren

### Oberflächenveredlung

In der Technik werden elektrolytische Metallabscheidungen hauptsächlich aus den Metallen Nickel, Zink, Kupfer, Chrom, Zinn und Silber erzeugt.

Daneben gibt es einige Mischüberzüge wie Zink/Blei, Zink/Nickel oder Nickel/Eisen-Legierungen.

Die wichtigsten galvanisch abgeschiedenen Metalle sind (geschätzte Anteile beschichteter Fläche):

Zink	25%
Ni	20%
Cr	15%
Cu	15%

andere Metalle (inklusive Edelmetalle) 25%

### Nachbehandlung

Die Nachbehandlung erfolgt durch:

- # Trocknen
- # Glänzen
- # Färben
- # Passivieren

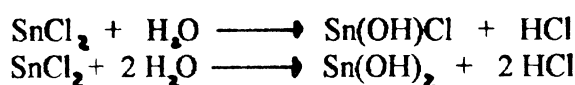
## **6. Galvanisieren von Kunststoffen**

Um Kunststoffe galvanisieren zu können, muß die Kunststoffoberfläche zuvor mit einer leitenden Schicht versehen werden, um den Kunststoff wie oben beschrieben galvanisieren zu können. Im folgenden wird ein möglicher Weg beschrieben.

Zuerst wird die Oberfläche des Kunststoffs mit einer Zinnhydroxid-, bzw. Zinnhydroxychloridschicht versehen, die die Oberfläche aktiviert.

Der Kunststoff wird hierzu in die sogenannte Aktivierungslösung gelegt und anschließend mit destilliertem Wasser gespült.

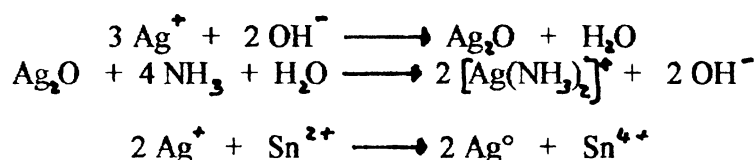
Folgende Reaktionsvorgänge laufen hierbei ab:



Das so gebildete Zinnhydroxid und das Zinnhydroxychlorid sind gelartig und haften relativ fest an der Kunststoffoberfläche.

Bringt man einen so behandelten Kunststoff in eine Silberionen enthaltende Lösung, werden diese durch die  $\text{Sn}^{2+}$ -Ionen aus der Aktivierungsschicht zu elementarem Silber reduziert, welches adsorptiv durch die Aktivierungsschicht gebunden wird.

Reaktionsvorgänge:



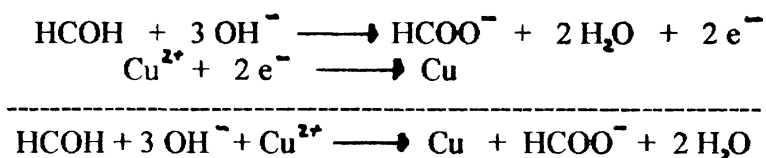
An der Kunststoffoberfläche befinden sich jetzt also Silberkeime, die die dann folgende reduktive Verkupferung des Kunststoffes katalysieren.

Der Kunststoff kommt hierzu in eine Verkupferungslösung, die  $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen und Formaldehyd enthält.

Die Kupferionen werden durch das Formaldehyd zu elementarem Kupfer reduziert, welches sich durch die Silberkeime kontrolliert auf der Oberfläche des Kunststoffes abscheidet.

Ist die katalytische Wirksamkeit durch die vollständige Belegung mit dem abgeschiedenen Metall erschöpft, kann das Metall selbst die katalytische Funktion übernehmen.

Reaktionsvorgänge:



Ein so behandelter Kunststoff kann wie gewöhnliche metallische Gegenstände galvanisiert werden.

Anwendungsbeispiele:

Anwendungsbereiche für galvanisierte Kunststoffe finden sich z.B. in der Automobilindustrie, wo sie hauptsächlich der Gewichtsersparnis dienen.

Die Kunststoffe werden hier als Kühlergrille, Radkappen, Türgriffe, Außenspiegel, u.ä. verwendet.

## 7. Versuche zur Galvanostegie:

Im folgenden werden einige Informationen zu den unterschiedlichen Überzugsmetallen gegeben und ihre Einsatzgebiete aufgezeigt.

Die genauen Versuchsvorschriften befinden sich am Ende dieses Protokolls.

### Galvanisches Verkupfern:

Kupfer ist neben der galvanischen Abscheidung von Gold das älteste galvanotechnische Verfahren.

Kupfer ist duktil, leicht polierbar und weich. Es leitet Strom und Wärme gut.

Kupfer wird bevorzugt aus alkalisch/cyanalkischen oder aus schwefelsauren Elektrolyten abgeschieden.

### Anwendungsgebiete:

Kupfer wird in der Automobil-, Haushalts- und Elektroindustrie als Überzug eingesetzt. Es dient hier meist nur als unterste Schicht vor allem bei Beschichtungen von Zinkdruckguß und Stahl. Meist wird dann noch ein weiterer Überzug aus Nickel und Chrom erzeugt.

Als metallische Endsicht verwendet man Kupfer bei Kunstgegenständen und in der Galvanoplastik.

### Galvanische Verzinkung

Zink gehört zu den am häufigsten galvanisch abgeschiedenen Metallen.

Es ist relativ preiswert und bietet einen guten Korrosionsschutz, vor allem auf Stahl und Eisen (kathodischer Schutz).

Der Korrosionsschutz wird meist noch durch zusätzliche Chromatierung und/oder Versiegelung verbessert.

Praktisch wird Zink aus verschiedenen Badtypen abgeschieden, nämlich aus:

- Alkalisch cyanidischen Elektrolyten
- Alkalisch cyanidfreien Elektrolyten
- Sauer ammoniumhaltigen Elektrolyten
- Sauer ammoniumfreien Elektrolyten

### Anwendungsgebiete:

Beschlagteile im Automobil-, Zweirad-, Maschinen- und Elektromaschinenbau, Gebrauchsartikel im Haushalt, Camping und Sport, Einkaufswagen, Schrauben, etc.

## Galvanische Vernickelung

Nickel gehört zu den wichtigsten galvanisch abgeschiedenen Metallen, da die Überzüge sehr gute dekorative und funktionelle Eigenschaften haben:  
Sie sind glatt, glänzend, fest und widerstandsfähig.

Die Elektrolytbäder sind schwach sauer (Bor-, Essig-, oder Zitronensäure), da sich in alkalischen Bädern an der Kathode Nickelhydroxid als dunkler Niederschlag bilden würde.

Anwendungsbereiche:

Nickel wird meist für dekorative, teure Gegenstände (Motor- und Fahrräder, Möbel u.a.) verwendet.

Je nach Dicke des Überzuges und nach der Korrosionsbeständigkeit teilt man die Vernickelung in vier Beanspruchungsstufen ein:

### Beanspruchungsstufe 0 (5 $\mu\text{m}$ Schichtdicke)

Möbelbeschläge, Schrauben, verdeckte Bauelemente

### Beanspruchungsstufe 1 (10 $\mu\text{m}$ Schichtdicke)

Sichtbare Möbelbeschläge, Bauteile in elektrischen Geräten

### Beanspruchungsstufe 2 (20 $\mu\text{m}$ Schichtdicke)

Sport-, Freizeit- und Küchengeräte, Badezimmersausstattungen, Bauteile elektrischer Geräte in feuchter Atmosphäre

### Beanspruchungsstufe 3 (30 $\mu\text{m}$ Schichtdicke)

Fahrräder, Rasenmäher, Skibindungen, Kfz-Zubehör (z.B. Dachgepäckträger), Bauteile elektrischer Anlagen mit Außenbeanspruchung, Bau- und Landmaschinenteile

### Beanspruchungsstufe 4 (50 $\mu\text{m}$ Schichtdicke)

Motorrad-, PKW- und LKW-Teile, Wehrtechnik, Schiffbau, Elektrotechnik, Außenbeanspruchung in Meeresatmosphäre

## **II. Galvanoplastik**

Unter Galvanoplastik versteht man die Abbildung von Gegenständen auf galvanischem Wege.

Sie dient der Herstellung oder Reproduktion von Artikeln durch elektrolytische Metallabscheidung.

Als Erfinder der Galvanoplastik gilt Moritz Hermann Jakobi (1801-1874), der 1838 die erste galvanoplastische Nachbildung einer Medaille in Petersburg herstellte.

Zur Herstellung einer Galvanoplastik muß man zunächst eine Kopie der herzustellenden Form erzeugen. Diese wird dann durch entsprechende Verfahren leitend gemacht und kann anschließend wie gewöhnliche Metalle galvanisiert werden.

Im Unterschied zur Galvanostegie, wo die Überzüge dünn und festhaftend sind, kann man bei der Galvanoplastik den Überzug leicht wieder von der Form abziehen, weswegen der Überzug eine gewisse Dicke aufweisen muß.

So erhaltene Überzüge werden dann meist mit Metall hintergossen und man erhält so eine genaue Abbildung des Originals.

Die Anwendungsgebiete der Galvanoplastik bestehen in der Herstellung von Preßmatrizen (Schallplatten), im Kopieren von Kunstgegenständen oder im Kopieren von Münzen.

### III. Versuchsvorschriften

#### 1. Galvanisches Verkupfern

##### Geräte:

Gleichspannungsquelle

2 Demonstrationsvielfachinstrumente

7 Verbindungsschnüre

Thermometer

Kupferblech (ca. 3 x 10 cm)

Gleitwiderstand (33 Ohm)

2 Krokodilklemmen

Magnetrührer mit Rührfisch

Messingblech (ca. 3 x 10 cm)

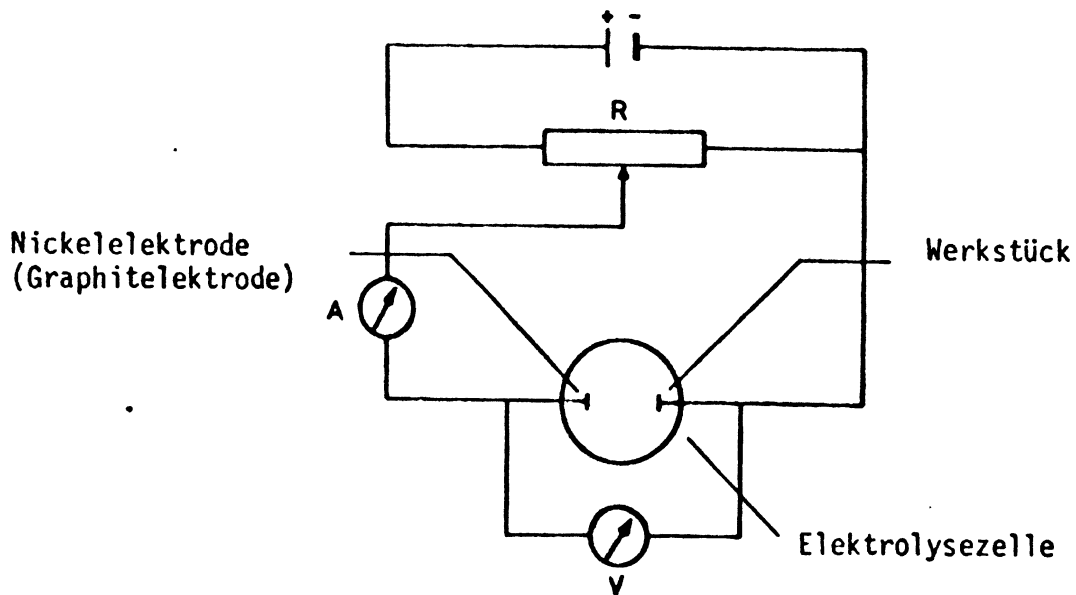
400 ml Becherglas (weite Form)

##### Chemikalien:

125 g Kupfersulfat,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

25 g Schwefelsäure,  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = 95-97\%$

##### Versuchsaufbau:



##### Herstellung des Kupferbades:

Man löst zunächst das Kupfersulfat in 500 ml Wasser auf. Dann fügt man vorsichtig unter Rühren die Schwefelsäure hinzu.

##### Versuchsbeschreibung:

Man füllt etwa 200 - 300 ml des auf ca. 40 °C erwärmten Kupferbades in ein Becherglas.

Das Messingblech wird als Kathode, das Kupferblech als Anode geschaltet.

Die Elektroden müssen sauber und fettfrei sein. (Mit Scheuerpulver reinigen und mit Aceton entfetten).

Die Stromstärke muß so reguliert werden, daß sich gerade keine Bläschen mehr an der Kathode bilden.

Die Elektrolysierdauer beträgt etwa 15 Minuten, wobei das Messingblech ab und zu gedreht werden sollte, um einen gleichmäßigen Überzug zu gewährleisten.

Das Messingblech überzieht sich während des Versuches mit einer lachsroten Kupferschicht, die bei Bedarf noch poliert werden kann.

Das Galvanisierbad kann für weitere Versuche verwendet werden.

## 2. Galvanisches Verzinken

### Geräte:

siehe Versuch 1

Als Elektroden werden ein Eisenblech und ein Zinkblech verwendet.

### Chemikalien:

150 g Zinksulfat,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

15 g Natriumsulfat,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$

20 g Aluminiumsulfat,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$

10 g Borsäure,  $\text{H}_3\text{BO}_3$

### Versuchsaufbau:

siehe Versuch 1

### Herstellung des Bades:

Man löst Zinksulfat, Natriumsulfat, Aluminiumsulfat und Borsäure in 500 ml Wasser auf.

### Versuchsbeschreibung:

Man geht wie in Versuch 1 vor.

Die Galvanisierung läuft hierbei jedoch bei Raumtemperatur ab.

## 3. Galvanisches Vernickeln:

### Geräte:

siehe Versuch 1.

Als Elektroden werden ein Nickelblech und ein Messingblech verwendet.

### Chemikalien:

112 g  $\text{NiSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

18 g  $\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$

14,8 g  $\text{H}_3\text{BO}_3$

0,2 g Natriumlaurylsulfat

### Versuchsaufbau:

siehe Versuch 1.

### Herstellung des Bades:

Man erwärmt 400 ml Wasser auf 50 °C und löst nacheinander Nickelsulfat, Nickelchlorid, Borsäure, Natriumlaurylsulfat auf.

Die nächste Chemikalie wird immer erst zugegeben, wenn die erste vollständig aufgelöst ist.

### Versuchsbeschreibung:

siehe Versuch 1.

Die Galvanisierung findet bei einer Temperatur von 30-40 °C statt

## 4. Galvanisches Glanzvernickeln

Der Versuch ist nahezu identisch mit Versuch 3.

Der Unterschied besteht in der Zusammensetzung des Bades.

Beim Glanzvernickeln wird dem Nickelbad als letzte Chemikalie noch 0,2 g 2-Butin-1.4-diol als Glanzbildner zugesetzt.

## 5. Reduktive Verkupferung von Kunststoffen

### Geräte:

Tischtennisball                      3 Bechergläser  
Meßzylinder

### Chemikalien:

Für die Aktivierungslösung:

23 g Zinn (II)-chlorid,  $\text{SnCl}_2$   
23 ml Salzsäure,  $w(\text{HCl}) = \text{ca. } 25 \%$   
2-3 Zinnperlen

Für die Bekeimungslösung:

1 g Silbernitrat,  $\text{AgNO}_3$   
Ammoniaklösung,  $w(\text{NH}_3) = \text{ca. } 25 \%$

Für die reduktive Verkupferungslösung:

Lösung 1:    170 g Kalium-natrium-tartrat,  $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot x 4 \text{H}_2\text{O}$   
              50 g Natriumhydroxid-Plätzchen,  $\text{NaOH}$   
              35 g Kupfersulfat,  $\text{CuSO}_4 \cdot x 5 \text{H}_2\text{O}$   
              30 g Natriumcarbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
              20 ml Titriplex(III)-Lösung,  $c = 0,1 \text{ mol/l}$

Lösung 2:    Formaldehyd-Lösung,  $w(\text{H}_2\text{CO}) = \text{ca. } 37 \%$

### Herstellung der Lösungen:

Aktivierungslösung:

Das Zinn(II)-chlorid wird in der Salzsäure und in 26 ml destilliertem Wasser gelöst. Diese Lösung wird zum Sieden erhitzt und mit Wasser auf 500 ml aufgefüllt. Man gibt die Zinnperlen in die Lösung, um eine Oxidation von Zinn(II)- zu Zinn(IV)-Ionen zu verhindern.

Bekeimungslösung:

Das Silbernitrat wird zunächst in 10 ml Wasser gelöst. Dann gibt man unter Rühren die Ammoniaklösung zu bis sich der gebildete Niederschlag von Silberhydroxid unter Komplexbildung wieder aufgelöst hat. Dann füllt man mit Wasser auf 100 ml auf. Die Lösung kann nur für kurze Zeit in einer braunen Flasche aufbewahrt werden, da sich sonst explosives Silberazid bildet.

Reduktive Verkupferungslösung 1:

Die angegebenen Chemikalien werden in der angegebenen Reihenfolge in 1 l Wasser gelöst.

### Versuchsbeschreibung:

Der Tischtennisball wird mit Scheuerpulver entfettet und aufgeraut.

Er wird dann für ca. 5 Minuten in die Aktivierungslösung gebracht und anschließend gründlich mit Wasser gespült.

Danach wird er unter Bewegung für einige Sekunden in die Bekeimungslösung getaucht und wieder gründlich gespült.

Der Tischtennisball wird dann für 5-10 Minuten in die reduktive Verkupferungslösung getaucht, die man erst unmittelbar vor Gebrauch aus einer Mischung der Lösungen 1 und 2 im Verhältnis 5:1 hergestellt hat.

Nach erneuter Spülung kann der so behandelte Kunststoff wie in Versuch 1 galvanisiert werden.

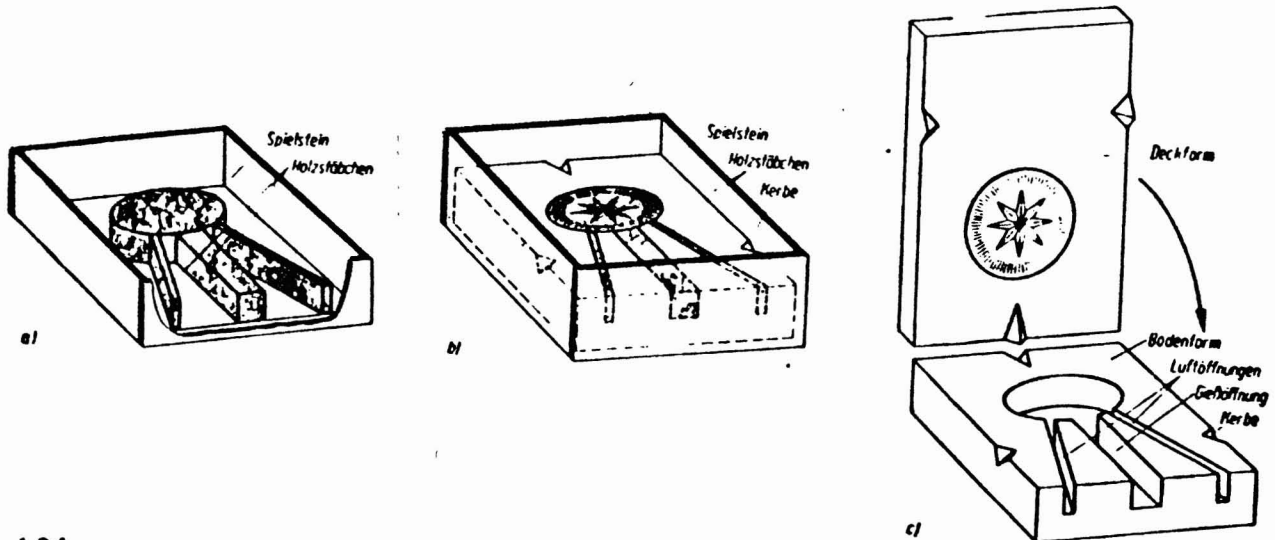
## 6. Herstellung einer Galvanoplastik

### 1. Abformen des Originals

#### Materialien:

Holzfigur	Holzstäbchen
Plastikkästchen	Öl
Feiner Gips	Messer

#### Versuchsskizze:



#### Durchführung:

Das Plastikkästchen, die Holzfigur und die Holzstäbchen müssen sehr gut eingefettet werden. Dann postiert man Holzfigur und Holzstäbchen wie in Abbildung 1a in das Plastikkästchen. Der Gips wird so angerührt, daß er gerade noch fließfähig ist und wird dann in das Kästchen gegossen (Kästchen nur bis zur Hälfte mit Gips füllen).

Nach dem Erhärten des Gipses stülpt man die Form um und schneidet vorsichtig drei Kerben in den Rand der Form, damit sich die Deckform später nicht verschieben kann (Abb. 1b).

Das Plastikkästchen wird erneut mit Öl eingefettet und die Form mit der Figur nach oben hineingelegt. Die Oberseite der Form muß nun ebenfalls sehr gut eingefettet werden.

Man gießt dann erneut Gips in das Kästchen.

Wenn die Deckform getrocknet ist, kann sie von der Bodenform gelöst werden und der Spielstein sowie die Holzstäbchen entfernt werden.



#### **IV. Literaturverzeichnis**

1. Kortüm: Lehrbuch der Elektrochemie, Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstraße 1970
2. Glöckner, Jansen: Handbuch der experimentellen Chemie, Band 6: Elektrochemie, Aulis Verlag
3. Lueger: Lexikon der Technik, Band 8, Deutsche Verlagsanstalt GmbH, Stuttgart 1967
4. Winnacker-Küchler: Chemische Technologie, Band 4: Metalle, Hanser Verlag, München 1986
5. Zeitschrift: Chemie in unserer Zeit, 15. Jahrgang 1981, Nr.6, Verlag Chemie GmbH, Weinheim 1981
6. Zeitschrift: Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 23. Jahrgang 1974, Heft 8
7. Gerstner: Skriptum zum anorganisch-chemischen Praktikum für Lehramtskandidaten, Marburg 1989
8. Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Urban und Schwarzenberg 1952
9. BASF Spezialchemikalien, Spezialchemikalien für die Galvanotechnik