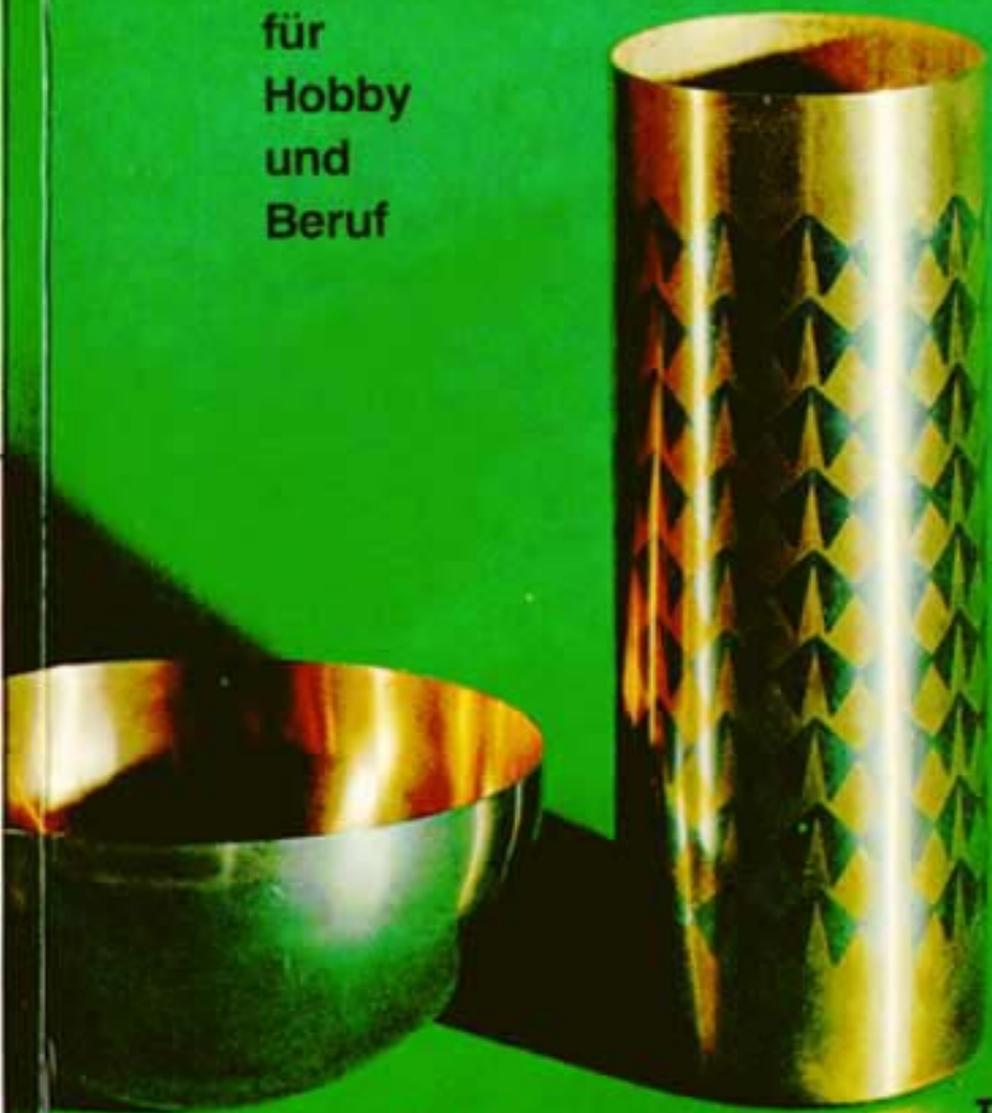


Galvanisieren

für
Hobby
und
Beruf



Heinz Göhs



Umgang mit Chemikalien

Viele Chemikalien sind giftig und in geringsten Mengen schon gesundheitsschädlich, besonders weil sie in sehr reiner Form und hochkonzentriert eingesetzt werden.

Sie müssen, wie auch die Bäder, stets unter Verschuß gehalten werden: vor dem Zugriff Unberechtigter, besonders von Kindern.

Entleeren nur in den vorgesehenen Abfallbehälter, nie in das Abwasser, der Lieferant nimmt gebrauchte Bäder zurück!

Folgende Regeln sollte jeder strengstens befolgen:

- 1 Nie essen, trinken oder rauchen beim Galvanisieren und Färben.
- 2 Behälter für Chemikalien eindeutig und sofort kennzeichnen.
- 3 Gummihandschuhe und Schutzbrille beim Umfüllen von Säuren und Laugen anlegen und Überbehälter verwenden.
- 4 Cyanidische (baische) Bäder und Lösungen streng getrennt von sauren aufbewahren und sammeln, es besteht die Gefahr, daß sich sehr giftige Säuren und Dämpfe bilden.
- 5 Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!
- 6 Auf starke Wärmeentwicklung gefaßt sein, wenn Chemikalien gelöst oder Lösungen zusammengeschüttet werden.
- 7 Chemikalien und Bäder stets unter Verschuß halten.
- 8 Stets fließendes Wasser oder einen halben Eimer voll Wasser griffbereit haben – nie mit Wasser sparen!
- 9 Wird die Arbeit unterbrochen oder beendet, alle Geräte und Behälter sorgfältig unter fließendem Wasser reinigen. Besonders die Hände gründlich mit Seife waschen.
- 10 Kommt durch Unachtsamkeit der Körper oder die Kleidung in Berührung mit Chemikalien, so sind sie intensiv mit Wasser zu spülen und zu waschen. Tritt Übelkeit auf, sofort den Arzt aufsuchen und ihn auf die Chemikalien hinweisen.

Wer sich an diese Regeln hält, dem gehen sie in Fleisch und Blut über, er kann ohne Bedenken mit den üblichen Bädern und Chemikalien umgehen und braucht keine Unfälle zu befürchten.

ISBN 3-7724-0315-8 · Best.-Nr. 658

© 1978 · 2. Auflage 1981
Frech-Verlag GmbH + Co. Druck KG Stuttgart

Druck: Frech, Stuttgart

Der Verfasser nennt auf Anfrage Bezugsquellen für Geräte und Chemikalien.
Adresse: Ingenieurbüro Heinz Göhs, Talblick 25, 7271 Nagold 1, Tel. 0 74 52/29 35

Heinz Göhs

Galvanisieren

für
Hobby
und
Beruf



TOPP
Frech-Verlag
Stuttgart





Gebrauchs- und Ziergegenstände aus edlen Metallen zu besitzen, war von jeher ein Menschheitstraum. Wer möchte nicht mit goldenen Löffeln essen und aus silbernen Bechern trinken? Wer möchte nicht das gefundene Glückskleeblatt, die Tanzstundenrose oder die ersten Babyschuhe im vergoldeten Zustand aufbewahren?

Sie können sich diesen Traum erfüllen! Die Galvanotechnik macht es auch dem Laien möglich.

Dieses Büchlein soll ein Wegweiser sein und dem Praktiker als Handbuch dienen, wenn er solche Arbeiten durchführen will. Es soll dem Wunsch der Berufs- und Fachschulen entgegenkommen, gut fundiertes, praxisbezogenes Wissen anzubieten. Besonders werden Gold- und Silberschmiede, sowie Poliseusen, die in der Praxis mit Galvanisieren zu tun haben, die vielen Anregungen dieser Veröffentlichung begrüßen.

Völlig verzichtet wird auf eine wissenschaftliche Abhandlung sowie auf Formelableitungen. Rezepturen und Arbeitsanleitungen genügen, um in der Praxis zu einem vollen Erfolg zu kommen.

Dieses Büchlein soll hinführen zu einem neuen Hobby, das nicht teurer ist als andere. Dieses Hobby schafft jedoch bleibende Werte und macht sich dadurch selbst bezahlt.

Für viele praktische Hinweise habe ich Herrn Galvaniseurmeister Kurt Jenter herzlich zu danken.

Der Verfasser



Einführung

Geschichtliches über die Galvanisierung

Reibt man Körper, die aus Glas, Hartgummi oder Sieglack gefertigt sind, so erhalten diese die Fähigkeit, andere Körper, wie Papierschnitzel oder frei aufgehängte Holunderkugeln anziehen.

Diese Beobachtung führte zu dem klassischen Versuch über die elektrischen Ladungen durch Reibungselektrizität. Harz- und Glasstange, die gerieben wurden, stoßen ab und ziehen an, wenn ein Holunderkugeln an einem seidenen Faden frei aufgehängt wird. Aus diesen Versuchen folgerte man, daß es zweierlei Elektrizitätsladungen gibt.

Im Jahre 1805 verwendete Brugnatelli ein galvanisches Element, nämlich eine Zink- und eine Kupferplatte, die er in verdünnte Salzsäure tauchte. So war es möglich, den Ladungsaustausch immer in eine Richtung laufen zu lassen.

Hängt man nun in eine stromleitende Flüssigkeit eine Kupfermedaille und ein Stückchen Gold und schließt den Kreislauf, so wandert das Gold in Ionenform zu der Medaille, wo es sich metallisch niederschlägt.

Heute verwendet man moderne Dynamomaschinen oder Gleichrichter als Stromversorgung, die direkt vom Netz gespeist werden.

Es sei hier noch erwähnt, daß neben den stromleitenden Stoffen, zu denen alle Metalle, Säuren, Basen und Salzlösungen zählen, die Nichtleiter, wie Porzellan, Glas und Kunststoffe in der Galvanotechnik eine wichtige Rolle spielen. Die Leiter haben die Funktion der Stromleitung, die Nichtleiter die der Isolatoren zu erfüllen.

Der gewaltige Aufschwung der Galvanotechnik bescherte uns stabile und unempfindliche Bäder, auch Elektrolyte genannt und brachte uns nahezu problemlose Stromversorgungsquellen.

Was versteht man unter Galvanisieren?

Galvanisieren ist das Aufbringen einer metallischen festhaftenden Schicht auf eine stromleitende Oberfläche. Dies geschieht in einem Bad, dem Elektrolyt, das von einem Gleichstrom durchflossen wird. Neuzeitliche Bäder bestehen aus Lösungen des Salzes der niederzuschlagenden Metalle. Der in das Bad eingehängte Gegenstand bildet die Katode (Minuspol), die ebenfalls in das Bad eingehängte Anode (Pluspol) besteht entweder aus dem zu übertragenden Werkstoff (lösliche Anode) oder aus einem unlöslichen Metall (Daueranode). Früher wurden galvanische Elemente als Stromquelle verwendet, die nach dem italienischen Entdecker und Arzt Luigi Galvani (1737–1798) benannt wurden. Von hier hat sich auch der Verfahrensname abgeleitet.

Was kann man alles galvanisieren?

Alle stromleitenden, also metallisch reinen Oberflächen können galvanisiert werden. Oxide sind Nichtleiter; die zum Galvanisieren vorgesehenen Gegenstände bedürfen daher einer besonderen Vorbehandlung, die entoxidierend wirkt. Teile aus nichtleitenden Stoffen erhalten eine leitende Oberfläche. Das Verfahren dieser Vorbehandlung ist unter Leitendmachen von Nichtleitern ausführlich beschrieben.

Welche Überzüge können aufgalvanisiert werden?

Nahezu alle Metalle lassen sich galvanisch abscheiden, bei Legierungsabscheidungen kommt es oft zu Schwierigkeiten. Hier soll vor allem die Abscheidung von Edelmetallen behandelt werden, die sich im allgemeinen gut festhaftend auf fast allen leitenden Oberflächen aufbringen lassen.

Die abzuscheidenden Edelmetalle sind entweder völlig im Elektrolyten gelöst, wie bei Gold und Rhodium oder sie sind nur teilweise gelöst, wie bei Nickel und Silber. Im ersten Fall werden unlösliche im zweiten Fall lösliche Anoden eingesetzt.

Die sich bildenden Metallionen wandern unter Stromdruck von der Anode zur Katode und schlagen sich dort als metallische Schicht nieder.



Um nichtleitende Gegenstände galvanisieren zu können, müssen sie entsprechend vorbehandelt werden. Um zu einem guten Ergebnis zu kommen, muß je nach Werkstoff ein größerer oder kleinerer Aufwand getrieben werden.

Leicht ist es, die ersten ausgefallenen Zähne eines Babys zu vergolden, bei der Tanzstundenrose oder dem gefundenen Glückskleeblatt ist dies nicht so einfach. Grundsätzlich müssen botanische und zoologische Präparate erst entwässert werden. Dies kann entweder im Sandbad oder chemisch mittels Alkohol oder Formaldehyd geschehen.

Das Abscheiden von Metallen auf Nichtleitern

Dieses Thema würde ein Buch füllen, so soll der Vorgang hier nur kurz dargestellt werden. Auf Nichtleitern sind Tauch-, Kontakt- und Reduktionsabscheidungen möglich. Ein mögliches Arbeitsverfahren wird im Tabellenteil beschrieben. Mit der Entwicklung der Elektronik wurden Reduktionsverfahren gefunden, die es ermöglichen, Kupfer, Nickel, Silber und Gold reduktiv abzuscheiden. Das zugesetzte Reduktionsmittel reagiert mit der Lösung in der Weise, daß es Elektronen freisetzt. Diese freien Elektronen dienen zur Reduktion der Metallionen, die sich als Metall auf den aktivierten Nichtleiter niederschlagen. Diese hauchdünnen metallischen Schichten müssen dann vorsichtig verstärkt werden. Dies geschieht meist mit einem Silberbad.

Das Leitendmachen mit dem Reduktionsverfahren

Für kleinere Serien und für Fortgeschrittene lohnt sich die Anschaffung eines Laborpaketes, das alle nötigen Chemikalien nebst einer ausführlichen Gebrauchsanweisung enthält. In Tabelle 2 ist ein derartiges Verfahren dargestellt. Alle Reduktionsverfahren ähneln sich sehr und können von Laien mit einigem Geschick durchgeführt werden.

Das Leitendmachen von Nichtleitern

Reduktionsverfahren sind erst bei einer Serienfertigung lohnend. Für Einzelteile genügt oft ein einfacheres Verfahren. Dies ist zwar nicht so exakt, genügt aber meistens den Anforderungen.

Auf sauberer trockener Oberfläche wird mittels feinem Pinsel ein Silberleitlack aufgetragen oder mit einer Sprühdose aufgebracht. An einer verdeckten Stelle wird die Lackschicht mit einem Kupferdraht leitend verbunden. In ein Silberbad eingebracht kann die Schicht bei sehr kleinem Stromfluß verstärkt werden.

Die galvanische Abscheidung

Gute galvanische Niederschläge erhält man, wenn die nachfolgenden drei Funktionen zusammenwirken: die Stromquelle, die Ausstattung der Anlage und die Elektrolyten.

Die Stromquelle oder Stromversorgungseinheit

Batterien sind die einfachste Stromquelle, die den nötigen Gleichstrom liefern können, aber auch die umständlichste und teuerste. Sie sollten nur für Versuche eingesetzt werden. Das Fahrpult einer Gleichstrom-Modell-Eisenbahn oder einer Rennbahn leistet schon gute Dienste, leider kann man es meist nur mit einer geringen Leistung belasten. Mit einem Meßinstrument kann die entsprechende Gleichstromspannung eingestellt und alle galvanischen Prozesse, soweit die Leistung reicht, durchgeführt werden.



Behälter für die Bäder

Für die Bäder haben sich die Bechergläser aus Jenaer Glas gut bewährt. Sie sind leicht zu reinigen, handlich und preiswert. In ihnen können die Bäder auch erwärmt werden, ohne einen Spannungsbruch befürchten zu müssen.

Stromversorgung

Mit diesem Präzisions-Galvano-Gleichrichter 10 Volt/10 Ampere lassen sich alle galvanischen Vorgänge ohne Schwierigkeiten durchführen. Er reicht für ein Badvolumen bis zu 10 Litern, so daß auch große Teile galvanisiert werden können.

Auch die im Fachhandel angebotenen Klein-Galvanikanlagen lassen sich damit betreiben.

Eine preiswertere Lösung ist der Einsatz eines Batterieladegerätes, wie es für Autofahrer angeboten wird. Hier kann je nach Bedarf bis 15 Ampere ausgeweitet werden. In der Datentabelle ist die benötigte Stromstärke für die einzelnen Galvanisiervorgänge aufgezeichnet.

In der Praxis werden Gleichrichter eingesetzt, die folgende Daten aufweisen: Wechselstromversorgung primärseitig 220 Volt über einen Ringkernregler; sekundärseitig läßt sich die Spannung von 0 bis 10 Volt stufenlos einstellen. Die Leistung liegt bei 10 Ampere und die Restwelligkeit bei 48%. Aus Sicherheitsgründen muß der Transformator galvanische Trennung haben.

Als Anhang ist ein Schaltbild für den Bau eines derartigen Gleichrichters aufgenommen. Die Preise für die Bauelemente sind für jeden Bastler erschwinglich.





Die Anlage und ihre Ausstattung

Sehr preiswert richtet man sich die Anlage und das nötige Zubehör selbst her. Sehr bewährt haben sich die Bechergläser der Firma Schott, die leicht sauber zu halten sind, tropfenfrei umgeleert und mit allen Bädern gefüllt werden können. Besonders ist ihre Wärmeunempfindlichkeit hervorzuheben. Diese Bechergläser gibt es in den verschiedensten Größen, so daß man sie dem Bedarf anpassen kann.

Anoden lassen sich leicht am Rand einhängen und mit nicht zu schwach gewählten Kabeln mit Abstreifklemmen kontaktieren. Will man dickere Schichten auftragen, so legt man über das Becherglas einen Glasstab, über dem die Warenaufhängung liegt und die ebenfalls mittels einer Klemme mit dem Minuspol des Gleichrichters verbunden ist.

Preiswert und technisch gut sind auch Aquariengläser, die jedoch wärmeempfindlich sind. Sie lassen aber zu, den Anoden-Waren-Abstand individuell zu gestalten. Damit kann man eventuell höhere Spannungen etwas ausgleichen. Es gibt Gleichrichter, die sehr preiswert sind, weil sie nur Gleichspannungsabgriffe für 1, 2, 4, 6 und 10 Volt haben. Selbstverständlich können auch solche Gleichrichter Verwendung finden. Wenn nun eine Spannung von 0,8 Volt verlangt wird, z. B. beim Silberbad, vergrößert man einfach den Anodenabstand auf über 5 cm und kann so mit einer etwas größeren Spannung die gleichen oder sogar bessere Ergebnisse erzielen.

Besonders großen Wert soll man auf ordentliche Verbindungen mit einem möglichst geringen Spannungsabfall legen. Also nicht zu schwache Verbindungskabel und nicht zu dünne Kupferdrähte für die Warenaufhängung benutzen.

Zur Ausstattung gehört natürlich, zumindest nach dem Probierstadium, ein Kunststofftrichter zum Umfüllen und Filtern, ein Thermometer und verschiedene pH-Papiere, 2 Kunststoff-Kanister um getrennt saure und basische Abfallflüssigkeiten abzufüllen um sie der Lieferfirma zurückzugeben.

Die galvanischen Bäder oder Elektrolyten

Weitere Informationen Tabellen 3 und 6

Beim Umgang mit galvanischen Bädern achte man besonders auf peinlichste Sauberkeit. Staub, Rückstände auf der Oberfläche und Verschleppungen von anderen Bädern führen unweigerlich zu Fehlern beim Galvanisieren. Nur mit gut gespülten und wasserbenetzten Oberflächen in die Elektrolyten, dies ist die erste Voraussetzung für eine erfolgreiche Galvanisierung.

Die auf dem Markt befindlichen Elektrolyte für Kleingalvanisieranlagen sind so ausgelegt, daß sie nach kurzer Einweisung oder sorgfältigem Lesen der Gebrauchsanweisung von jedem angesetzt werden können. Das Gleiche gilt natürlich auch für Vorbehandlungsbäder. Es hat sich als nützlich erwiesen, Bäder, die nicht unmittelbar im Einsatz sind, entweder in Kautex-Flaschen abzufüllen oder die Bechergläser mit Folie abzudecken. In keinem Fall darf die unmittelbare Kennzeichnung vergessen werden, um Verwechslungen zu vermeiden.



Bäder und Chemikalien

sind in verschiedener Form im Handel: gebrauchsfertig, konzentriert oder in Pulverform. Gelöst oder verdünnt werden sie

mit destilliertem Wasser. Die Kautex-Flaschen eignen sich gut zu längerer, staubsicherer Aufbewahrung. Eine jahrelange Lagerung ändert nichts an der Einsatzfähigkeit der Edelmetallbäder.

In der Galvanotechnik sind Verwechslungen deshalb leicht möglich, weil viele Elektrolyten gleich aussehen. Werden saure und basische Elektrolyten zusammengebracht, kann es zu unkontrollierbaren Reaktionen kommen, besonders können gesundheitsschädliche Dämpfe entstehen.

Alle Bäder können mit destilliertem Wasser auf die vorgeschriebene Konzentration gebracht werden, ferner können Verdunstungsverluste mit destilliertem Wasser ausgeglichen werden.

Bei verschiedenen Bädern muß auf den pH-Wert geachtet werden, damit sie einwandfrei arbeiten. Dies ist aber leicht mit den auf dem Markt angebotenen pH-Streifen zu kontrollieren.

Die Technik der Metallabscheidung

Weitere Informationen Tabellen 1, 3, 4, 5

Ist die Anlage aufgestellt und die Voltzahl eingestellt, wird das zu galvanisierende, sauber vorgereinigte Werkstück in das Bad für elektrolytische Entfettung gegeben. Dieses Bad hat nicht die Aufgabe, das Werkstück zu reinigen, das ist ein Nebeneffekt, es soll die Oberfläche elektrisch für den nachfolgenden Galvanisierprozeß vorbereiten.

Nach jedem galvanischen Vorgang wird intensiv gespült, das kann die Dekapierung ersetzen. Die Werkstücke müssen vollständig mit Wasser benetzt sein und dürfen keine Wasserinseln aufweisen; nur so sind Galvanisierfehler zu vermeiden.

Wird die Ware ins Bad eingebracht, so ist nochmals ein prüfender Blick auf das Voltmeter zu werfen und wenn nötig die Spannung nachzuregulieren. Bad- oder Warenbewegung haben die Aufgabe, den Elektrolyten nicht partiell verarmen zu lassen und sich bildende Gasbläschen von der Ware zu lösen. Hier muß unter Umständen von Hand nachgeholfen werden.

Zwischen den Arbeitsgängen darf die Ware nicht antrocknen, sie sollte im Naßprozeß fertig galvanisiert werden.

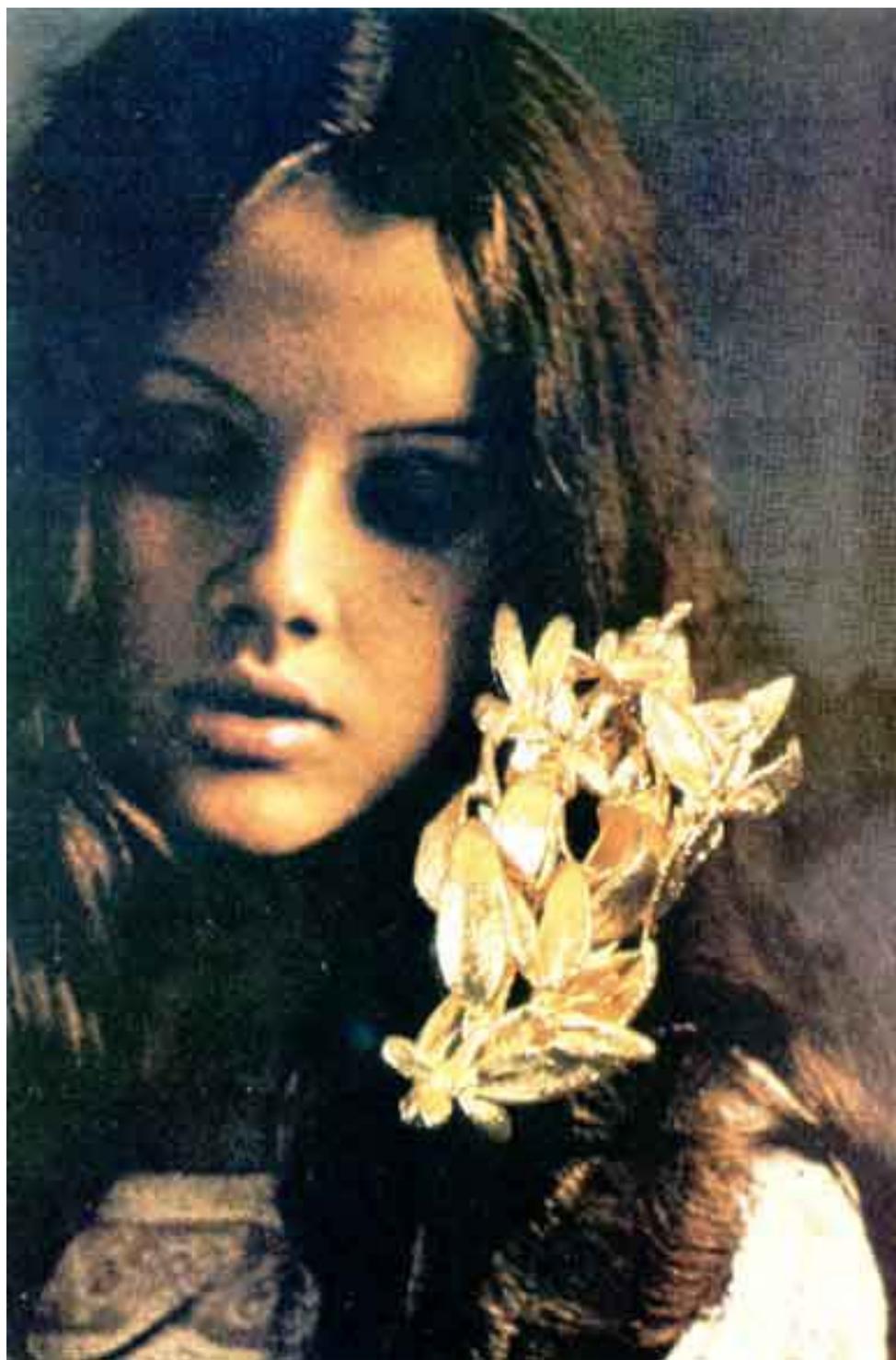
Baddaten und Schichtaufbau wird in den Tabellen ausführlich behandelt. Bei der Herausnahme der Werkstücke sollte man sie abtropfen lassen, besonders bei schöpfenden Teilen.

Die Vorbehandlung von Leitern

Weitere Informationen Tabelle 1

Unter Vorbehandlung versteht man alle Fertigungsschritte bis auf das abschließende Bad, dessen Niederschlag man erreichen will.

Für alle Waren gilt, daß sie zuerst von den auf ihrer Oberfläche haftenden Verunreinigungen und Oxiden befreit werden. Dies kann in einer Abkochentfettung und einer leichten Beize geschehen. Die Teile werden nach dieser Behandlung gut gespült und ins Wasser gelegt. Um die Teile vor dem Anlaufen zu schützen, gibt man dem Wasser etwas Weinstein oder Zitronensäure (5 g/l) zu.



Die elektrolytische Entfettung hat die Aufgabe, die Oberfläche elektrisch vorzubereiten, als Kontrolle dient die wasserbenetzte Oberfläche.

Chemische Behandlungsbäder, oft Dekapierbäder genannt, dienen heute mehr dem Neu-Neutralisieren von eventuellen Verschleppungen und Vorbereitung auf das nachfolgende Behandlungsbad. Früher verstand man darunter ein abbeizen und entzundern der Ware. Es kommen schwefelsaure oder cyanidische Lösungen von 3 bis 5% zum Einsatz, je nachdem, ob das nachfolgende Bad sauer oder basisch ist. Die Ware wird ungefähr 30 Sekunden in dieser Lösung geschwenkt. Bei intensiver Spülung kann dieser Vorgang entfallen. Hier sei noch der Begriff saure, neutrale und alkalische Reaktion erklärt. Durch Indikatoren oder pH-Papiere läßt sich die Wasserstoffkonzentration ermitteln, sie ist ein Maß für den pH-Wert.

Bei einem pH-Wert von 0,1 bis 6,9 ist die Lösung sauer,
bei einem pH-Wert von 7,0 ist die Lösung neutral,
bei einem pH-Wert von 7,1 bis 14 ist die Lösung alkalisch
(in diesem Fall spricht man auch von basischer Reaktion).

Der Aufbau des Niederschlages

Weitere Informationen Tabellen 1, 3, 4, 5

Je nach Art des Grundmetalls wird der galvanische Überzug aufgebaut. Alle Teile, die aus Blei, Zink, Zinn oder ihren Legierungen bestehen, werden zweckmäßigerweise in einem cyanidischen Kupfer- oder Silberelektrolyten vorbehandelt. Kupfer und seine Legierungen werden, zumal wenn nur dünne Gold- oder Silberschichten aufgebracht werden sollen, mit einer dünnen Nickelsperrschicht versehen, um ein Eindiffundieren der Metalle zu verhindern (Migration).

Edelmetallische Oberflächen oder Edelmetalle können nach sorgfältiger elektrolytischer Entfettung mit allen Metallen galvanisch beaufschlagt werden.

Auch das Problem der Direktvergoldung von Edelstahl und von Chrom-Kobaltlegierungen, wie sie in der Zahnprothetik eingesetzt werden, ist gelöst. Mit einer entsprechenden chemischen Vorbehandlung in einem Tauchbad können diese Werkstoffe direkt mit dem Spezialgoldplattierbad vergoldet werden, das eine hohe Haftfestigkeit aufweist. Die Tabelle 4 gibt Auskunft, wie man Schichten auf Grundmetalle aufbaut.

Die meisten Bäder haben glanzershaltenden Charakter, das Nickelbad hat einebnende Wirkung, fördert also die Glanzbildung.

Bei den Goldbädern unterscheidet man Farbgoldbäder oder Hartgoldbäder gegenüber den Plattierbädern. Während die ersteren zur Erzielung von dekorativen, vielfarbigen Niederschlägen eingesetzt werden, verwendet man Plattierbäder vor allem zur Erzielung von dickeren Schichten, wobei die Farbgebung sehr eingeschränkt ist. Sie unterscheiden sich natürlich auch im Goldgehalt und in ihren Bedienungsdaten, die aus der Tabelle zu entnehmen sind.

Viele Werkstoffe sind anfällig gegen Wasserstoffversprödung, daher ist es zweckmäßig, so kurz wie möglich elektrolytisch zu entfetten. Zeiten von 20 Sekunden sind meist ausreichend, bei komplizierten Teilen sollten Zeiten von 2 Minuten nicht überschritten werden.

Die Vorbehandlung von Nichtleitern

Weitere Informationen Tabelle 2

Alle Materialien, die den Strom nicht oder nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen leiten, sind Nichtleiter. Solche Teile müssen entsprechend vorbehandelt werden. Die so vorbereiteten Flächen bieten eine Verankerungsmöglichkeit für die aufzutragende stromleitende Schicht. Zoologische oder botanische Präparate müssen vorher sorgfältig getrocknet sein.

Zoologische Präparate

Derartige Präparate erhält man, indem man die Tiere in ein mit Wasser gefülltes Becherglas bringt, wo sie untertauchen können. Diesem Wasser gibt man 20 bis 100 ml/l Aceton-Chloroform zu. Die Wassertiere läßt man eine Stunde in dieser Lösung. Insekten können in einen Behälter, der mit Aceton-Chloroform getränkte Watte enthält, gebracht und ebenfalls nach einer Stunde entnommen werden. Nach dem Auswaschen in einer lauwarmen Soda-Lösung (100 g/l Salz), können die Präparate auf einer Holzplatte zum Trocknen fixiert werden. Nicht alle Präparate müssen gewaschen werden; bei Schalentieren sind die Weichteile vor dem Waschen zu entfernen.

Botanische Präparate

Glückskleeblätter und andere dünnwandige Präparate werden trocken gepreßt. Die Papierbögen, zwischen denen gepreßt wird, sollten viel Feuchtigkeit aufnehmen können. Kubische Teile werden im Sandbad getrocknet. Hat man keinen reinen Quarzsand, so wäscht man den vorhandenen Sand solange, bis sich das Wasser nicht mehr trübt. In einen Blechbehälter wird der getrocknete Sand so eingebracht, daß das Präparat bedeckt werden kann. Eine angeschnittene Spitztüte hat sich zum Einbetten gut bewährt. Aus ihrer angeschnittenen Spitze rieselt der feine Sand um das Präparat. Gut bewährt hat sich die Verstärkung mittels Kupferdraht, der gleichzeitig als Kontaktierung verwendet wird. Der Draht wird in dicke Teile eingeschoben, sonst in Falten oder Ecken gelegt. Gut abgedeckt wird das Präparat in dem Sandbad 8 bis 10 Stunden bei 100°C gehalten und nachher langsam abgekühlt.

Schmuck aus Naturmaterial
Botanische und zoologische Kleinteile werden nach der Trocknung mit Silberleittack beschichtet und dann galvanisiert. Sollen größere botanische Stücke galva-

nisiert werden, sind zwei Verfahren möglich. Entweder behandelt man das ganze Stück im „stromlosen Verfahren“ oder man galvanisiert einzelne Teile, setzt sie dann zusammen und galvanisiert ein zweites Mal.



Die chemische Trocknung

Für zoologische wie für botanische Präparate eignet sich die chemische Trocknung. Unter dieser Trocknung versteht man den Austausch des Wassers gegen Alkohol, der an der Luft verdunstet. Anschließend ist die 4-Stufen-Trocknung angeführt, die sich bewährt hat. Aus der Tabelle sind die Behandlungszeiten in Stunden in den verschiedenen Stufen zu entnehmen.

Alkohol, auch vergällt, ist nicht billig; man kann als gleichwertigen Ersatz Kampfer-Spiritus, auch ein vergällter aber preiswerter Alkohol, einsetzen.

Dicke der Objekte mm	Alkohol-Konzentration			
	70% Stunden	96% Stunden	absolut Stunden	absolut Stunden
1 bis 3	5	10	12	24
3 bis 6	10	12	20	24
6 bis 12	10	12	24	36

Das Leitendmachen mit Silberleitlack

Trockene, vorbereitete Teile werden mit Silberlack bestrichen und zwar dünn und wenn nötig mehrmals. Ein eingelegter Kupferdraht kann zur Kontaktierung dienen. Sprühdosen sind zwar nicht so sparsam, aber durchaus erschwinglich. Auch hier ist das Auftragen mehrerer dünner Schichten besser als eine dicke Schicht. Nach guter Trocknung wird das Teil in ein Silberbad gebracht und mit geringsten Strömen ein Niederschlag aufgebaut, der später beliebig verstärkt werden kann.

Kontraste als dekoratives Element

Weitere Informationen Tabellen 6, 7, 8

Partielle Abscheidung

Nicht immer soll das ganze Teil mit Edelmetall beaufschlagt werden. Oft wünscht man einen Farbkontrast, um bestimmte Motive auf der Oberfläche darzustellen. Will man einen weiß/goldfarbigen Kontrast erreichen, so vergoldet man die Ware, deckt die goldfarbig zu bleibenden Flächen mittels Abdecklack ab und rhodiniert das Teil. Nur an den freien Flächen wird sich Rhodium niederschlagen. Wird der Abdecklack entfernt, so hat man goldfarbene und weiße Flächen.

Als Abdeckmaterial verwendet man je nach dem abzubildenden Muster galvanofeste Abdecklacke für freie mit der Hand aufzutragende Gestaltungsformen.

Für kleine Serien werden Muster oder Bilder im Siebdruckverfahren oder je nach Feinheit mit fotografischen Techniken übertragen. Auch die Verwendung von selbstklebenden Folien bietet sich für manche Gestaltungsaufgaben an.

Farbkontraste als dekoratives Gestaltungsmittel

Mit der partiellen Abscheidung gestaltet man Flächen dekorativ in den verschiedensten Farben und Farbnuancen.

Nickel, Silber und Rhodium haben die ihnen eigene Farbstufe. Gold dagegen gibt es in unzähligen Farbnuancen. Geht man von der Feingoldfarbe als Grundfarbe aus, so lassen sich durch Zusetzen von Chemikalien die Farben in die Richtungen gelb, grün und rosé verschieben. Die Zusätze können so dosiert werden, daß die Farbunterschiede nahezu vom Auge nicht mehr wahrgenommen werden. Sie wandert aber stets vom satten Feingoldbereich immer zu dem farblich helleren Bereich. Natürlich kann man die Farbzusätze untereinander mischen. Sie sind in der Tabelle 6 aufgeführt. Auf Rhodiumschichten läßt sich kaum mehr eine andere Schicht einwandfrei aufbringen.

Kontrastbildung durch Mattieren und Ätzen

Matt- und Glanzeffekte zählen zu den schönsten Kontrasten. Neben dem Schmirgeln mit groben und feinen Leinen, sowie dem Mattieren mit Stahl- oder Messingbürsten verschiedenster Ausführung gibt es chemische Behandlungsmethoden. Mechanische Bearbeitungsmethoden lassen sich zwar auf alle Materialien anwenden, scharfe Begrenzungen und schwer zugängliche Stellen lassen sich nur mit großem Aufwand erreichen. Chemische Lösungen müssen zwar jeweils auf den Werkstoff abgestimmt sein, kommen aber auch an unzugängliche Stellen hin und es können durch entsprechende Abdeckungen scharf begrenzte Flächen bearbeitet werden.

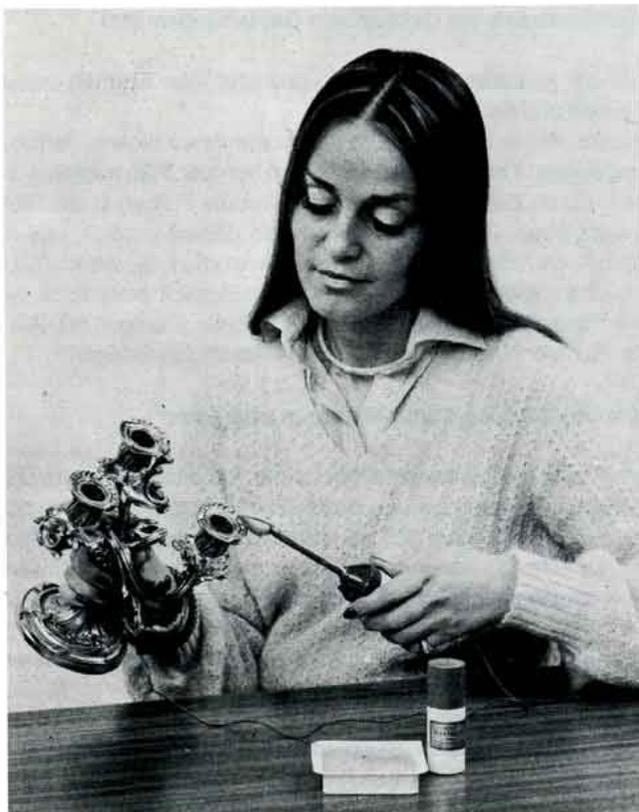
Besonders saubere Konturen erhält man durch eine Korngrenzenanätzung auf polierten Flächen. Die dadurch entstandenen mattgeätzten Flächen können anschließend durch galvanisieren noch zusätzlich farblich abgesetzt werden. Gold ist wie Rhodium gegen fast alle Säuren resistent und kann demnach gut als Ätzresistent verwendet werden. Man deckt also die Flächen, die man später mattieren will ab und vergoldet die übrigen Flächen, danach kann die Abdeckung entfernt und diese Fläche geätzt werden.

Farbkontraste durch Metallfärbung

Ein weites Feld nimmt die chemische Metallfärbung ein. Sie ist ein zusätzliches Gestaltungselement, das zwar, wie auch das Mattieren und Ätzen nicht unmittelbar zur Galvanotechnik zählt, aber in diesem Rahmen als Bereicherung kurz behandelt werden soll. Die Hinweise und Rezepturen beschränken sich auf die Materialien Kupfer, Messing, Nickel, Silber, Zinn und Zink, sowie natürlich auf deren Legierungen.

Nach dem Färben und einer gewünschten Nachbehandlung sollen die Teile sorgfältig gespült und getrocknet werden. Die Tönung von Färbungen erreicht man durch abreiben mit feuchtem Bimsmehl oder durch trockenes Bürsten mit Wiener Kalk, wobei die erhöhten Stellen heller werden. Die trockene Ware kann mit einer Lösung von 1 Teil Bienenwachs und 15 Teilen Benzin besprüht und nach dem Antrocknen mit einer weichen Bürste glänzend gebürstet werden. Gefärbte und transparente Lacke auf unterschiedlichen Oberflächen bereichern um viele Möglichkeiten. Wenn Flächen nicht glänzen sollen, setzt man Zaponlack ein.

Tampon-Galvano-Einrichtung



Vergolden eines
Leuchters mit
dem Heim-Galvano-
Gerät
(Werkfoto Reif, Lörrach)

Bei der Tampon-Galvanisierung läuft der Prozeß ebenso ab, wie in den Bädern – mit dem Unterschied, daß die Ware nicht eingehängt wird, sondern der Elektrolyt wird unter Spannung aufgetragen. Dies ist zweifellos ein Vorteil bei sehr großen oder ortsfesten Gegenständen, auch dort, wo verschiedene Materialien zusammen verarbeitet sind (z. B. Vergolden der Zeiger einer Uhr).

Für die ersten Versuche ist eine Werkpackung auf dem Markt, die alles Nötige enthält. Die ungiftigen Elektrolythe sind mit 2,7 Volt Gleichspannung zu verarbeiten. Das dafür erhältliche Netzteil ist zu empfehlen, weil Batterien zu schnell verbraucht sind.

Kupfer 1 ist ein hochalkalischer Elektrolyt für Oberflächen aus Blei, Zinn, Zink. Kupfer 2 ist stark sauer; er scheidet langsam feinkristalline Schichten ab.

Der Nickelelektrolyt ist leicht sauer und sollte gut erwärmt verarbeitet werden. Die etwas poröse Schicht kann verbessert werden, wenn man dicker aufträgt und zwischenpoliert.

Der Silberelektrolyt ist nicht wie üblich auf Cyanverbindungen aufgebaut, sondern leicht sauer.

Der Goldelektrolyt ergibt einen feingoldfarbigen, feinkristallinen Niederschlag; eine haltbare Schicht braucht aber eine längere Abscheidezeit.

Tabelle 1: Galvanisieren gegebener Oberflächen

Metall	Behandlungshinweis
Blei, Zinn, Zink und ihre Legierungen	In Seifenwasser bürsten, im cyanidischen Bad verkupfern oder versilbern.
Beryllium und seine Legierungen	Nie vernickeln (schadet Federung), direkt versilbern oder vergolden.
Bronze, Alpaka, Neusilber	Direkte Edelmetallgalvanisierung möglich, evtl. Nickelsperrschicht.
Edelstahl	Direkt mit Spezialgoldplattierbad, wenn gewünscht andere Schichten darauf galvanisieren.
Chrom-Kobalt-Legierungen	Mit Vorbehandlungsbad aktivieren und direkt vergolden.
Gold und seine Legierungen	Weißgold mit oder ohne Unternickelung rhodinieren, goldplattieren und farbvergolden direkt möglich.
Kupfer, Messing	Nickelsperrschicht bei Versilberung und Vergoldung empfehlenswert; Rhodiumniederschlag direkt möglich.
Nickel	Edelmetallabscheidung direkt möglich.
Rhodium	Haftnickelschicht empfehlenswert.
Silber, Silberlot, Palladium, Platin	Edelmetallabscheidung direkt möglich.

Tabelle 2: Reduktionsabscheidung

Arbeitsablauf		Rezepturen
1.	Alkalisch reinigen	Netzmittelfreier Reiniger
2.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
3.	Ammoniumpersulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O}$ 25%
4.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
5.	Kupfer-II-Clorid	Ansatz: 45 g Cu-II-Clorid 500 ml HCl konz. 1000 ml H_2O
6.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
7.	Salzsäure	Ansatz: 500 ml HCl p.a. 1000 ml H_2O
8.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
9.	Sensibilisieren	Ansatz: 10 g/l $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 30 ml HCl p.a. konz. Zinnchlorid, Salzsäure und Wasser bei 30-50 °C ansetzen
10.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
11.	Aktivieren	Ansatz: 0,3 g/l PdCl 3,0 ml HCl p.a. Palladiumchlorid, Salzsäure und Wasser bei 30-50 °C ansetzen
12.	Reduktions-Kupferbad	Ansatz 1: 35 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 50 g/l NaOH 170 g/l $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ Ansatz 2: 1000 ml Ansatz 1 200 ml CH_2O 37% Ansatz 2 erst unmittelbar vor Gebrauch herstellen
13.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
14.	Schwefelsäure	H_2SO_4 2%ige Lösung
15.	Spülen	Wasser, möglichst fließend
16.	Teile im nassen Zustand weiterverarbeiten (galvanisieren) sonst in Wasser mit	

Zeiten	Minuten	Temperaturen °C	Bemerkungen
	2	60–70	
	1	18–20	
	0,5	18–20	tauchen
	1	18–20	
	0,5	Raumtemperatur	tauchen
	1	18–20	
	1	18–20	schwenken
	1	18–20	
	7	18–20	schwenken, mit H ₂ O auf 1000 ml auffüllen
	1	18–20	
	2	18–20	schwenken, mit H ₂ O auf 1000 ml auffüllen
20 Ansatzzeit		16–18 Ansatztemperatur	Kupfersulfat Natriumhydroxyd Seignettesalz
bis 60		25 Arbeitstemperatur	Formaldehyd Abscheidung ca. 3 µm/h insgesamt ca. 50 dm ²
	1	18–20	
	0,2	Raumtemperatur	
	1	18–20	
Weinsteinzusatz oder 5%ige Zitronensäurelösung bringen.			

Tabelle 3: Daten der Elektrolyte

		Elektrolyt. Entfettung	Kupfer cyanidisch	Kupfer sauer
Bad-Nummer		1.1	2.1	2.2
Farbe			kupfer	kupfer
Badtemperatur	°C	Raum- temperatur	20–40	18–20
Spannung	Volt	6–8	0,3–2	1–2
Stromdichte	A/dm ²	5–15	0,1–1	1–2
Gleichstrom für 1 dm ²	Ampere	6–10	1	2
Expositionszeit	für 1 µm in Minuten	0,5–1	3	1
Abscheidegewicht	mg/A min			
freier Cyangehalt	g/l			
pH-Wert		10–14	14	1
Verhältnis Anode:Katode		2:1	1:1	1:1
Wannenmaterial	Werkstoff	EGKS	EGK	GK
Anoden-Material		S	ECu	ECu
Warenbewegung	Badbewegung	nein	nein	nein
Badfiltrierung	(von Zeit zu Zeit)	nein	nein	nein

Abkürzungen: E = Emaille

G = Glas

K = Kunststoff (PPH/PVC)

S = Edelstahl

ENi = Elektrolytnickel

ECu = Elektrolytkupfer

Ti-pl = Titan platiert

Pt = Reinplatin

Nickel sauer	Haftnickel sauer	Farbvergoldung	Goldplattierung	Goldplattierung	Silber cyanidisch	Rhodium sauer
3.3	3.2	4.0	5.1	5.2	6.1	7.0
weiß glanz	weiß matt	verschieden golden	hellgelb	feingold	silberweiß	neutral weiß
60–75	20–25	60–70	22–30	20–40	25–28	20–30
2–3	4–6	6–8	2–2,3	2–6	0,5–1	2–2,2
1–5	5–20	5	0,5–1	0,6–1	1–2	1–1,5
2	5	5	1	1	1	1
1	1	0,3	2,5–3	6	2	10
100	10		100	20–30	65	15
			100		130	
3,8–4	0,5–1	14	14	1,5–1,8	14	1
1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
GK	GK	EGKS	EGKS	GK	EGK	GK
ENi	ENi	S	S	Ti-pl. Pt	Feinsilber	Ti-pl. Pt
ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja
ja	nein	nein	Aktivkohle	ja	Aktivkohle	Aktivkohle

Tabelle 4: Arbeitsablauf beim Galvanisieren

Zeichenerklärung:		Arbeitsfolge →									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ nicht immer nötig ■ unbedingt nötig ++ entfällt bei intensiver Spülung ○○ sparspülen möglich +++ Trocknung durch Eigenwärme möglich a alkalisch s sauer					a	+		+	+	a/s	
		reinigen	spülen im fließenden Wasser	elektrolytisch entfetten	spülen im fließenden Wasser	verkupfern (verquicken)	spülen im fließenden Wasser	dekaptieren cyanidisch	dekaptieren sauer	spülen im fließenden Wasser	vernickeln
Bad Nr.	Elektrolyt										
2.0	Verkupfern	●	●	●	●	●	●	●		●	
3.1	Vernickeln	●	●	●	●				●	●	●
4.0	Farbvergolden	●	●	●	●						
5.1	Goldplattieren	●	●	●	●			●		●	
5.2	Goldplattieren	●	●	●	●				●		
6.1	Versilbern	●	●	●	●	●	●	●		●	
7.0	Rhodinieren	●	●	●	●				●		
8.1	Anlaufschutz	●	●	●	●						
8.2	Silberreinigung	●	●	●	●						
Bei trockenen Teilen						Ab hier sind im Naßprozeß weitere					

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
s					a	++	a			a		s	+++		
spülen im fließenden Wasser	rhodinieren	versilbern	farbvergolden	haftvergolden	spülen im fließenden Wasser	dekapieren cyanidisch	spülen im fließenden Wasser	goldplattieren	silberreinigen	spülen im fließenden Wasser	silberanlaufschützen	spülen im fließenden Wasser	spülen in heißem Wasser	spülen in destilliertem Wasser	fleckenfrei trocknen
														●	●
●														●	●
			●		●									●	●
		●			●								■	●	●
●					●			●				●		●	●
●	●										●	●		●	●
									●	●	●	●		●	●
											●	●		●	●
														●	●

Niederschläge aufzubringen, wenn wünschenswert

Ab hier
Arbeitsende

Tabelle 5: Galvanisierungsfehler, ihre Ursachen und ihre Beseitigung

Fehler	mögliche Ursache	Beseitigung
Fehler mit gleichen Ursachen bei allen Bädern		
Wasserstoffgasentwicklung	zu hohe Badspannung	Badspannung herabsetzen
Gasentwicklung unvermeidlich Starke Gasentwicklung deutet auf geringe Stromausbeute hin.	zu geringer Metallgehalt des Bades	Metallsalz zugeben. Anodenfläche bei löslichen Anoden vergrößern oder Elektrolyt aktivieren, indem man bei cyanidischen Bädern Cyanid zugibt. Bei unlöslichen Bädern Metallergänzungen zugeben.
Ware benetzt nach dem elektrolytischen Entfetten nicht Tropfenbildung, Inselbildung	zu geringe Badspannung Entfettungsbad verbraucht	höhere Badspannung einstellen neues Entfettungsbad ansetzen
Stromdichte zu gering	zu geringer Metallgehalt des Bades	Metallsalz zugeben. Anodenfläche ... (siehe oben)
Bei genügender Badspannung kein oder ungenügender Stromdurchgang	fehlerhafte Stromzuführung verschmutzte Kontakte keine Anoden im Bad	Leitungen überprüfen Kontakte säubern Anoden einhängen
Mangelhafte Tiefenstreuung bei tiefliegenden Flächen	zu niedrige Stromdichte ungünstige Anodenanordnung	Stromdichte vergrößern, höhere Spannung Anodenanordnung ändern

Fehler	mögliche Ursache	Beseitigung
Ränder, Ecken und Kanten weisen rauhen, schwammigen und pulverigen Überzug auf, der dunkel verfärbt, also verbrannt ist	zu hohe Stromdichte zu geringer Metallgehalt zu langsame Warenbewegung	Stromdichte herabsetzen Metallsalz zugeben. Anodenfläche... (siehe oben) Ware schneller bewegen
Überzug ist auf der ganzen Oberfläche rau und porig	Verunreinigung des Bades durch Schmutz, Schwebstoffe, Zersetzungsprodukte der Badbestandteile	Bad filtrieren, soweit es möglich ist über Aktivkohle (siehe Baddaten)
Überzug haftet schlecht oder überhaupt nicht	Grundmetall war nicht metallisch blank und fettfrei oder es war für dieses Bad nicht geeignet; z.B. Zinn im sauren Bad oder Edelstahl	Anlauf- und Oxidschichten durch beizen und Abkochen entfernen. Eventuell Ware in organische Lösemittel tauchen. Gut elektrolytisch entfetten, nicht mehr berühren, Oberfläche aktivieren oder anderes Metall als Zwischenschicht wählen
Überzug ist fleckig	Grundmetall nicht sauber schlechtes Spülen unsachgemäßes Trocknen	Anlauf- und Oxidschichten... (s.o.) in sauberem Wasser intensiv spülen schwenken in Spiritus, mit heißer Luft abblasen

Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
<p>Farbvergoldungsbäder (Hartvergoldung)</p> <p>werden eingesetzt für dünne, dekorative, farbkonstante Gold- und Goldlegierungsüberzüge; die verschiedenen Farbgoldniederschläge haben eine Dicke von ca. 1/10000 mm.</p>		
<p>Farbabweichung von der Soll-Farbe</p>	<p>zu niedrige Badspannung</p> <p>schlechter Kontakt</p> <p>Badzusammensetzung fehlerhaft</p> <p>Bad zu alt oder verbraucht</p> <p>Ware wurde bewegt</p> <p>Badtemperatur stimmte nicht</p>	<p>mit 6–8 V arbeiten</p> <p>Kontaktstellen reinigen von Aufhängehaken dicke Niederschläge entfernen</p> <p>neues Bad ansetzen</p> <p>Bad kann u. U. bei Zugabe von 1 g/l Kaliumcyanid nochmals aktiviert werden</p> <p>Vergolden ohne Warenbewegung</p> <p>Badtemperatur nach Betriebsanleitung einhalten</p>
<p>Farbabweichungen an einzelnen Teilen oder Gliedern untereinander</p>	<p>Schlechter Kontakt zwischen den einzelnen Teilen</p>	<p>auf guten Stromfluß achten (Leitungen, Kontakte überprüfen), bei Ketten und Bändern Ware aufspannen</p>
<p>Bräunlich, sudiger Niederschlag</p>	<p>zu geringer Goldgehalt</p> <p>zu hohe Badtemperatur</p> <p>Bad ist zu alt</p>	<p>evtl. aktivieren bzw. neues Bad ansetzen. Aktivierung kann zur Farbverschiebung führen.</p> <p>auf Arbeitstemperatur einstellen</p> <p>aktivieren bzw. neues Bad wählen</p>

Fehler	mögliche Ursachen	Beseitigung
Überzug ist nicht glanz- erhaltend	zu lange Vergoldungsdauer Täuschung durch glanz- gebrannte Ware bei Bunt- metallen, Oberfläche ist trotz Glanz und Glätte sehr rau	kürzer vergolden, maximal 20 Sekunden Ware von Hand oder in Trommel einwandfrei polieren
Ware nach der Vorreinigung gut spülen und elektrolytisch entfetten	Reaktionsprodukte zwischen dem Grundmetall und der Vorreinigung z.B. Tri, Per usw.	Punkt förmige helle Flecke unregelmäßig auf dem Niederschlag
Silberbäder		
Anoden haben dunkle Deckschicht	freier Cyanidgehalt zu gering	Kaliumcyanid zugeben
Bei üblicher Spannung keine oder unzureichende Strom- dichte	freier Cyanidgehalt zu gering	Kaliumcyanid zugeben
Niederschlag rau und porig	zu hoher Karbongehalt	bei kleinen Bädern neues Bad ansetzen
Niederschlag blättert ab	Vorbehandlung fehlerhaft	evtl. vorversilbern (verquicken)
Niederschlag hat weiße Flecke (Ausblühungen) oft erst nach Wochen und Monaten nach der Ver- silberung	Poren im Grundmaterial, in denen Badreste zurück- blieben	Grundmaterial gut vorberei- ten, in neutralisierendem Bad spülen, evtl. im dest. Wasser schallen, vor allem intensiv spülen

Fehler	mögliche Ursache	Beseitigung
<p>Goldplattierbäder</p> <p>Für die Abscheidung dicker Goldschichten, wobei die Farbauswahl sehr begrenzt ist. Bei diesen Bädern sind die Betriebsanleitungen genau zu beachten um gute Niederschläge zu erhalten.</p>		
Blasser Niederschlag bei mangelndem Glanz	zu niedrige Stromdichte	mit höherer Stromdichte arbeiten
Niederschlag nicht genug glänzend, leicht rau, aber satt gelb	zu hohe Stromdichte	mit niedrigerer Stromdichte arbeiten
Niederschlag matt, trotz richtigem Stromdichtebereich	Warenbewegung stimmt nicht Konzentrationsänderung im Bad	Warenbewegung langsamer oder schneller Badanalyse erstellen lassen
Überzüge verfärben nach Entnahme aus dem Spülbad	Metallanreicherung im Sparspülbad	Sparspüle erneuern
Mangelnde Haftfestigkeit des Niederschlages	Stromlose Metallabscheidung, wenn die Ware aus unedlem Metall besteht	Ware unter Strom ins Bad bringen oder vorvergolden, evtl. Oberflächenaktivierung

Fehler	mögliche Ursache	Beseitigung
<p>Rhodiumbäder</p> <p>für dekorative und dicke Niederschläge</p>		
Keine Wasserstoffgasentwicklung	zu niedrige Stromdichte	mit höherer Badspannung arbeiten
Sehr starke Gasentwicklung	zu hohe Badspannung	mit niedrigerer Badspannung arbeiten
Niederschlag ist milchig, dunkel und matt	<p>zu geringer Metallgehalt</p> <p>zu lange Rhodinierzeit (kommt beim Bad Sirius nicht vor, da es ganz ausgearbeitet werden kann)</p> <p>Verunreinigungen des Bades durch Fremdmetalle (Eisen, Pariser Rot usw.)</p>	<p>Konzentrat zugeben</p> <p>Farbrhodinierung ca. 1 bis 1½ Minuten</p> <p>Qualitätsrhodinierung ca. 3 bis 5 Minuten</p> <p>Anoden prüfen, ob noch Platinschicht vorhanden</p> <p>Bad filtrieren mit Aktivkohle. Ins Bad gefallene Teile sofort entfernen!</p>
Fleckiger Überzug	<p>Grundmetall war nicht genug gereinigt</p> <p>Vorbehandlung fehlerhaft</p> <p>Rückstände vom Entfettungsbad</p>	<p>Auf einwandfreie benetzbare Oberfläche achten!</p> <p>Grundmetall wenn nötig vorbehandeln</p> <p>Intensiv spülen, wenn nötig in einer 5%igen Schwefelsäurelösung neutralisieren</p>
<p>Alle Bäder müssen immer sauber sein und in staubarmen Räumen betrieben werden. Von Zeit zu Zeit durch ein Faltenfilter laufen lassen. Verdunstungsverluste können in allen Bädern mit destilliertem Wasser ausgeglichen werden, desgleichen Verschleppungsverluste.</p>		

Tabelle 6: Rezepturen für Galvanische Bäder

Bad	Rezept
0.1. Abkochentfettung	In eine Seifenlauge werden 10 bis 50 ml Ammoniumhydroxid (Salmiakgeist) zugegeben. In dieser Lösung wird die Ware 5 Minuten gekocht und mit einer weichen Bürste unter fließendem Wasser nachgebürstet.
0.2. Cyanidische Dekapierung	In einen Liter destilliertes Wasser werden 30 bis 50 Gramm Kaliumcyanid gegeben und die Ware 10 Sekunden getaucht. Dieses Bad ist giftig! Durch intensives Spülen kann dieser Arbeitsgang meist entfallen.
0.3. Saure Dekapierung	In einen Liter destilliertes Wasser werden 30 bis 50 ml chemisch reine Schwefelsäure eingerührt. Vorsicht: die Lösung ätzt und erwärmt sich stark! Behandlungszeit bei Raumtemperatur 10 Sekunden. Durch intensives Spülen kann dieser Arbeitsgang meist entfallen.

1. Elektrolytische Entfettungen

Sie haben nicht die Aufgabe der Reinigung, sondern sollen die Oberflächen elektrisch vorbereiten

1.1.
Elektrolytische
Entfettung (normal)

In einem Liter Wasser sind zu lösen:
50 Gramm Natriumcarbonat
10 Gramm Natriumhydroxid

1.2.
Elektrolytische
Entfettung (spezial)

In einem Liter Wasser sind zu lösen:
15 Gramm Ätznatron
40 Gramm Soda oder Pottasche
15 Gramm Trinatriumphosphat
8 Gramm Wasserglas oder Natriumaluminat
12 Gramm Kaliumcyanid (nicht unbedingt notwendig)

Bad	Rezept
<p>2. Kupferbäder</p> <p>Es gibt eine Vielzahl von Kupferbädern, die in der Edelmetallgalvanik als Vorbehandlungsbäder dienen</p>	
<p>2.1. Cyanidisches Kupferbad</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser sind zu lösen: 50 Gramm Kaliumcyanid 25 Gramm Cyankupfer</p>
<p>2.2. Saures Kupferbad</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser sind zu lösen: 250 bis 270 Gramm Kupfersulfat (rein) 30 bis 70 Gramm Schwefelsäure, chem. rein (1,84)</p>
<p>3. Nickelbäder</p>	
<p>3.1. Nickelbad für dicke Schichten</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser werden gelöst: 130 Gramm Nickelsulfat 20 Gramm Nickelchlorid 30 Gramm Magnesiumsulfat 20 Gramm Borsäure</p>
<p>3.2. Nickelbad für dünne Schichten (Haftnickel)</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser werden gelöst: 250 Gramm Nickelchlorid 50 ml Salzsäure, chem. rein</p>
<p>3.3. Hochleistungsglanznickel- bäder</p>	<p>Diese Bäder sind kompliziert im Ansatz und werden zweckmäßigerweise bei Fachfirmen gebrauchsfertig bezogen.</p>

Bad Rezept

4. Farbvergoldungsbäder (Hartgoldbäder)

Durch den Zusatz von Fremdmetallsalzen zum Feingold-Farbbad wird die Feingoldfarbe verändert. Je nach Farbwunsch gibt man Chemikalien zu, die schon bei sehr geringen Mengen, wie aus den nachfolgenden Rezepturen zu sehen ist, die Farbe verändern.

Farbe	Metall	Metallsalz
von Feingold		
nach Rot	Kupfer	Kaliumkupfercyanid
Orange	Kobalt	Kaliumkobaltcyanid
Grün	Kobalt	Kaliumkobaltcyanid
	Kadmium	Kaliumkadmiumcyanid
	Silber	Kaliumsilbercyanid
Hellgelb	Palladium	Palladiumnitrat
	Nickel	Kaliumnickelcyanid
Violett	Wismut	Wismutnitrat
	Zink	Zinkcyanid
Antikgrün	Blei	Bleiacetat

Die Zusätze sind untereinander mischbar, dadurch können Zwischenfarben erreicht werden. Weiter können Farbabstufungen durch das Verändern der Spannungen und der Badtemperaturen herbeigeführt werden. Farbgoldbäder werden bis zu ihrer Erschöpfung ausgearbeitet; um sie bis zur vollen Leere auszubrauchen gibt man zum Ende 1g/l Kaliumcyanid zu.

Bad	Rezept
4.1. Farbvergoldungsbad, feingold	In einem Liter destilliertem Wasser sind zu lösen: 60 Gramm Dinatriumphosphat 3 Gramm Kaliumcyanid 2 Gramm Kaliumgoldcyanid 50%ig oder (1,5g Kaliumgoldcyanid 67%ig)
4.2. Farbvergoldungsbad, gelbgold	In einem Liter Feingoldbad 4.1. sind zu lösen: 600 mg Kaliumkobaltcyanid 100 mg Kaliumsilbercyanid 350 mg Kaliumkupfercyanid 150 mg Kaliumnickelcyanid
4.3. Farbgoldbad, rosé	In einem Liter Feingoldbad 4.1. sind zu lösen: 300 mg Kaliumkupfercyanid 25 mg Kaliumnickelcyanid
4.4. Farbvergoldungsbad, grüngold	In einem Liter Feingoldbad 4.1. sind zu lösen: 50 mg Kaliumkobalddcyanid 150 mg Kaliumsilbercyanid 150 mg Kaliumnickelcyanid
4.5. Farbgoldbad, rotgold	In einem Liter Feingoldbad 4.1. sind zu lösen: 500 mg Kaliumnickelcyanid 500 mg Kaliumkupfercyanid

Anmerkung: Die Chemikalien können bis zum mehrfachen der angegebenen Werte beigemischt werden, sie ergeben eine entsprechende Farbverschiebung. Statt Kaliumverbindungen können Natriumverbindungen in gleicher Menge eingesetzt werden. Vorsicht bei der Zugabe, der Prozeß ist nicht umkehrbar!

5. Goldplattierbäder

Solche Bäder kauft man bei Fachfirmen. Sie sind in erster Linie für das Aufbringen von dicken Goldschichten gedacht und schwierig herzustellen.

Bad	Rezept
<p>6. Silberbäder</p> <p>Wenn man auf glänzende Niederschläge Wert legt, kauft man solche Bäder bei Fachfirmen. Anders ist es, wenn man selbst nachpoliert oder die Bäder zur Verstärkung von leitenden Schichten einsetzen will.</p>	
<p>6.1. Silberbad für dicke Schichten</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser werden gelöst: 20 Gramm Kaliumsilbercyanid 50 bis 54%ig 20 Gramm Kaliumcyanid 10 Gramm Kaliumcarbonat</p>
<p>6.2. Silberbad für dünne Schichten</p> <p>In diesem Bad wird mit $\frac{9}{10}$ Edeltstahlanoden und mit $\frac{1}{10}$ Feinsilberanoden bei 1 bis 6 Volt gearbeitet. Verweilzeit 10 bis 100 Sekunden bei Raumtemperatur.</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser werden gelöst: 10 Gramm Kaliumsilbercyanid 50 bis 54%ig 90 Gramm Kaliumcyanid</p>
<p>7. Rhodiumbad</p> <p>Diese Bäder sind schwierig in der Herstellung. Einschlägige Fachfirmen verkaufen Rhodiumbad in Konzentratform, das entsprechend dem Bedarf verdünnt wird.</p>	
<p>8. Anlaufschutzbad für Silberoberflächen</p> <p>Dieses Bad dient dazu, Silber vor dem Anlaufen und Schwarzwerden etwas zu schützen. Die Ware wird in das Bad getaucht und geschwenkt; nach 5 Minuten nur in heißem Wasser abspülen, nicht abreiben!</p>	
<p>8.1. Silberanlaufschutzbad, chemisch</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser werden gelöst: 75 Gramm Natriumdichromat</p>
<p>8.2. Silberreinigungsbad für Silberoberflächen</p>	<p>In einem Liter destilliertem Wasser werden gelöst: 95 Gramm Thioharnstoff 28 Gramm Schwefelsäure, chem. rein 1,84 Ware kurzfristig eintauchen, gut spülen</p>

Puderdose

Ein kleines Meisterwerk ist diese Puderdose, zu deren Herstellung man viel Geduld und einige Erfahrung braucht. Sie wurde zuerst gründlich gereinigt und mit einer Glanznickschicht belegt. Nach der Rhodierung wurden die Blütenblätter, der äußere Rand und das Unterteil der

Dose mit Lack abgedeckt. Die noch offene Fläche wurde rotvergoldet. Eine zweite Abdeckung ließ nur noch die Blätter und das Innere der Blüte offen. So wurde die Dose in ein Grüngoldbad gebracht. Bei der dritten Abdeckung waren nur noch die ovalen Bereiche der Blüten frei, die dann gelbgold vergoldet wurden.





Edelstahl-Besteck

Hier handelt es sich um ein einfaches Edelstahl-Besteck, das im Direktverfahren vergoldet wurde. Das Besteck, das an den Griffseiten matt und oben glänzend war, wurde nur 20 Sekunden elektrolytisch entfettet, gut gespült und anschließend 6 Mi-

nuten vergoldet. Diese Vergoldung hält jahrelang, selbst wenn es tagtäglich im Gebrauch ist. Das Messer wurde nur bis zur Schneide ins Goldbad getaucht und bis dahin entsprechend vergoldet. Feinschmecker wissen, daß die Speisen wesentlich besser schmecken, da Gold absolut geschmacksfrei ist und feinvergoldete Teile nicht anlaufen.

Tabelle 7: Ätzen von Metallen

Bei diesen Arbeiten Regeln für den Umgang mit Chemikalien besonders beachten.
 Nur soviel Lösung ansetzen, wie benötigt wird.
 Ware nach dem Ätzen gut spülen.
 Ätzflüssigkeit deutlich beschriftet unter Verschuß aufbewahren.
 Grundregel: Säure stets dem Wasser zugeben – nie umgekehrt!

<p>Gold und Platin mit Königswasser ätzen</p>	<p>Nur kleine, unbedingt gebrauchte Mengen ansetzen im Verhältnis: 30 ml Salzsäure 30%ig 10 ml Salpetersäure 65%ig Saubere Teile sofort einbringen – gut lüften!</p>
<p>Silber ätzen</p>	<p>20 ml Salpetersäure 65%ig } 90 g Thioharnstoff } in 1 Liter Wasser lösen</p>
<p>Silberflächen mattieren</p>	<p>5%ige Kaliumcyanidlösung (entspricht 50 g Kaliumcyanid in 1 Liter Wasser gelöst) Giftig!</p>
<p>Nickelschichten ätzen</p>	<p>70 ml Schwefelsäure konz. 1,8 } 16 Gramm Kaliumdichromat } in 1 Liter Wasser lösen</p>
<p>Nickel- und Silberschichten ätzen</p>	<p>200 ml Salzsäure 30%ig } 200 ml Salpetersäure 60%ig } 1 Liter Wasser vorsichtig zugeben Ware bewegen, um sich bildendes Chlorid abzuspülen</p>
<p>Kupferschichten ätzen</p>	<p>500 Gramm Eisen-III-Clorid } 10 bis 20 ml Salzsäure 30%ig } 1 Liter Wasser vorsichtig zugeben Braune Lösung, ätzt schnell bei 50°C</p>
	<p>200 Gramm Kupfer-II-Clorid } 1 Liter Wasser Vorsichtig zugeben Klare, blaue Lösung, ätzt bei 50°C nicht zu schnell.</p>

Tabelle 8: Chemische Metallfärbung

Metall	Farbe	Rezeptur
Kupfer	Dunkelbraun bis Blauschwarz	1 Ltr. Wasser 10 g Schwefelleber
	Braun bis Schwarz	1 Ltr. Wasser 20 g Ammoniumchlorid 10 g Schwefelleber
	Schwarz	1 Ltr. Wasser 50 g Ätznatron 10 g Überschwefelsaures Kalium
Messing	Braun	A: 1 Ltr. Wasser 80 g Schlippsches Salz 25 g Schwefelleber B: 1 Ltr. Wasser 2 g Kupfervitriol 10 ml Schwefelsäure
	Schwarz	1 Ltr. Salmiakgeist 200 g Kohlensaures Kupfer (Bergblau)
Kupfer und Messing	Patina	1 Ltr. Wasser 200 g Kohlensaures Ammonium 200 g Salmiaksalz

Arbeitsanleitung	Bemerkungen
<p>Ware in die auf 80°C erwärmte Lösung tauchen, wenn nötig mit Bimssteinpulver nachbehandeln.</p>	<p>Silber kann mit dieser Lösung in Altsilber gefärbt werden.</p>
<p>Es kann bei Raumtemperatur gearbeitet werden, bei höherer Temperatur geht es schneller.</p>	<p>Auch mit dieser Lösung kann Silber in Altsilber gefärbt werden.</p>
<p>Natronlauge auf 100°C erhitzen, Kalium (pulverisiert) dazugeben. An Ware entwickelt sich Sauerstoff. Hört Sauerstoffentwicklung vor 5 Minuten Behandlungszeit auf, nochmals 10 g Kalium zugeben.</p>	<p>Färbt tiefschwarz, durch Abreiben oder leichtes Polieren erhält man etwas Glanz. Auf Messing entsteht eine rotbraune Färbung.</p>
<p>Einige Sekunden in Lösung A tauchen, warm spülen, dann in Lösung B tauchen. 2 bis 3 mal wiederholen.</p>	<p>Färbung haftet sehr fest. Sie kann gekratzt und anpoliert werden.</p>
<p>Soviel Bergblau zugeben, daß sich ein Bodensatz bildet. Auffrischen mit Ammoniak möglich.</p>	<p>Bereits nach Sekunden tief- bis blauschwarze Färbung. Vorsicht: Geruchsbelästigung.</p>
<p>Grundfärbung mit einem der oben beschriebenen Verfahren, dann diese Lösung auftupfen; Tropfenbildung vermeiden. Auftragen mehrmals wiederholen, mit Tuch vorsichtig trocknen.</p>	<p>Um ein gutes Aussehen zu erreichen, mit Bienenwachs nachbehandeln.</p>

Metall	Farbe	Rezeptur
Nickel	Schwarz	1 Ltr. Wasser 0,5 g Rhodankali 5 ml Schwefelsäure 25 ml Perhydrol 30%
Silber	Schwarz	
Zinn	Bronze	Weinsteinpulver mit verdünnter Kupfervitriollösung anfeuchten
	Schwarz (Altzinn)	1 Ltr. Wasser 5 g Wismuttrinitrat 50 ml Salpetersäure konz. 80 g Weinsteinsäure
Zink	Schwarz	1 Ltr. Wasser 12 g Kupfervitriol 15 g Kaliumpermanganat
	Irisfarben	1 Ltr. Wasser 36 g Kupfervitriol 30 g Weinsteinsäure 150 g Ätznatron

Arbeitsanleitung	Bemerkungen
15 Minuten bei Raumtemperatur tauchen	
	Kupferfärbemittel können verwendet werden. Bei Fachfirmen gibt es Edeloxidbeizen, die gut sind.
Breiige Masse mit einem Tuch aufreiben. Nach Färbung spülen und trocknen.	Zinn ist gut beständig. Es kann auch verkupfert (cyanidisches Bad) und dann wie Kupfer gefärbt werden.
In erwärmter Lösung (ca. 60°C) tauchen und bewegen, bis Färbung erreicht.	
Lösung etwa 90°C erwärmen, Teile tauchen bis Schwarzfärbung eintritt.	Das ist eine Universalbeize und auch für Kupfer und seine Legierungen einsetzbar (siehe auch bei Zinn).
Ware in kalte Lösung eintauchen. Färbt sofort in dekorativen Farben. Grün, Rot, Violett und Braun herrschen vor.	Farben verändern sich an der Luft, deshalb zaponieren erforderlich.



Tabelle 9: Chemikalienliste

Aceton Ammoniumcarbaminat Ammoniumhydrogencarbonat Ammoniumhydroxid Ammoniumpersulfat Äthanol	Essiggeist Ammoniumcarbonat kohlen-saures Ammonium Salmiakgeist <i>spez. ius</i> Äthylalkohol	CH_3COCH_3 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ NH_4OH $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Benzol Bichromat Bleiazetat Borsäure	Kaliumdichromat Bleizucker Sassolin	C_6H_6 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ H_3BO_3
Calciumoxid Chloroform	Branntkalk <i>Brennt</i>	CaO CHCl_3
Dinatriumhydrogensulfat		$\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Eisen (III)-chlorid Essigsäure	Eisenchlorid konz.: Eisessig	FeCl_3 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
Flourwasserstoffsäure Formaldehyd	Flußsäure	$\text{HF} \cdot \text{H}_2\text{O}$ CH_2O
Kaliumaluminiumsulfat Kaliumhydrogencarbonat Kaliumbitartrat Kaliumcarbonat Kaliumcadmiumcyanid Kaliumdichromat Kaliumeisen (III)-cyanid Kaliumgoldzyanid Kaliumhexacyanocobalt Kaliumhydroxid Kaliumkupfer (I)-cyanid	Alaun doppelkohlen-saures Kali Weinsäure (K-Salz) doppelsaures Kali Kaliumferrocyanid Zyngold Kaliumkobaltcyanid Ätzkali Kaliumkupfercyanid	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ KHCO_3 $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ $2(\text{K}_2\text{CO}_3) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cd}(\text{CN})_4$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\text{K}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)$ $\text{KAu}(\text{CN})_2$ $\text{K}_3(\text{Co}(\text{CN})_6)$ KOH $\text{K}_2\text{Cu}(\text{CN})_4$

Schmuck

Die Blumen und Pflanzen müssen nicht unbedingt echt sein: auch mit gut gemachten Kunstblumen – hier eine Rose aus Metallblech – lassen sich gute Wirkungen erzielen.

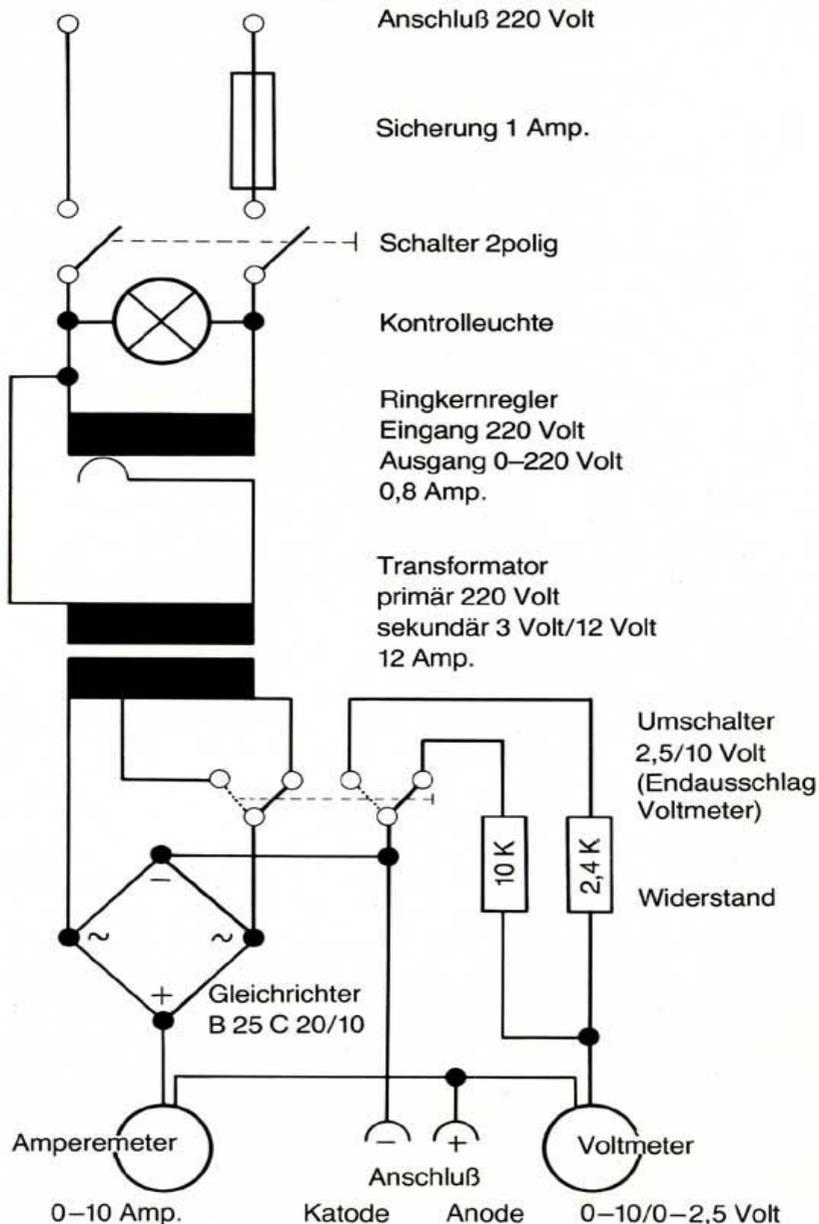
Eine der bestechendsten Farbkombinationen ist das Gold zusammen mit Edelstahl. Auf der Titelseite ein Beispiel aus der Praxis. Eine Vase, die im Direktverfahren teilweise vergoldet wurde, nachdem das Muster durch Abdeckung mit Fotolack aufkopiert war.

Kaliumnatriumtartrat Kaliumpermanganat Kaliumpersulfat Kaliumrhodanid Kaliumsilbercyanid Kaliumsulfid Kaliumteracyanonniccolat Kaliumcyanid Kampferspiritus Kupfer (II)-carbonat Kupfer (II)-chlorid Kupferhydroxidcarbonat Kupfer (I)-cyanid Kupfer (II)-sulfat	Seignettesalz übermangansaures Kali überschwefelsaures Kali Rhodankali Silberkaliumcyanid Schwefelleber Kaliumnickelcyanid Cyankali Alkohol, vergällt Kupfercarbonat salzsaures Kupfer Bergblau Kupfercyanid/Cyankupfer Kupfervitriol	$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ $KMnO_4$ $K_2S_2O_8$ KCNS $K [Ag(CN)_2]$ K_2S_2 bis K_2S_6 $K_2Ni(CN)_4$ KCN $C_{10}H_{16}O + \text{Äthanol}$ $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ $CuCO_3(OH)_2$ CuCN $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
Magnesiumsulfat		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$
Natriumaluminat Natriumbicarbonat Natriumcarbonat Natriumchlorid Natriumhydroxid Natriumthioantimoniat Nickel (II)-chlorid Nickelsulfat	Wasserglas doppelsaures Natron Soda Kochsalz/Steinsalz Ätznatron Schlippsches Salz Chlornickel	$Na_2O \cdot 3SiO_2$ $NaHCO_3$ $NaCO_3 \cdot 10 H_2O$ NaCl NaOH $Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$ $NiCl \cdot 6H_2O$ $NiSO_4 \cdot 7H_2O$
Palladium (II)-chlorid Palladium (II)-nitrat	Palladiumchlorid Palladiumnitrat	$PdCl \cdot H_2O$ $Pd(NO_3)_2$
Salpetersäure Salzsäure Schwefelsäure Silberkaliumcyanid Silbernitrat Silbercyanid	Chlorwasserstoffsäure Kaliumsilbercyanid Höllenstein Cyansilber	HNO_3 HCl H_2SO_4 $K(Ag(CN)_2)$ $AgNO_3$ $Ag(CN)_2$
Thioharnstoff Trilon Trinatriumphosphat	Netzmittel tert. Natriumphosphat	H_2NCSNH_2 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$
Wasserstoffperoxid Weinsäure	Perhydrol Weinsteinsäure	H_2O_2 $C_4H_6O_6$
Zitronensäure		$C_6H_8O_7$

Gleichrichter 0–10 V/10 A

48% Restwelligkeit

Schaltplan
für Gleichrichterselbstbau



Gebrauchs- und Ziergegenstände aus edlen Metallen zu besitzen, war von jeher ein Menschheitstraum. Wer möchte nicht mit goldenen Löffeln essen und aus silbernen Bechern trinken? Wer möchte nicht das gefundene Glückskleeblatt, die Tanzstundenrose oder die ersten Babyschuhe im vergoldeten Zustand aufbewahren?

Sie können sich diesen Traum erfüllen. Die Galvanotechnik macht es möglich – mit diesem Buch auch dem Nicht-Fachmann.



TOPP

ISBN 3-7724-0315-8