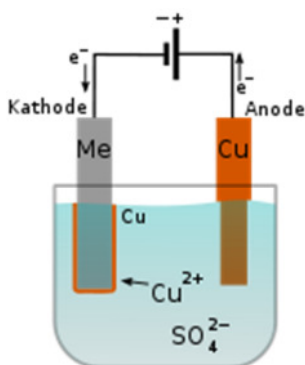


Grundlagen Galvanotechnik

Unter **Galvanotechnik** versteht man die elektrochemische Abscheidung von metallischen Niederschlägen (Überzügen) auf Gegenständen. Die Geschichte der Galvanik geht zurück auf den italienischen Arzt Luigi Galvani, der am 6. November 1780 den nach ihm benannten Galvanismus entdeckte.



Bsp. Galvanische Verkupferung eines Metalls (Me) im Kupfersulfatbad

Bei der Galvanik wird durch ein elektrolytisches Bad Strom geschickt. Am Pluspol (**Anode**) befindet sich das Metall, das aufgebracht werden soll (z. B. Kupfer oder Nickel), am Minuspol (**Kathode**) der zu veredelnde Gegenstand. Der elektrische Strom löst dabei Metallionen von der Verbrauchselektrode ab und lagert sie durch Reduktion auf der Ware ab.

So wird der zu veredelnde Gegenstand allseitig gleichmäßig mit Kupfer oder einem anderen Metall beschichtet. Je länger sich der Gegenstand im Bad befindet und je höher der elektrische Strom ist, desto stärker wird die Metallschicht (z.B. Kupferschicht).

Streng genommen wird noch zwischen der Galvanoplastik oder auch *Galvanoformung*, der elektrolytischen Herstellung von metallischen Gegenständen, und der Galvanostegie, der Herstellung metallischer Überzüge, unterschieden.

Der Begriff *Galvanostegie* ist heute fast vollständig durch den allgemeinen Begriff *Galvanotechnik* ersetzt worden. Weil immer weniger Reiterstandbilder benötigt wurden, geriet auch die Galvanoplastik etwas in Vergessenheit, erlebte aber eine kleine Renaissance im Zusammenhang mit der Mikrosystemtechnik, und zwar als *Mikrogalvanoformung*, auch Lithografisch-galvanische Abformung (LIGA)-Technik genannt.

Eine weitere Anwendung findet die Galvanoplastik beim Formenbau für das Spritzgießen von Kunststoffen.

Galvanische Verfahren

Generell wird zwischen funktionaler und dekorativer Galvanotechnik unterschieden. Letztere dient vorwiegend der Verschönerung von Gegenständen und muss für diesen Zweck gewisse technische Mindesteigenschaften besitzen. Beispiele für die **dekorative Galvanotechnik** sind die Kunststoffgalvanisierung, die Verchromung von Stahlrohrmöbeln und Motorrädern und die Vergoldung von Schmuck und Essbesteck.

Die **funktionale Galvanotechnik** dient dem Korrosionsschutz, dem Verschleißschutz, der Katalyse oder der Verbesserung elektrischer Leitfähigkeit. Beispiele hierfür sind die Verzinkung von Schrauben, die Beschichtung von Maschinenteilen mit Hartchrom, die Herstellung von metallischen, meist nickel- oder platinhaltigen Katalysatoren für die chemische Industrie oder Brennstoffzellen sowie die Vergoldung und Versilberung von elektrischen Kontakten. Elektrische Kontakte - so genannte Pins - aus unterschiedlichen Kupferwerkstoffen werden zumeist galvanisch verzinkt. Um zu verhindern, dass Stoffe des Grundmaterials durch die Zinnschicht hindurch - diffundieren, wird vor der Verzinnung in der Regel eine Nickel- oder Kupfer-Sperrschicht aufgetragen.

Auch die Herstellung optischer Datenträger (CDs/DVDs) in einem Presswerk basiert auf Galvanotechnik.

Galvanik/Galvanotechnik in der Arbeitswelt

Galvanisiert wird in einer **Galvanik**, die entweder in den metallverarbeitenden Betrieb integriert ist (*Betriebsgalvanik*) oder aber als Dienstleister, als *Lohngalvanik*, fungiert. Im weiteren Sinne werden auch Eloxalanlagen und andere (meist stromgetriebene) Verfahren als *Galvanik* bezeichnet.

Galvanische Anlagen sind in der Regel eine sehr lange Reihe von Wannen, in denen die verschiedenen Prozessschritte nacheinander erfolgen. Moderne Anlagen sind mehr oder weniger vollständig automatisch gesteuert. Sie werden von Galvanikern bedient.

Grundmaterial

Labortechnisch lassen sich heutzutage alle gängigen Grundwerkstoffe aus Metall sowie die meisten bekannten Nichtleiter / Kunststoffe beschichten. Bei der Kunststoffgalvanisierung / -beschichtung haben sich großtechnisch nur zwei gängige Verfahren der Polymerbeschichtung etabliert. Direktmetallisieren nach dem sog "Futuron Verfahren" sowie die konventionelle Prozessreihenfolge über Beizen - aktivieren stromlose Metallisierung als erste metallische Prozessstufe - Vornickel - Glanzkupfer - Glanznickel - Chrom sind hier speziell im dekorativen Segment anzutreffen.

Speziell in der Automobilbranche ist man durch hohe Qualitätsmerkmale und Forderungen der Hersteller gezwungen bis zu vier verschiedene Nickelschichten im Verbund abzuschneiden, um optimale Beständigkeit, Funktion und Aussehen zu erreichen.

Glanz

Die Qualität eines Werkstückes wird oft anhand des Glanzes bestimmt. Speziell bei dekorativen Anwendungen ist er von hoher Bedeutung. Für einen hohen Glanz werden in den verschiedenen Verfahren spezielle Glanzbildner eingesetzt. Es muss darauf geachtet werden, dass ein hoher Glanz die physikalischen Eigenschaften einer Schicht verändern kann. Es werden z. B. elektrische Leitfähigkeit, Härte, Lötbarkeit verändert.

Einebnung

Ist ein Grundmaterial rau, kann durch die geeignete Auswahl des galvanischen Verfahrens die Oberfläche geebnet werden. Diese Eigenschaft wird z.B. bei Lagern, Walzen oder dekorativen Anwendungen (siehe auch Glanz) genutzt.

Oberflächenhärte

Durch Einsatz von z.B. Chrom kann die Oberfläche eines Stahlwerkstückes gehärtet werden. Die Abriebfestigkeit und Gleiteigenschaft verbessern sich erheblich. Einsatzgebiet: Kolben eines Hydraulik-, Druckluftzylinders,...

Bei dem elektrochemischen Verfahren werden die Grundwerkstoffe einem elektrischen Feld ausgesetzt. Da ein elektrisches Feld sich nicht gleichmäßig einstellt, sondern vielmehr mit höheren Feldstärken zu scharfkantigen Stellen oder Enden einstellt, werden die Schichtstärken sich zu diesen Stellen erhöhen. Saure Verfahren zeigen gegenüber dem alkalischen Verfahren in der Regel eine wesentlich ungleichmäßigere Schichtdickenverteilung auf.

Beispiel: Ein sauer verzinktes Eisenrohr mit einem Durchmesser von 20 und einer Länge von 100 Millimetern, wird bei einer Schichtdicke von $8\mu\text{m}$ in der Mitte und an den Enden bis zu $20\mu\text{m}$ aufweisen. Ein alkalisch verzinktes Rohr dagegen maximal $10\mu\text{m}$.

Galvanogerechtes Konstruieren

Ein Werkstück konstruiert man galvanogerecht, indem man bestimmte Grundsätze berücksichtigt, welche den geplanten Galvanisierprozess begünstigen und mögliche Probleme vermeiden.

Durchgangslöcher sind günstiger als Sacklöcher. Letztere können je nach Durchmesser und Tiefe das Eindringen und Auslaufen der Prozessflüssigkeiten erschweren oder verhindern (Luftblasen). Verspätetes Austreten von Flüssigkeiten aus den Sacklöchern erschwert die Spülprozesse und kann zu nachträglicher Korrosion führen.

Abgerundete Konturen sind günstiger als scharfkantige Außen- und Innenwinkel: Erhöhte Abscheidung (bis hin zu Grat- oder Knospenbildung) an scharfen Außenkanten. Verminderte oder keine Abscheidung an scharfen Innenwinkeln.

Eine durchgehende V-Naht ist günstiger als ein Überlappungsstoß oder eine punktgeschweißte Verbindung: Werden zwei Flächen nicht dicht verschweißt, dann werden die Flüssigkeiten mittels Kapillarwirkung im Spalt "festgehalten". Die Schicht wird beim Trocknen durch diese Flüssigkeiten wieder zerstört. Dasselbe gilt für Bördelungen und Nietverbindungen.

Faradayscher Käfig: Bei einem rundherum geschlossenen Werkstück mit zu kleinen Öffnungen, kann in dem Werkstück kein elektrisches Feld entstehen. In diesem Bereich wirken nur rein chemische Verfahren. Bei einem elektro-chemischen Verfahren ist die Eindringtiefe normalerweise gleichzusetzen mit der Öffnung. D.h. bei einem Rohr mit einem Innendurchmesser von 2 cm, wird eine Beschichtung bis zu der Tiefe von 2 cm in das Rohr erreicht.

Werkstoffauswahl: Stähle mit hohem Kohlenstoffgehalt können die Haftfähigkeit der Schicht verschlechtern. Bei hochfestem Stahl besteht die Gefahr der Versprödung. Kombinationen verschiedener Werkstoffe an einem Werkstück können zu Problemen führen, z.B. wenn es bei der Vorbehandlung verschiedene Indikationen und eine gegenseitige Kontraindikation gibt.

Konstruktion und Werkstoffauswahl haben sehr großen Einfluss auf einen späteren Galvanisierungsprozess in Bezug auf mögliche Probleme und Wirtschaftlichkeit. Deshalb sollte bei Neukonstruktionen von Beginn an eine interdisziplinäre Arbeitsweise gewählt werden.

Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung nimmt in der Galvanotechnik einen sehr hohen Platz ein. Zu ihr gehören die ständige Analyse der Badparameter, wie Säure- und Metallgehalt, Kontrolle des Aussehens und Farbe der Schichten, Schichtdickenmessungen mittels Röntgenfluoreszenz, Ultraschall, Wirbelstromverfahren, Ablöseverfahren. Aber auch die Überprüfung des Rohmaterials.

Des Weiteren können noch überprüft werden: Oberflächenrauheit, Härte, Haftfestigkeit und Duktilität der Schicht, Oberflächenfehler (z.B. Poren, Risse) und Prüfung der Korrosionsbeständigkeit mittels Salzsprühversuch, Schwitzwasserklima, Corrodokote-Prüfung, CASS-Test (Essigsäure-Salzlösung).

Die Metallabscheidenden Eigenschaften der Elektrolyte werden mittels der Hull-Zelle gemessen.

Sonstiges

Weitere wichtige Punkte innerhalb der Galvanotechnik sind die Abwasseraufbereitung und der damit verbundene Umweltschutz, die Belehrung im Umgang mit gefährlichen Chemikalien und das Arbeiten im Labor.

Der galvanische Prozess

Grundsätzlich gilt vor jeder galvanotechnischen Abscheidung, dass die Oberfläche fett- und oxidfrei sein muss. Um dies zu erreichen wird eine wässrige Vorbehandlung durchgeführt, die sich aus folgenden Schritten zusammensetzt:

Heißentfettung :

Das Entfettungsmedium muss in der Lage sein, das Fett vom Werkstück zu trennen und dann dieses Fett in Lösung halten (Fett darf nicht mehr aufschwimmen) – um die Wirkung zu unterstützen wird das Medium auf ca. 60 °C erhitzt ("heiß")

Beizen :

Entfernung von Oxiden, bei Eisen „Rost“, wobei die vom Rost bereits „heraus gefressenen“ Rostmaserungen sichtbar bleiben; Zunder wird je nach Dicke evtl. nicht mehr vollständig entfernt; Lacke, Grundierungen und ähnliches werden nicht entfernt.

Elektrolytische Entfettung :

Chemismus analog der Heißentfettung, jedoch Unterstützung durch Strom :

Durch Anlegen von Strom kommt es im Entfettungsbad zur Elektrolyse von Wasser. Das Wasser wird aufgespalten zu Wasserstoff und Sauerstoff, wobei die Sauerstoffionen negativ, bzw. die Wasserstoffionen positiv geladen sind.

Ist das Werkstück als Anode geschaltet, also der Pluspol, so werden sich die negativ geladenen Sauerstoffionen am Werkstück sammeln. Immer zwei Sauerstoffionen werden sich zu einem Sauerstoffmolekül (Gas) zusammenlagern, welches dann sehr spontan aus der Flüssigkeit austreten wird und hierbei Schmutzpartikel vom Werkstück „wegsprengt“.

Die Reihenfolge dieser drei Vorbehandlungsbäder ist wie folgt logisch bedingt:

Zuerst wird **Vorentfettet**, damit die Beize überhaupt zum Rost kommt, anschließend wird **Nachentfettet**, wobei die "Sprengwirkung" der **elektrolytischen Entfettung** evtl. nur noch lose anhaftende Rost- oder Zunderpartikel entfernen kann.

Zwischen diesen Arbeitsschritten, wie auch zwischen allen nachfolgenden Arbeitsschritten, sind immer Spülgänge zwischengeschaltet, um ein Vermischen und somit Verschmutzen der Funktionslösungen zu vermeiden.

Galvanische Abscheidung

Sämtliche galvanische Abscheideverfahren haben den Nachteil, dass die Metallverteilung auf den Werkstücken stromdichteabhängig sehr unterschiedlich sein kann.

An Bereichen, an denen mehr Strom "ankommt" wird mehr abgeschieden, und umgekehrt.

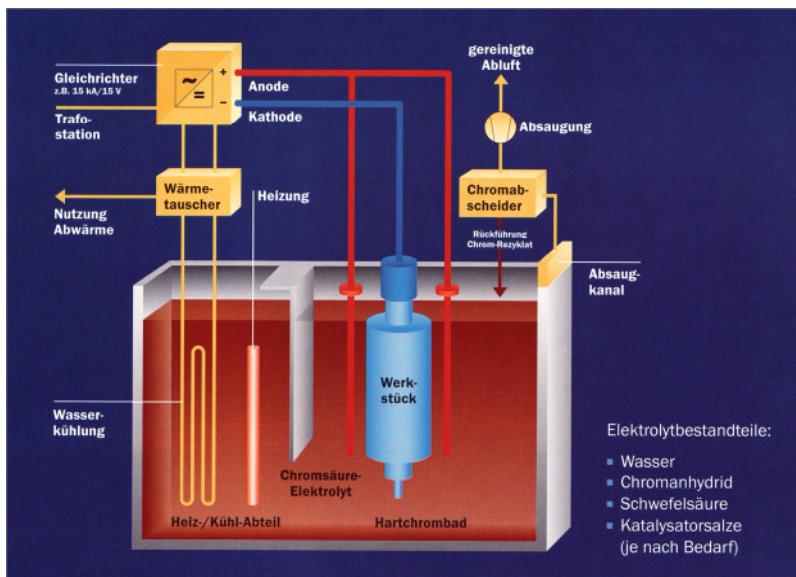
Bei relativ einfachen, gleichmäßig geformten Teilen kann man einigermaßen gleichmäßige Schichtverteilungen bekommen, bei ungleichmäßig geformten Teilen ist dies nahezu unmöglich. Die Schichtdicke wird durch Strommenge und Badzeit beeinflusst.

Chemische (Außen – Stromlose) Abscheidung von Metallen

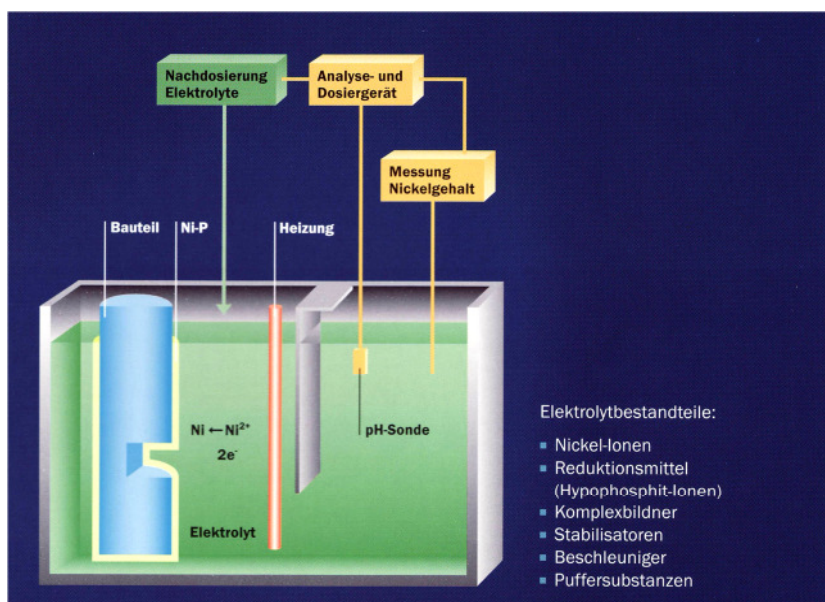
Das meist verbreitete und bekannteste Verfahren ist die chemische Vernicklung. Im Gegensatz zur galvanischen Metallabscheidung wird ohne Anlegen von Strom gearbeitet, d.h. es gibt keine Anode als Metalllieferant.

Das abzuscheidende Metall (Nickel) liegt ebenfalls in Form eines Metallsalzes vor. Beim Eintauchen eines metallischen Werkstückes kommt es zur Abscheidung von Nickel an allen eingetauchten Flächen. Der Schichtaufbau verläuft überall synchron, somit erreicht man sehr gleichmäßige Schichtdicken. Die Schichtdicke wird durch die Badzeit gesteuert. Neben der Nickelabscheidung kommt es auch zur Abscheidung des ebenfalls im Elektrolyten vorliegenden Phosphors.

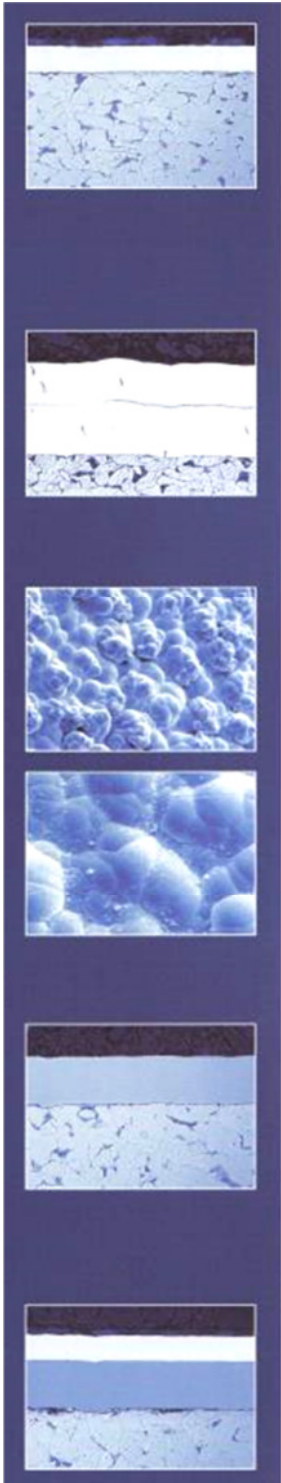
Prinzipaufbau **HARTCHROM**



Prinzipaufbau **CHEMISCH.NICKEL**



Übersicht Verfahrenstechnik :



Hartverchromung

Bei Mass Hartverchromungen arbeiten wir mit Schichtdicken bis 50µm bei einer Toleranzqualität von 7. Bei Bedarf können auch Hartchromschichten von mehr als 1mm aufgebracht werden. Diese Schichtdicken verlangen jedoch eine mechanische Nachbearbeitung z.B. Schleifen, Honen, Erodieren ... etc.

ANWENDUNGSGEBIETE :

Als Verschleiß- und Korrosionsschutz, zwecks Verbesserung der Reibwerte und Adhäsionseigenschaften, als Schutz vor chemischen Einwirkungen

Mehrschicht - Hartverchromung

Bei diesem Verfahren werden mehrere Hartchromschichten übereinander aufgebracht. Dadurch werden die natürlichen Mikrorisse überdeckt, womit ein erhöhter Korrosionsschutz erreicht wird.

ANWENDUNGSGEBIETE :

Für Werkstücke, welche vermehrt korrosiven Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, wie z.B. Hydraulikteile, Pneumatik, Chemische Industrie

Matt - Hartverchromung

Für eine harte, blendfreie Oberfläche ist die Matt-Hartverchromung der geeignete Oberflächenschutz. Mit einem Spezialverfahren werden auf elektrolytischem Weg matte Oberflächen erzeugt. Mit entsprechender Vorbehandlung wird eine definierte, reproduzierbare Oberflächenrauigkeit erreicht. Die Reflexion bzw. der Glanzgrad ist ebenfalls reproduzierbar. Die optische Wahrnehmung ist absolut richtungslos.

ANWENDUNGSGEBIETE :

Für die Produktion von technischen Laminaten, Folien, Frontplatten von Instrumenten, Skalaräder von Maschinen, Transportrollen für Brief- oder Geldsortieranlagen, Transportwalzen, Textilwaren sowie in der Optik und Möbelindustrie

Chemisch Nickel

Chemisch Nickel Schichten zeichnen sich als hervorragender Korrosionsschutz aus (Salzsprühtest nach DIN 50021SS - 1.000 Stunden). Bei der Beschichtung halten wir engste Toleranzen ein. Durch entsprechende Wärmebehandlung erreichen wir eine Härte von bis zu 900HV. Chemisch Nickel Schichten mit einem Phosphorgehalt von über 10,5 Gew.-% sind unmagnetisch.

ANWENDUNGSGEBIETE :

Formen-/Werkzeugbau, Kunststoffindustrie, Allgemeiner Maschinenbau

Chemisch Nickel - Hartchrom

Wird ein ausgeprägter Korrosionsschutz gefordert und gleichzeitig die Eigenschaften von Hartchrom verlangt, bietet diese Kombinationsschicht die perfekte Lösung

ANWENDUNGSGEBIETE :

Hydraulikteile in Gruben, Werkstücke in Meerwasser-Umgebung, Fahrzeugbau