

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

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 beschichtende 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 (auch *Galvanoformung* genannt), der elektrolytischen Herstellung von metallischen Gegenständen, und der Galvanostegie (engl. *electroplating*), 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 Abformungstechnik 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 - sogenannte Pins - aus unterschiedlichen Kupferwerkstoffen werden zumeist galvanisch verzinnt. Um zu verhindern, dass Stoffe des Grundmaterials durch die Zinnschicht hindurchdiffundieren, 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.

Galvanotechnik in der Arbeitswelt

Die Galvanotechnik kann in den Produktionsablauf eines metallverarbeitenden Betriebs integriert sein (*Betriebsgalvanik*) oder aber als Dienstleister, d. h. Fertigung von Auftragsarbeiten (*Lohngalvanik*), fungieren. Im weiteren Sinne werden auch Eloxalanlagen und andere (meist stromgetriebene) Verfahren als *Galvanik* bezeichnet. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es schätzungsweise 1500 galvanische Betriebe.

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 Oberflächenbeschichtern bedient. (Die frühere Bezeichnung "Galvaniseur" wurde vor einigen Jahren durch "Oberflächenbeschichter" ersetzt)

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 sogenannten Futuron-Verfahren sowie die konventionelle Prozessreihenfolge über Beizen aktivierte stromlose Metallisierung als erste metallische Prozessstufe (Schichtfolge: 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 abzuscheiden um optimale Beständigkeit, Funktion und Aussehen zu erreichen.

Glanz

Die Qualität eines Werkstückes wird oft anhand des Glanzes bestimmt. Dabei ist der Glanz metallischer Schichten nicht ohne weiteres mit physikalischen Messmethoden (Reflexionsgrad o.ä.) bestimmbar. Der sogenannte physiologische Eindruck des Glanzes einer Metallschicht kann durchaus von der definierten physikalischen Eigenschaft abweichen. 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 (z. B. elektrische Leitfähigkeit, Härte, Lötbarkeit) einer Schicht verändern kann.

Einebnung

Ist ein Grundmaterial rau, kann durch die geeignete Auswahl des galvanischen Verfahrens die Oberfläche geebnet werden. Der technisch bessere Ausdruck für Einebnung ist der Begriff Mikrostreufähigkeit. Diese Eigenschaft wird z. B. bei Lagern, Walzen oder dekorativen Anwendungen (siehe auch Glanz) genutzt.

Oberflächenhärten

Durch Einsatz von z. B. Chrom kann die Oberfläche eines Stahlwerkstückes gehärtet werden. Die Abriebfestigkeit und Gleiteigenschaft verbessern sich erheblich. Typische Einsatzgebiete sind die Kolben eines Hydraulik- oder 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 Durchmesser von 20 und einer Länge von 100 mm wird bei einer Schichtdicke von 8 µm in der Mitte an den Enden bis zu 20 µm aufweisen. Ein alkalisch verzinktes Rohr dagegen maximal 10 µm.

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 Galvanisierprozess 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 Metall abscheidenden 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 entstehende Metallüberzug ist meist nur hauchdünn.

Galvanisierverfahren (Überblick)

- Anodische Oxidation (Bei Aluminium auch Eloxieren)

- Beizen
- Brennen
- Brünieren
- Chemisches Galvanisieren durch Potentialdifferenz (Aussenstromlos) oder Reduktionsmittel, siehe dazu Reduktion.
- Chromatieren
- Elektrolytisches Galvanisieren
- Entmetallisieren
- Färben von Metall
- Gestellgalvanisieren
- Kunststoffgalvanisierung
- Leiterplattenherstellung
- Phosphatieren
- Tampongalvanisieren
- Tauchverfahren (früher Sudverfahren)
- Trommelgalvanisierung
- Veralisieren
- Verchromen
- Vorbehandlung in der Galvanotechnik
- Bandgalvanisieren
- Verstählen

Galvanische Elektrolyte

- Aluminiumelektrolyte
- Antimonelektrolyte
- Bleielektrolyte
- Bronzeelektrolyte
- Cadmiumelektrolyte
- Cobaltelektrolyte
- Chromelektrolyte
- Eisenelektrolyte
- Goldelektrolyte
- Indiumelektrolyte
- Kupferelektrolyt
- Manganelektrolyte
- Messingelektrolyte
- Nickelelektrolyte
- Nickel-Eisen-Elektrolyte
- Palladiumelektrolyte
- Platinelektrolyte
- Rheniumelektrolyte
- Rhodiumelektrolyte
- Rutheniumelektrolyte
- Silberelektrolyte
- Wismutelektrolyte
- Wolframelektrolyte
- Zinkelektrolyte
- Zinnlektrolyte