

Galvanische Anlagen

Eine Galvanik ist eine Anlage zur Durchführung einer Oberflächenbehandlung, meist durch Elektrolysen zum Zweck der Metallabscheidung oder Oberflächenveränderung (z.B. durch anodische Oxidation (eloxieren), phosphatieren, chromatieren usw.).

Die galvanischen Anlagen bestehen aus Behältern, Warenträgern, Zusatzeinrichtungen und elektrischen Ausrüstungen. Das Galvanisieren erfolgt in Behältern, meist in Wannen, die mit Elektrolyten gefüllt sind. Die zu galvanisierenden Gegenstände werden mit Warenträgern manuell oder automatisch bewegt. Zusatzeinrichtungen dienen u.a. zur Absaugung, zum Bewegen des Elektrolyt, zum Filtrieren, zum Dosieren von Chemikalien und zum Transport der Ware. Mit der elektrischen Ausrüstung wird schließlich die elektrochemische Abscheidung erzeugt und gesteuert.

Es gibt verschiedene Grundtypen von galvanischen Anlagen:

1. Handgalvanik - Anlagen mit manuellem Warentransport.
2. Glocken, Trommel oder Korbgalvanik - Anlagen für Massenteile.
3. Leiterplattenanlagen mit vertikalem oder horizontalem Warentransport.
4. Bandgalvaniken - zur Behandlung von Band und Draht im Durchzug.

Arbeitsschutz am Arbeitsplatz

Die persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist sehr wichtig und setzt sich wie folgt zusammen:

Säurebeständige Arbeitskleidung und Sicherheitsschuhe bzw. Gummistiefel, Sicherheitsbrille, Gummihandschuhe und Schürze für Arbeiten mit Chemikalien, Schutzhelm mit Vollgesichtsschutz für Umfüllarbeiten und Hautschutzcreme und Handwaschmittel.

Zudem gibt es allgemeine Grundsätze:

- Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen oder kauen.
- Es sind keine Lebensmittel im Arbeitsraum aufzubewahren.
- Vor dem Essen sind die Hände gründlich zu reinigen.
- Chemikalien nie mit dem Mund ansaugen und Hautkontakt vermeiden.
- Abfälle und Rückstände sind gefahrenlos zu entfernen.
- Durch den möglichen Kontakt mit gefährlichen Arbeitsstoffen ist das Befüllen besonders unfallträchtig. Säuren und Laugen daher nur mit Sicherheitshebern aus Behältern entnehmen oder mechanische Pumpen benutzen. Am günstigsten sind fest verlegte Leitungen.
- Zudem muss man beim Mischen, Ansetzen oder Verdünnen darauf achten, dass man erst das Wasser dann die Säure nachfüllt, ansonsten kann es zu schweren Unfällen kommen weil sich die Lösung sehr schnell aufheizt und sich so in viele Richtungen verteilt und schwere Verletzungen verursachen kann.

Abwasserbehandlung

Ziel der betrieblichen Abwasserbehandlung ist der Schutz der Umwelt, insbesondere das Abwasser den gültigen Rechtsvorschriften anzupassen. Grenzwerte für die Abwassereinleitung ergeben sich aus der Basis der Wasserhaushaltsgesetzes erlassenen, bundeseinheitlichen Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Die in den gesetzlichen Bestimmungen für schädliche Inhaltsstoffe des Abwassers festgelegten Grenzwerte stellen die zu erreichenden Zielgrößen für den Bau und Betrieb einer Abwasseranlage dar.

Die gesetzlichen Abwassergrenzwerte werden durch eine betriebliche Abwasseranlage und durch betriebliche Recyclingmaßnahmen erreicht. Die Erkenntnis setzt sich immer mehr durch, dass eine galvanische Beschichtung mit der erforderlichen Abwasserbehandlung einschließlich entsprechender Recyclingmaßnahmen nur als Gesamtsystem betrachtet werden kann. Eine Entscheidung, welche Abwasserbehandlungsvariante mit minimalem Wasserverbrauch und Rohstoffeinsatz, mit welcher Recyclingtechnik am günstigsten ist, erfordert technisch-ökonomische Variantenvergleiche.

Qualitätssicherung in der Galvanotechnik

Die Qualitätssicherung im Galvanisierbetrieb ergibt sich aus ihrer Stellung in der Fertigungskette. In der Regel werden die an ein Bauteil zu stellenden Anforderungen und die vorgesehenen Lösungswege vom Konstrukteur und Arbeitsvorbereiter, d.h. vom Auftraggeber des Galvaniseurs festgelegt. Bei optimaler Vorgehensweise arbeiten beide partnerschaftlich zusammen.

Schließlich formuliert der Auftraggeber seine Wünsche in der Zeichnung oder im Bestelltext und erwartet, dass sie vom Galvanisierbetrieb auf möglichst kostengünstige Weise erfüllt werden. Häufig steht dabei die Sicherstellung bestimmter technischer Eigenschaften im Vordergrund. Hierdurch sind die galvanischen Verfahren und Überzugssysteme, aber auch die für die Qualitätssicherung erforderlichen Maßnahmen und Prüfverfahren weitgehend vorgegeben.

Die Qualitätssicherung erfolgt unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit. Unter Wirtschaftlichkeit ist eine kostengünstige Herstellung von Produkten bei gleichzeitiger Erfüllung der an sie gestellten Forderungen zu verstehen. Bei einem technischen Produkt heißt dies: so gut wie notwendig, so kostengünstig wie möglich und so sicher wie erforderlich.

Dekapieren

Zwischen den einzelnen Arbeitsgängen der galvanischen Prozesse besteht immer wieder die Möglichkeit der Ausbildung einer mikroskopisch dünnen, unsichtbaren Oxidhaut, die die Haftfestigkeit eines galvanischen Niederschlages stark beeinträchtigt.

Ihre Entfernung bezeichnet man als Dekapieren.

Die Dekapierung wird dadurch erreicht, dass die Metalle mehrere Sekunden lang in eine Oxid zersetzende Lösung eingetaucht werden.

Als Dekapierlösung für Eisen und Stahl wird bei Weiterbehandlung in sauren Elektrolyten eine Schwefel- oder Salzsäurelösung (4 g/l) benutzt und bei Weiterbehandlung in cyanidhaltigen Elektrolyten wird eine 5-%ige Natriumcyanidlösung angesetzt.

Eine Dekapierlösung für Kupfer, Nickel und Silber besteht bei einer Weiterbehandlung in sauren Elektrolyten aus Weinsteinlösung (4 g/l) und bei Weiterbehandlung in cyanidischen Lösungen aus 5-%iger Natriumcyanidlösung.

Dekapierte Teile, die nicht sofort galvanisiert werden können, werden in der Zwischenzeit in eine Weinsteinlösung gelegt. Hierdurch wird die Neubildung einer Oxidhaut bei Berührung mit der Luft verhindert.

Eisen

Eigenschaften und Anwendung von Eisenüberzügen

Elektrolytisch abgeschiedene Eisenüberzüge haben eine mausgraue Farbe und zeichnen sich durch rohe Reinheit aus. Aus chloridhaltigen Elektrolyten kann Eisen galvanisch mit einem Gehalt von 99,9960 % Fe abgeschieden werden. Eisen ist nicht korrosionsbeständig, und daher sind Eisenüberzüge zum Korrosionsschutz und zu dekorativen Zwecken nicht geeignet.

Die mechanischen Eigenschaften hängen von der Art des Elektrolyten und den Abscheidebedingungen ab.

Beim galvanischen Abscheiden von Eisen entsteht viel Wasserstoff, so dass die Überzüge sehr hart und spröde sind. Es haben sich daher nur Verfahren bewährt, die mit einem hohen Wirkungsgrad arbeiten, wobei wenig Wasserstoff abgeschieden wird. Die geringste Härte haben Überzüge aus heißen, chloridhaltigen Elektrolyten, die höchste solche aus ammoniumsulfathaltigen, die bei nur wenig erhöhter Temperatur betrieben werden.

Elektrochemisches Glänzen und Entgraten

Unter den Begriffen Glänzen, Polieren und Entgraten werden Verfahren zum Einebnen von Metalloberflächen durch anodisches Behandeln in einem Elektrolyten bezeichnet. Findet die Einebnung im Bereich von $< 0,4 \mu\text{m}$ statt, wird die Oberfläche gegläntzt. Erfolgt die Abtragung im Mikrometerbereich der Unebenheiten, bezeichnet man das Verfahren als Einebnung bzw. Glätten. Bei noch größeren Spitzen, Ecken und Kanten des Grundmaterials, die durch eine elektrolytische Auflösung abgetragen werden, spricht man von Entgraten. Die Vorgänge gehen ineinander über. Für unterschiedliche Grundmaterialien wie niedriglegierte Stähle, Edelstähle, Kupfer, Zink, Aluminium- oder Magnesiumlegierungen werden entsprechend zusammengesetzte Beizsäuregemische, vorwiegend Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure und Phosphorsäure, mit inhibierenden Zusätzen bei hohen anodischen Stromdichten bis zu 100 A/dm^2 eingesetzt. Das Prinzip der elektrolytischen Reaktion besteht darin, dass an den Spitzen, Ecken und Kanten des Grundmetalls höhere Stromdichten vorliegen, was an diesen Stellen zu einer verstärkten anodischen Metallauflösung führt. Der Reaktionsmechanismus kann aus Polarisationsvorgängen abgeleitet werden.

Beizentfetten

Das Beizentfetten hat zum Ziel, die Entfernung von organischen Fettschichten und anorganischen Oxidschichten in einer Prozessstufe gleichzeitig durchzuführen. Die Beizentfettung kann erfolgen in

- Säuren mit entfettungswirksamen Zusätzen
- Alkalien mit oxidlösenden Zusätzen

Als Säuren werden im Wesentlichen Schwefelsäure und Salzsäure, z.T. auch Phosphorsäure oder deren Gemische eingesetzt. Das Beizentfetten auf Stahl erfolgt mit Schwefel-, Salz- oder Phosphorsäure in Konzentration zwischen 10 und 20 Vol.-% bei Temperaturen von 50-85 °C. Die Ölschicht wird bei dieser Temperatur verflüssigt und durch Tenside von der Werkstückoberfläche verdrängt. Dabei werden die Öltröpfchen in eine Emulsion überführt, so dass bei der Entnahme des Werkstücks kein Öl an der Oberfläche haftet. Nichtionogene Tenside und anionenaktive Tenside können eingesetzt werden.

Letztere bewirken eine starke Inhibierung (Reaktionshemmung) an der Metalloberfläche, die ein Überbeizen verhindert.

Reinigen und Entfetten

Innerhalb der gesamten Galvanotechnik nimmt der Entfettungsprozess eine sehr wichtige Stellung ein, da der Erfolg der Galvanisierung von der mehr oder weniger guten Reinigung der Gegenstände abhängt.

Schon das Vorhandensein kleinster Spuren von Öl und Fett führt zu einem schlechten Haften des Niederschlages.

Es wird geschätzt, dass ca. 50-60% der auftretenden Fehler beim galvanischen Beschichtungsprozess auf das Entfetten und Beizen zurückzuführen sind. Es sind Ausnahmefälle, in denen nur Fett von der Oberfläche entfernt werden muss.

Aus diesem Grund ist der Begriff Reinigung zweckmäßiger, da eine Vielzahl von anderen Verunreinigungen (Rost und andere feste Partikel, Salze usw.) neben Fett zu entfernen sind, um eine ausreichend reine Oberfläche für die Abscheidung haftfester, korrosions- und verschleißbeständiger Überzüge zu erhalten.

Galvanisches Abscheiden von Gold an Goldlegierungen

Goldschichten werden vornehmlich als Legierungen abgeschieden. Mehr als bei jedem anderen Metall besteht eine galvanisch abgeschiedene Goldschicht aus einer Legierung. Das Mitabscheiden von Legierungselementen erfüllt mehrere Zwecke:

- Erhöhung der Härte und Abriebsfestigkeit des an sich recht weichen Goldes,
- Beeinflussung der Farbe. Es lassen sich Goldlegierungen in den verschiedensten Farben mit zahlreichen Zwischentönen herstellen: Rotgold, Gelbgold, Weißgold, „Rosé“, auch grüne und blaue Farbtöne sind möglich. Zur Vereinfachung der Herstellung Lagerhaltung sind Goldfarben in verschiedenen Ländern genormt, in Deutschland in DIN 58682,
- Einsparung von Gold. Dabei wirkt sich ein Legierungszusatz doppelt aus: Einmal wird ein Teil des Goldes durch ein Legierungselement ersetzt, zum anderen wird die Dichte herabgesetzt, da alle üblichen Legierungselemente eine geringer Dichte als Feingold haben.

Der Goldgehalt der Schichten (Feingehalt) wird in Tausendteilen oder in Karat angegeben:

24 Karat = 1000,00 / 1000 Feingold

12 Karat = 500,00 / 1000 Feingold

18 Karat = 750,00 / 1000 Feingold

8 Karat = 333,33 / 1000 Feingold

14 Karat = 585,00 / 1000 Feingold

Kupfer und Kupferlegierungen

Das galvanische Abscheiden von Kupfer kann als das älteste galvanotechnische Verfahren bezeichnet werden. Jacobi brachte bereits im Jahre 1838 in St. Petersburg Kupfer aus Sulfatlösungen auf elektrolytischem Wege zur Abscheidung. Die Verkupferung aus cyanidhaltigen Elektrolyten setzt erst später ein.

Kupfer ist ein duktiles, mechanisch leicht zu bearbeitendes weiches Metall von rötlicher Farbe und ein sehr guter Leiter für den elektrischen Strom und für Wärme. Kupfer ist gegen Wasser, Salzlösungen und Säuren beständig unter der Voraussetzung, dass diese keinen gelösten Sauerstoff enthalten oder oxidierend wirken.

Anwendung von Kupferüberzügen

Niederschläge aus Kupferelektrolyten werden für viele Gebrauchsartikel der Automobil-, der Haushalts- und Büroindustrie abgedruckt. Bauelemente der Elektrotechnik, Kunstgegenstände und auch Nichtleiter werden verkupfert. Bei gedruckten Schaltungen und Kunststoffen hat die Verkupferung ein neues, zukunftsreiches Anwendungsgebiet gefunden.

Galvanisches Abscheiden von Bronze

Bei bronzefarbigen Niederschlägen muss unterschieden werden zwischen echten Bronzeüberzügen und imitierten Kupferlegierungsschichten. Letztere haben oft eine andere chemische Zusammensetzung als die normalen Kupfer-Zinngußbronzen, sind aber im Aussehen nicht von normalen Bronzen zu unterscheiden (z.B. Kupfer-Cadmium, Kupfer-Zink-Zinn und einige Kupfer-Zinn-Legierungen).

Bronzeniederschläge aus cyanidhaltigen Elektrolyten neigen noch stärker zu porösen Ausblühungen als Messingüberzüge. Diese Ausblühungen treten besonders bei Grundmetallen auf, bei denen Elektrolytreste in den Unebenheiten des Grundmaterials besonders hartnäckig festgehalten werden. Zur Verhinderung der Ausblühungen können die verbronzten Teile in einer schwefelsauren Alkalidchromatlösung nachbehandelt werden (wie bei Messing).

Vernicklung und Korrosionsschutz

Nickel spielt für den Korrosionsschutz eine bedeutende Rolle. Lange Zeit war man der Ansicht, dass bei einer Schichtkombination mit Nickel, das Nickel den eigentlichen Korrosionsschutz übernimmt, während z.B. das Chrom nur einen Anlaufschutz darstellt. Chrom hat jedoch eine genau so bedeutende Funktion hinsichtlich des Korrosionsschutzes. Durch geeignete Kombination von Schichten wie Kupfer/Nickel/mikrorissiges oder mikroporiges Chrom oder Kupfer/Doppelnickel/Chrom oder Doppelnickel/Chrom kann man ein Höchstmaß an korrosionsschützender Wirkung erreichen. Je nach Schichtkombination ist einmal das Nickel, ein andermal das Chrom mehr von Bedeutung.

Nickel ist gegenüber oxidierenden Atmosphären gut beständig, während seine Haltbarkeit gegenüber reduzierenden Atmosphären weniger gut ist. Hier vermag Kupfer Besseres zu leisten. In einer reduzierenden Atmosphäre wird ein System Kupfer/Nickel/mikrorissiges Chrom einem Nur-Nickelsystem überlegen sein.

Färben von anodischen Oxidschichten

Die nach üblichen Verfahren hergestellten anodischen Oxidschichten sind in frischgebildetem Zustand infolge ihrer Struktur in der Lage, Lösungen von Farbstoffen organischer oder anorganischer Art aufzunehmen. Hierbei ist es möglich, die verschiedenartigst gefärbten Aluminiumoberflächen herzustellen. Man verwendet also Verfahren mit Farbstofflösungen meist bei Schichten für dekorative Aufgaben.

Beim Färben mit organischen Farbstoffen werden frisch anodisierte Teile in Lösungen organischer Farbstoffe (0,5-5 %) getaucht. Als Eloxalfarbstoffe sind Farben der Alizarin-Reihe, verschiedene Metallkomplexe, Indigofarbstoffe und selbst Baumwollfarbstoff im Handel.

Es gibt verschiedene Verfahren zum anodischen Anodisieren von Aluminium, die wichtigsten sind Gleichstrom-Schwefelsäure, Wechselstrom-Oxalsäure, Gleichstrom-Oxalsäure, Wechselstrom-Gleichstrom-Oxalsäure, Gleichstrom-Schwefelsäure-Oxalsäure, Chromsäure, Ematal, Pigmental und Chromatal.

Anodische Oxidation von Aluminium

Im Gegensatz zu chemischen Oxidationsverfahren werden mit anodischen Verfahren je nach verwendetem Elektrolyten und den ausgewählten Verfahrensparametern wesentlich dickere Schichten erzeugt. In der Praxis werden Schichten zwischen 5 und 150 μm hergestellt.

Mit Hilfe von Gleich- und/oder Wechselstrom werden in geeigneten Elektrolyten harte, verschleißfeste und witterungsbeständige Oxidschichten gebildet. Wird Aluminium als Anode z.B. in verdünnter Schwefelsäure behandelt, so wandern in dem sich bildenden elektrischen Feld die negativ geladenen SO_4^- Anionen der Schwefelsäure und die OH^- Ionen des Wassers zur Anode. Dort reagieren sie mit Al -Ionen zu Aluminiumoxid.

Laut den Faraday'schen Gesetzen ist die Menge des gebildeten Aluminiumoxid proportional der durch die Anode geflossenen Strommenge. Man erzielt z.B. bei einem Stromdurchgang von 1 Ah/dm^2 eine Schichtdicke von $20 \mu\text{m}$. Wenn man, wie in der Praxis üblich, mit konstanter Stromdichte anodisiert, stellt sich die entsprechende Spannung aufgrund des Widerstandes der Oxidschicht sowie des Widerstandes des Elektrolyten ein.

Hartanodisieren

Werden Elektrolyte auf der Basis von Schwefelsäure/ Oxalsäure mit niedrigen Temperaturen betrieben, so erzielt man harte, verschleißfeste Oxidschichten. Solche Schichten sind porenärmer und in ihrem Aufbau dichter.

Hartanodisierschichten werden zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit und Verbesserung anderer tribologischer Eigenschaften hergestellt. Hartanodisierte Aluminiumteile werden auch in der Elektroindustrie verwendet, da solche Schichten eine sehr hohe Durchschlagsfestigkeit besitzen. In den meisten Fällen werden Hartanodisierverfahren mit Gleichstrom betrieben. Die Stromdichten können zwischen 1 und 5 A/dm² schwanken, während sich je nach Verfahrensvariante Spannungen bis zu 100 Volt einstellen können.

Die Teile müssen sehr gut kontaktiert sein und es ist dafür Sorge zu tragen, dass eine ausreichende Kühlung im Elektrolyten vorhanden ist. Im Mittel arbeiten die Elektrolyte um 0 °C. Verfahrensvarianten können auch bis -10 °C oder bei +10 °C betrieben werden. Gewisse Sonderverfahren arbeiten neben der Verwendung von Gleichstrom auch mit Wechselstrom, bzw. überlagertem Wechselstrom.

Grundbestandteile alkalischer Reiniger

<u>Alkalihydroxid</u>	Verseifung von tierischen und pflanzlichen Fetten, wobei die Seifen eine zusätzliche Reinigungswirkung hervorrufen.
<u>Tenside</u>	senken die Oberflächen- bzw. Grenzflächen- spannung ermöglichen die Emulgierung
<u>Phosphate</u>	machen Härtebildner des Wassers un- schädlich Verbesserung des Schmutzlösevermögens greifen Bunt- und Leichtmetalle kaum an
<u>Silikate</u>	besitzen gutes Schmutztragevermögen wirken auf Al, Zn schützend
<u>Karbonate</u>	Verbesserung der Emulgierwirkung Bunt- + Leichtmetalle werden kaum an- gegriffen gut abspülbar
<u>Borate</u>	wirken als pH-Puffer
<u>Komplexbildner</u>	binden gelöste Metallionen

Elektrolytische Entfettung

Die elektrolytische Entfettung als letzte alkalische Reinigungsstufe vor dem Galvanisieren erzeugt eine mikrofein gereinigte, Wasser benetzbare Oberfläche, die die Grundlage für ein haftfeste, gleichmäßige und fleckenfreie Galvanisierung bildet.

Es kommen fast ausschließlich alkalische Lösungen zur Anwendung, da sie eine bessere Leitfähigkeit besitzen und weniger korrodierend auf Elektroden und Badbehältern wirken. Der Stahlbehälter bzw. bei gummierten Behältern eingehängte vernickelte Stahlbleche dienen als Gegenelektrode.

Wirkungsweise:

- Abheben von Öl- und Schmutzresten durch intensive Gasentwicklung direkt an der Werkstückoberfläche.
- Wasserstoff an der Katode, Sauerstoff an der Anode
- Um auch in Hohlräumen und Winkeln eine ausreichende Wirkung zu erzielen, ist eine kurze Entfettungszeit mit hoher Stromdichte einer längeren mit geringer Stromdichte vorzuziehen.
 - Die Stromdichten liegen bei 10-20 A/dm², die Spannungen zwischen 6 und 10 V.
 - Die Temperatur liegt meist bei Raumtemperatur, durch Temperaturerhöhung lassen sich aber die Entfettungszeiten abkürzen.

Färben

Vorbehandlung der Teile

Voraussetzung einer einwandfreien Metallfärbung ist eine genauso sorgfältige Vorbehandlung wie vor dem Galvanisieren, da Oxid- und Fettschichten die chemische Einwirkung der Färbelösung verhindern. Sorgfalt ist auch bei der Zubereitung der Lösung erforderlich.

Braunfärbung von Kupfer und Messing

Beliebige Metalle lassen sich Braunfärben, indem man sie verkupfert und in Schwefelleber leicht anfärbt und danach mit einer Messing- Drahtbürste leicht durchkratzt. Dabei lassen sich verschiedene Brauntöne erreichen.

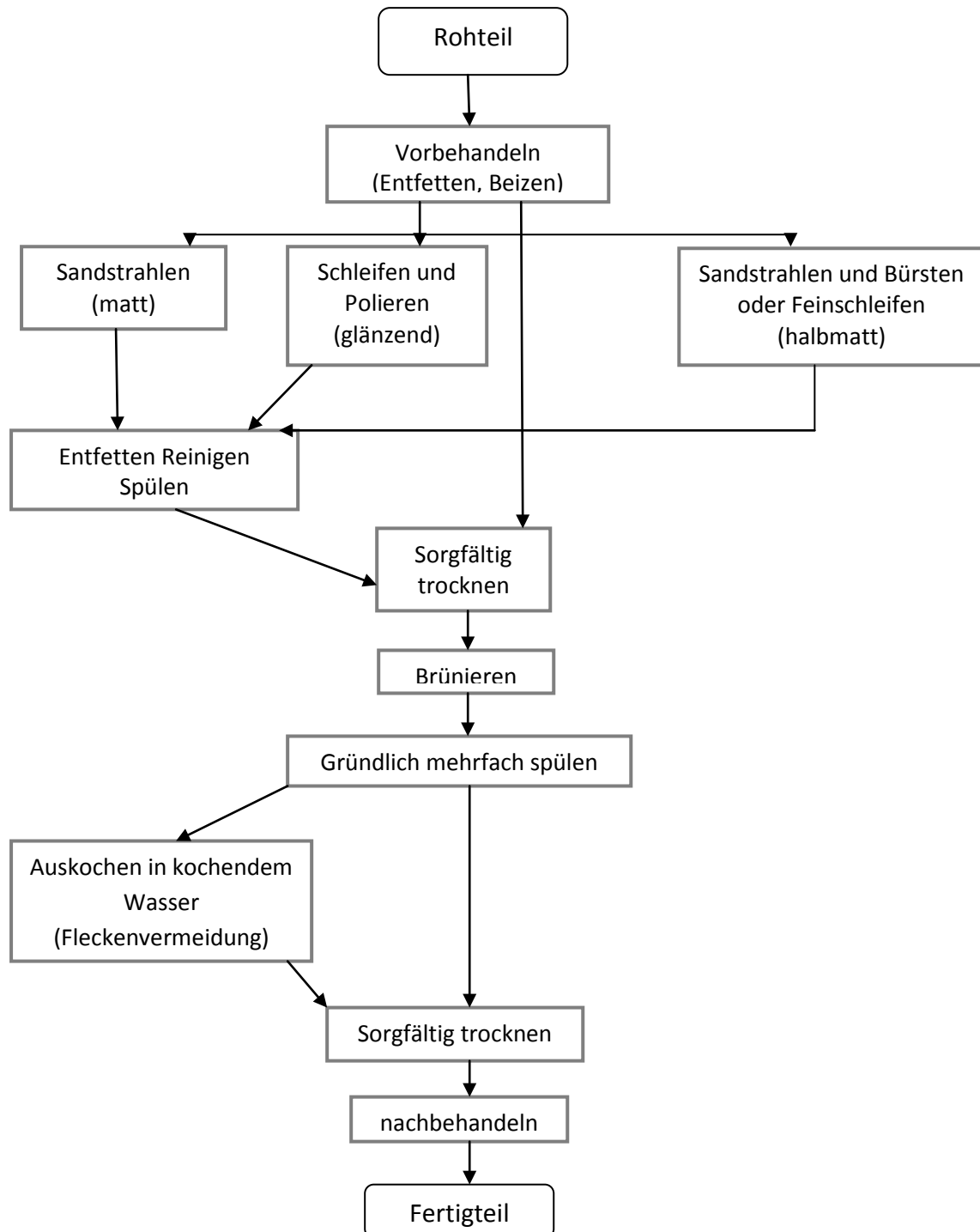
Schwarzfärbung (Altfärbung) von Kupfer, Messing und Silber

- Die übliche Methode für Schwarzfärbungen ist die Behandlung mit Schwefelleber.
- Je höher die Temperatur, umso schneller erfolgt die Einfärbung. Die Teile sollten dabei gut bewegt werden, besonders profilierte Teile.
- Sind die Teile blauschwarz, werden sie der Lösung entnommen, gespült und getrocknet.
- Messing und Silber sollten bei 60 °C behandelt werden.

Patinafärbung von Kupfer und Messing

- Künstliche Patina, ob hell oder dunkel, lässt sich nur auf reinem Kupfer ausführen
- Eine Erwärmung wirkt sich auf die Geschwindigkeit der Patinabildung aus
- Zu konzentrierte Lösungen sind ungünstig, da eine langsame Färbung die Schichten gleichmäßiger, haftfester und intensiver werden lässt. Die Ausbildung der Schicht erfolgt innerhalb einer Stunde.

Der Arbeitsablauf beim Brünieren



Elektrolyte zum galvanischen Verzinnen

Für das galvanische Verzinnen gibt es im wesentlichen zwei Arten von Elektrolyten:

- a) Saure Elektrolyte, in denen das Zinn in der zweiwertigen Form vorliegt (früher auch als Stannoverbindungen bezeichnet) sowie
- b) Alkalische Elektrolyten, in denen das Zinn in vierwertiger Ionenform vorliegt, in Sonderheit Verbindungen mit Natrium und Kalium (früher als Stanni-Verbindungen bezeichnet).

Die je Amperestunden abgeschiedene Zinnmenge ist daher bei den sauren Elektrolyten doppelt so groß wie bei den alkalischen. Die sauren Zinnelektrolyten haben eine etwas geringere Tiefenstreuung, die jedoch besser ist als bei anderen sauren galvanischen Verfahren. Der Wirkungsgrad beträgt praktische 100 %. Dagegen ist die Streufähigkeit bei den alkalischen Stannat-Elektrolyten wesentlich besser, der Wirkungsgrad beträgt jedoch beim Natriumstannat-elektrolyten nur ca. 85 % und beim Kaliumstannat-elektrolyten 90-95 %.

Aluminium

Aluminium ist ein „Werkstoff dieses Jahres“, es gehört zu den am meisten verwendeten Metallen und findet seinen Anwendung in vielgestaltiger Art. Neben der Dichte haben die gute chemische Beständigkeit und die silberhelle Farbe der Oberfläche mit dazu beigetragen, dass Aluminium immer häufiger Anwendung findet.

Durch Reaktion des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs, bildet sich auf der Aluminiumoberfläche sehr schnell eine dünne, fast farblose Oxidhaut, die das Metall schützt. Im Laufe der Zeit bilden sich durch Einflüsse in der Atmosphäre wasserhaltige Oxidschichten aus, die den metallischen Glanz von Aluminium teilweise verdecken. Die Aluminiumoberfläche erhält dann in Abhängigkeit der Legierung ein unauffälliges grauweißes Aussehen. In der Praxis wird die Bildung natürlicher Oxidschichten angewandt, indem man besondere Legierungen, die eine natürliche Oxidschicht schnell und verstärkt ausbilden, als wirtschaftliche Verkleidungselemente für Dach und Wände bei Fabrikhallen und Landwirtschaftlichen Gebäuden verwendet.

Eigenschaften von Chromschichten

- Elektrolytisch abgeschiedene Chromschichten sind silbern glänzend und haben eine Härte von 750-1200 HV 0,025.
- Auf den Chromschichten bildet sich unter Einwirkung von Sauerstoff eine dünne Oxidschicht, durch die die Chromschicht einen Edelmetallcharakter annimmt.
- Chromschichten haben eine hohe Verschleißfestigkeit gegen reibende und gleitende Beanspruchung, einen niedrigen Reibwert, eine hohe Oberflächenglätte und eine hohe Anlaufbeständigkeit auch bei höheren Temperaturen. Sie sind sehr widerstandsfähig gegen den chemischen Angriff der meisten Gase, Säuren, Alkalien und Salzlösungen.
- Bei Schwarzchromschichten ist die Reflexion um ca. 94 % vermindert.
- Die Deckfähigkeit von Chromelektrolyten ist schlecht. Als Maß kann die kritische Stromdichte benutzt werden, ab der eine Abscheidung beginnt.
- Die Streufähigkeit von Chromelektrolyten ist im Vergleich zu allen anderen sauren bzw. cyanidischen Elektrolyten sehr gering. Durch Hilfsanoden, Stromblenden und Vergrößerung des Abstandes Anode – Katode lässt sich das Problem technisch zufriedenstellend lösen.

Wasser in der Galvano-Technik

Das Wassermolekül besitzt durch seinen speziellen Aufbau Dipolcharakter. Durch die geringe Größe des Wassermoleküls und seine starke Dipolwirkung ist Wasser ein gutes Lösungsmittel für Salze, Säuren und Laugen.

Wasser dissoziiert in geringen Mengen in Wasserstoff und Hydroxionen, was Grundlage für die Definition des PH-Wertes ist. Der PH-Wert ist der negativ dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration.

Es gibt zwei verschiedenen Wasserarten. Einmal die natürlichen Wässer, z.B. Regenwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser, Meerwasser und zum zweiten die aufbereiteten Wässer, z.B. VE-Wasser (voll entsalztes Wasser), destilliertes Wasser (durch Destillation gewonnenes Wasser), Trinkwasser (enthält Chlorid und ist nicht geeignet für chloempfindliche Prozesse) und das Kreislaufwasser, dieses enthält verschiedene Verunreinigungen und wird in vielen Kühlprozessen verwendet.

Brünieren

Unter Brünieren versteht man die Umwandlung von Stahloberflächen in eine dichte, festhaftende, schwarze Eisenoxidschicht.

Beim Brünieren von Eisenwerkstoffen wird auf der Eisenoberfläche durch konzentrierte, stark oxidierende Lösung ein kompakter, dichter Oxidfilm erzeugt. Es gibt im Prinzip die Möglichkeit, in saurer, in alkalischer Lösung oder in Salzschnmelzen zu brünieren.

1. Saure Brünierlösungen enthalten neben anorganischen Säuren Schwermetallsalze wie z.B. Nickelsalze, die für eine Schwärzung der Oberfläche sorgen.
2. Alkalische Brünierlösungen erzeugen mit Hilfe konzentrierter oxidierender Salzlösungen bei Temperaturen um 140°C kompakter Eisenoxidfilme, die der Oberfläche ihr Aussehen geben. Die Konzentration der Reaktionslösungen liegt dabei bei etwa 400g Brüniersalz/l.
3. Brünieren in Salzschnmelzen erfolgt in alkalischen Gemischen oxidierender Salze (Nitrite/Nitrate) bei Schmelztemperaturen von etwa 320-360°C und Expositionszeiten von 15sek. bis 15min. Danach werden die Teile in großen Wasserbehältern abgekühlt und von Salzurückständen befreit.

Gold-, Silber- und Edelmetallelektrolyte

Goldelektrolyte

Je nach gewünschten Eigenschaften, Farbton und Goldgehalt der Schicht gibt es unzählige Elektrolyte, die meist individuell auf den Kunden zugeschnitten werden.

Elektrolytarten

- Stark saure Goldelektrolyte
- Schwach saure Farbgoldelektrolyte
- Neutrale Elektrolyte für Feingoldschichten
- Alkalische Goldelektrolyte auf Cyanidbasis

Im Unterschied zu anderen Elektrolyten gibt es bei Gold eine Vielzahl von Legierungselektrolyten und wenige Reingoldelektrolyten. Dabei erfüllen die Legierungszusätze entweder dekorative (Färbungen) oder technische (Härte, Abriebfestigkeit) Zwecke.

Eigenschaften und Anwendungen

- Gold ist widerstandsfähig gegen fast alle Gase, Säuren, Salze und Alkalien. Wesentlichste Eigenschaft des Goldes ist seine vollständige Beständigkeit gegen Korrosion durch Atmosphäre und Wasser.
- Bei der Farbvergoldung hängt die Farbe der Schicht nicht nur allein von den Legierungsbestandteilen ab, sondern auch von Stromdichte, Temperatur und Badbewegung.
- Technische Anwendungen beziehen sich vor allem auf Goldschichten für elektrische Kontakte (Steckverbinder, Leiterplattentechnik) und die Mikroelektronik.

Eigenschaften der Phosphatschicht

Die Farbe der Phosphatschicht ist hellgrau bis schwarzgrau, so dass diese Schichten für dekorative Zwecke ungeeignet sind. Beim Durchbiegen um 180° reißt die Phosphatschicht an den Biegungspunkten, ohne vom Grundmetall abzublättern. Phosphatüberzüge sind im Wasser unlöslich. Sie werden jedoch von verdünnten Säuren und Alkalien angegriffen und leicht aufgelöst.

Die Zink- oder Mangan-Phosphatschichten bestehen zu 95-98% aus sekundären oder tertiären Zink- oder Manganphosphaten und 2-5% Eisenphosphaten. Die Phosphatschicht enthält noch zahlreiche feine Poren und Hohlräume, so dass allein durch die Phosphatierung kein ausreichender Korrosionsschutz gewährleistet ist. Schon die feuchte Luft greift nach kurzer Zeit durch die Poren in einer nicht nachbehandelten Phosphatschicht das darunter liegende Eisen unter Bildung von Flugrost an.

Silberelektrolyte

Es gibt verschiedene Elektrolytarten:

- Vorsilberelektrolyte
- Mattsilberelektrolyte
- Glanzsilberelektrolyte

Eigenschaften und Anwendung

Mattsilberschichten besitzen eine Duktilität und eine hohe elektrische Leitfähigkeit. Für technische Zwecke werden überwiegend Silberschichten mit Schichtdicken zwischen 10 und 30 μm abgeschieden.

Glanzsilberschichten können eine Härte bis zu 180 HV erreichen. Hochglänzende Silberschichten besitzen außerdem das größte Reflexionsvermögen (bis 90 %) aller Metalle, das entsprechend genutzt wird (z.B. Reflektoren mit 0,05 bis 0,1 μm Rhodiumschicht als Anlaufschutz). Für technische Zwecke wird bei der Glanzversilberung eine Schichtdicke von 15 bis 40 μm abgeschieden. Bei der Glanzversilberung für dekorative Zwecke wird in den meisten Fällen eine Schichtdicke von 3 bis 15 μm abgeschieden. Ein erheblicher Teil der elektrolytischen Silberabscheidung nimmt die Besteckversilberung ein, wobei fast ausschließlich Glanzsilberelektrolyte zum Einsatz kommt. Die allgemein übliche Silberauflage für Besteckteile ist dabei die sogenannte 90er Silberauflage, d.h. auf je 12 Hauptbesteckteilen (Gabel, Löffel) werden 90 Gramm Silber abgeschieden.

Technische Anwendung:

Die technischen Anwendungen von Silberüberzügen umfassen weiterhin den chemischen Apparatebau (Schutz gegen korrodierende Medien), Steckverbinder und Kontakte. Dort wo das dekorative Aussehen im Vordergrund steht, ist in der Regel ein Anlaufschutz der Schichten erforderlich (Lacke, Chromatschichten, Rhodium).

Platinelektrolyte

- Platin ist aus stark sauren Elektrolyten abscheidbar, die Schichten sind spröde und weisen bei dicken Überzügen Risse auf. Sie sind daher nur für Schichtdicken von 1 bis 2 μm einsetzbar.
- Nach geeigneter Vorbehandlung können Nickel, Kupfer, Messing, Edelstahl, Gold und Silber beschichtet werden, außerdem Titan und Wolfram.
- Dicke Überzüge sind auch aus neutralen bis alkalischen wässrigen Elektrolyten abscheidbar, allerdings sind diese Elektrolyte sehr aufwendig in der Badführung.
- Sehr dicke Überzüge für technische Anwendung können aus cyanidischer Salzsäure bei 500 bis + 600 °C unter Schutzgas abgeschieden werden.

Eigenschaften und Anwendung

- Galvanisch abgeschiedenes Platin ist weiß mit leichten grauen Stichen deutlich dunkler als Rhodium.
- Die Überzüge haben eine hohe Härte von 600 HV und eine entsprechend sehr gute Abriebbeständigkeit.
- Im dekorativen Gebiet findet Platin besonders beim Schmuck, z.B. um Lötstellen zu überdecken. Es dient auch als Ersatz für das teurere Rhodium.
- Im technischen Bereich werden dickere Platinschichten vor allem als Beschichtung bei platinisiertem Titan oder Niobanoden angewandt.

Metallabscheidung durch Ladungsaustausch beim Tauchverfahren

Zur Metallabscheidung durch Ladungsaustausch wird das zu beschichtende Metall in die Lösung des abzuscheidenden Metalls getaucht.

Die Abscheidung erfolgt, weil das abzuscheidende Metall edler ist als das Grundmetall. Das Grundmetall geht in Lösung und lädt sich negativ auf. Die Ionen des abzuscheidenden Metalls wandern zur Grenzfläche und werden dort reduziert. Die Grundlage der Metallabscheidung durch Ladungsaustausch ist somit die Spannungsreihe der Metalle.

Das zu beschichtende Metall muss nach der Spannungsreihe der Metalle eine geringere Spannung aufweisen (unedleres Metall) als das abzuscheidende Metall (edleres Metall).

Das abzuscheidende Metall muss in einer Lösung in der Ionenform vorliegen. Die Abscheidungen durch Ladungsaustausch sind in der Galvanotechnik unter der Bezeichnung Tauchabscheidungen bekannt. Erfolgt der Ladungsaustausch bei erhöhter Temperatur, so verwendet man die Bezeichnung Sudabscheidung.