

Galvanisieren im Modellbau

Manche Technologien sind in Modellbauer-Kreisen kaum bekannt oder werden nur selten benutzt, obwohl diese sehr nützlich sein können - und preiswert dazu.

Dazu gehört beispielsweise die Galvanotechnik. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, bei dem (meist mittels Strom) in einem Bad Metallteile (Ionen) abgeschieden werden, die sich auf einem Teil absetzen, das den elektrischen Gegenpol leitet.

Das geschieht so lange, bis auf dem Teil ein etliche μm dicker, gleichmäßiger Metall-Überzug entstanden ist. Für diese Form von Beschichtung eignen sich unter anderem Kupfer, Nickel, Silber und Gold.

Schon beim lesen der Überschrift wird mancher Modellbauer sagen :“ Wozu selber galvanisieren, da doch fast alle Teile , die für den Modellbau nötig sind, in der gewünschten Materialbeschaffenheit im Handel erhältlich sind, oder man notfalls beim Juwelier verkupfern, vernickeln, versilbern oder vergolden lassen kann.“

Nun was das erste Argument betrifft, so bekommt man eben nicht alle für den originalgetreuen Nachbau erforderlichen Beschlagteile in dem gewünschten Material, besonders dann, wenn es sich um nicht so geläufige Maßstäbe handelt.

Was das zweite Argument angeht, so ist es zwar richtig, wird dann aber für den betreffenden Modellbauer zu einer äußerst kostspieligen Angelegenheit.

Dabei ist das Galvanisieren gar keine so schwierige oder geheimnisvolle Sache, wie sie dem Laien zunächst erscheinen mag. Genaue Kenntnis und

Befolgung einiger an sich einfacher Praktiken lassen den Erfolg nicht auf sich warten und belohnen den Bastler mit dem befriedigenden Gefühl der Selbstbestätigung, das ja immer ein nicht zu unterschätzender Faktor unseres Tuns ist.

So sollen nun im Folgenden die Praktiken erläutert werden, die ein Galvanisieren ermöglichen.

Es würde an dieser Stelle zu weit führen, den genauen chemischen und – elektro-physikalischen Vorgang wissenschaftlich darzulegen, dennoch müssen dem Laien die grundlegenden Abläufe verständlich werden, sollen ihm bei den einzelnen Arbeitsgängen keine Fehler unterlaufen, die den Erfolg in Frage stellen.

Das Prinzip des Galvanisierens

Beim Vorgang des Galvanisierens werden Werkstücke aus Metall bzw. andere auf der Oberfläche elektrisch leitend gemachte Materialien auf elektrolytischem Wege mit einer dünnen Metallschicht überzogen. Die Oberflächenqualität richtet sich ganz nach der Oberflächenbeschaffenheit der zu galvanisierenden Werkstücke. Eine edlere Metallschicht wirkt schön und schützt unedle Metalle vor Oxydation und Korrosion.

Glatte Flächen werden glatt, raue dagegen bleiben rau.

Darum an dieser Stelle gleich der erste wichtige Hinweis: Eine einwandfreie Oberfläche des Werkstücks ist unabdingbare Voraussetzung. Zum Galvanisieren braucht man elektrischen Strom und zwar Gleichstrom. Wechselstrom ist nicht brauchbar.

Ausreichende Gleichstromlieferanten sind z.B. Batterien und Akkus, soweit sie über eine ausreichende Kapazität verfügen. Wie groß diese sein muss, werden wir später sehen. Aber auch Ladegeräte, wie sie im Schiffsmodellbetrieb üblich sind, Autoladegeräte oder Netzgeräte für Taschenrechner usw. sind besonders gut geeignet.

Das zu galvanisierende Werkstück muss an den Minus-Pol (= Kathode) der Stromquelle angeschlossen werden. Den Plus-Pol bildet ein Stück Kuchenblech, also ein Material, das man auf das Werkstück aufgalvanisieren will. (In diesem Beitrag soll nur vom Verkupfern die Rede sein, da es die Grundlage des Galvanisierens ist.)

Natürlich kann man, allerdings unter einigen anderen Voraussetzungen, ebenso vernickeln, versilbern oder vergolden, doch darüber kann in diesem Beitrag nicht berichtet werden.

Als weiteres braucht man noch das galvanische Bad, das den Strom leitet, den so genannten Elektrolyten. Das ist in unserem Falle die Lösung des Kupfersalzes, bekannt unter dem Namen Kupfersulfat [CuSO_4], die in einem säurefesten Gefäß (Glas oder Plastik) untergebracht wird. Die Versuchsanordnung braucht an dieser Stelle da die Abbildung 1 genauestens darüber Auskunft gibt.

Auf vier Dinge sei aber sicherheitshalber verweisen:

1. Der Widerstand soll immer zwischen Plus-Pol und Anode liegen.
2. Werkstück und Anode dürfen sich nicht berühren (Kurzschluss)
3. Das Werkstück muss den Strom leiten. Das ist bei Metallen kein Problem. Bei nichtmetallischen Werkstücken muss die Oberfläche erst leitend gemacht werden. Wie das geschieht, wird später noch erklärt.
4. Chrom, Zink oder Aluminium lassen sich nicht galvanisieren

Wie bereits angedeutet, kann der chemisch-physikalische Vorgang an dieser Stelle nicht mit wissenschaftlicher Genauigkeit dargelegt werden. So viel aber soll in ganz grober Vereinfachung gesagt werden: beim einschalten des Stromes entlädt sich eine bestimmte Anzahl von Kupfer -Ionen des Elektrolyten, die sich dann auf dem Werkstück (Kathode) als metallisches Kupfer abscheiden. Eine ebenso große Menge Kupfer -Ionen geht aus der Anode in die Lösung über. Damit ist

zugleich gesagt, dass der Elektrolyt sich nie verbraucht, wohl aber die Anode, die ja leicht jederzeit durch ein neues Stück Kupferblech ersetzt werden kann.

Das Galvanisieren

Vorbereitung zum Galvanisieren

- Reinigen den **Metallgegenstand zum Galvanisieren**.
Er muss sauber und fettfrei sein. Danach möglichst nur noch mit Pinzette berühren.
Aktiviere die Oberfläche des Gegenstandes ca. 5 min in verdünnter Salzsäure HCl aq 1M . Nach dem Spülen mit Wasser ist der Gegenstand zum Galvanisieren bereit.
- Als **Stromquelle** dient ein Transformator.
Er transformiert 220V-Wechselspannung aus der Steckdose in regelbare Gleichspannung zwischen 0 und 20V. Flüssigkeit im Transformator könnte einen Kurzschluss verursachen. Stelle ihn zur Sicherheit erhöht.
- Schüttele das **Galvanisierbad** in der Flasche. Gieße es zum Galvanisieren in ein Becherglas mit passendem Volumen. Während dem Galvanisieren wird es nicht gerührt.
- Als **Anode** (hier **Pluspol**) wird beim Galvanisieren meist eine Kohle-Elektrode benutzt. Sie entzieht der Lösung Elektronen, nimmt aber selber an den chemischen Reaktionen nicht teil.
Die Kohle-Elektrode wird am Transformator-Pluspol angeschlossen, mit einer Klammer an einem Stativ befestigt und möglichst tief in das Galvanisierbad getaucht (vgl. Skizze). Als Anode kann auch ein entsprechendes Metallstück dienen, also Kupfer beim Verkupfern, Nickel beim Vernickeln etc. Metallanoden werden beim Galvanisieren oxidiert.

- Als **Kathode** (hier **Minuspol**) wird der zu galvanisierende Gegenstand geschaltet. Er wird mit einer Krokodilklemme mit dem Transformator-Minuspol verbunden und vollständig in das Galvanisierbad getaucht. Das Kabel kann mit einer Wäscheklammer befestigt werden.
- **Wende** den Gegenstand für eine **regelmäßige Metallschicht** beim Galvanisieren ab und zu. Setze die Krokodilklemme möglichst knapp an und und setze sie mindestens einmal um.
- **Vermeide Kurzschlüsse**. Der Gegenstand sollte keine anderen Gegenständen im Galvanisierbad und vor allem nicht die Anode berühren.
- **Spüle** den Gegenstand schließlich mit entmineralisiertem Wasser und **reibe** ihn **sofort** mit **Haushaltspapier ab**.

Erste und wichtige Aufgabe ist das gründliche Reinigen des Werkstücks. Metallische Werkstücke müssen zunächst von groben Schmutzteilen befreit werden und dann durch Schleifen und Polieren die erforderliche einwandfreie Oberfläche erhalten. Anschließend muss das Werkstück entfettet werden, was am sichersten mit Aceton geschieht.

Nachgründlichem Abspülen unter klarem Wasser und trocknen darf das Werkstück nun nicht mehr mit den Händen berührt werden, da der auf dem Werkstückverbleibende Handschweiß unweigerlich Fehlstellen ergäbe.

Gegenstände aus Stahl, Eisen, Zink oder Zinn können nicht zuerst verkupfert werden, da saures Kupfer darauf nicht hält. Tragen Sie zunächst eine Nickel-Schicht auf, dann klappt es.

Nickel ist hingegen ein idealer Auftrag für Teile, die selbst aus Messing angefertigt wurden und nun silbern statt Messing-Farben glänzen sollen, beispielsweise die Radreifen selbst gebauter Räder, Türgriffe oder Handräder.

Auch Kunststoff-Teile können - mit einem Trick - galvanisch behandelt werden. Dazu lackieren Sie diese zunächst mit Silberleitlack (ebenfalls bei Conrad erhältlich). Wenn dieser leitfähige Auftrag gut durchgetrocknet ist, müssen Sie die Teile zunächst verkupfern und können sie dann vernickeln oder versilbern.

Bei nichtmetallischen Gegenständen erfolgt ebenfalls eine gründliche Reinigung und anschließend wird das Werkstück zunächst einmal mit einem Schutzlack überzogen. Bei porigem Material wie z.B. Holz sollte man vor dem Auftrag des Schutzlackes genügend grundieren und schleifen, um eine geschlossene Oberfläche zu bekommen. Als Schutzlack eignet sich sehr gut Zaponlack, der im Verhältnis 1 Teil Lack / 2 Teile Verdünner genügend flüssig aufbereitet wird. Bevor nun der Leitlack aufgetragen wird, bohrt man an einer Stelle des Werkstückes, die später nicht mehr sichtbar sein wird, ein Loch von 0,5 bis 0,8 mm Durchmesser. In diese Bohrung führt man einen Kupferdraht von gleicher Stärke (auf festen Sitz achten), dessen freies Ende so lang bemessen wird, dass es nach dem Eintauchen des Werkstückes in das Galvanisiergefäß noch ein wenig über dessen Rand herausragt. Hier kann man das leicht der Minus Pol angeschlossen werden. Nach beendeter Galvanisierung wird der Draht vom Werkstück wieder abgekniffen. Nun muss die Oberfläche des Werkstückes elektrisch leitend gemacht werden. Dies geschieht durch das Auftragen eines Leitlackes.

Der Handel bietet dafür verschiedene Lacke an wie Graphitlack, Ferrographitlack und Silberleitlack. Letzterem ist der Vorzug zu geben, da bei Verwendung dieses Lackes die besten Oberflächen erzielt werden. Zwar ist der Silberleitlack etwas teurer, was sich jedoch durch ein besonders befriedigendes Ergebnis auszahlt. Sollte am Ort kein Fachgeschäft sein, kann die Bestellung unter www.conrad.de ausgegeben werden.

(Bestellnummer 53 00 42 -33 / 5, 45/ 3g)

Mit 10 Gramm Silberlack kann man bei sparsamem Umgang ca. 1 qm² beschichten. Das Aufbringen des Leitlackes muss nun besonders sorgfältig geschehen.

Mit einem ganz weichen Haarpinsel trägt man ihn schnell und mit wenigen Strichen auf das Werkstück auf. Längeres Verstreichen ergibt eine raue Oberfläche, da der Lack bereits beim Streichen anzieht.

Besonderes Augenmerk richte man auf einen geschlossenen Oberflächenauftrag, da schon nadelspitze feine Poren spätere Fehlerstellen ergeben. Als Galvanisierungsgefäß wählt man praktischerweise ein kleines rundes Glas- oder Plastikgefäß. Allerdings muss dann die Anode ringförmig der inneren Gefäßwandung angepasst werden, weil dadurch eine optimale Stromverteilung erreicht wird. Für die Anode wählt man 0,5 – 0,8 mm starkes Kupferblech, das in einen ca. 2 cm starken Streifen geschnitten mit einem freien Ende aus dem Galvanisierungsgefäß herausragt, um den Plus-Pol anschließen zu können. Den Elektrolyten stellen wir uns selbst her, indem wir Kupfersulfat und Schwefelsäure in Wasser auflösen. Kupfersulfat und 10%ige Schwefelsäure bekommt man in eine Apotheke. Das Mischungsverhältnis sieht folgendermaßen aus: 400 ml Wasser, 65gr. Kupfersulfat, 125ml 10%ige Schwefelsäure .
Achtung: Bitte die Säure immer nur in das Wasser schütten, nie umgekehrt.

Da der Elektrolyt immer wieder verwendet werden kann, sollte man ihn nach Gebrauch in einer säurefesten Plastikflasche aufbewahren.

Verunreinigungen des Elektrolyten kann man ganz einfach mittels Filterpapier herausfiltern. Das ist wichtig, da eventuelle

Verunreinigungen die galvanisierte Oberfläche des Werkstückes verunzieren, wenn sie in die Kupferschicht hineinwachsen. Wichtig sind nun vor allem die Ströme und Spannungen. Ideal ist eine Spannung von 0,5 bis 1,0 Volt, aber auch höhere Spannungen sind durchaus geeignet. Dagegen sollte man sich an das errechnete Maß der Stromstärke halten um eine gleichmäßige Oberfläche zu erreichen.

Höhere Spannungen lassen sich durch geeignete Widerstände auf das erforderliche Maß bringen. Die Stromstärke sollte zwischen 10-20mA pro cm² zu galvanisierender Fläche liegen. Die Oberfläche eines Werkstückes lässt sich auf vielerlei Weise ermitteln und dürfte wohl keine Schwierigkeiten machen. Auch ungefähre Schätzungen führen zum Ergebnis.

Die folgende Tabelle zeigt die Werte für die wichtigsten vier Elektrolyte. Dabei muss der Strom-Wert mit den cm² der Oberfläche des zu behandelnden Teils multipliziert werden. Formeln zur Flächen-Berechnung finden Sie bei Grundlagen: Mathematik.

Elektrolyt	Spannung	Strom je cm ²
Kupfer, sauer	1 - 3V	10 - 20mA
Nickel, sauer	2 - 4V	10 - 50mA
Silber, sauer	1 - 3V	10 - 30mA
Gold, alkalisch	2 - 3V	20 - 50mA

Als nächstes muss die richtige Anode gewählt werden.

Anode	Eignung
Kupfer	Kupfer
Nickel	Nickel
Edelstahl	Silber, Gold

Zu berechnen wäre lediglich der in die Schaltung einzubauende Widerstand, um die erforderlichen Stromstärke zu erhalten. Nach der Formel $R = U / I$ erhält man den Wert des Widerstandes, wenn man für I den gewünschten Strom einsetzt.

Bsp:

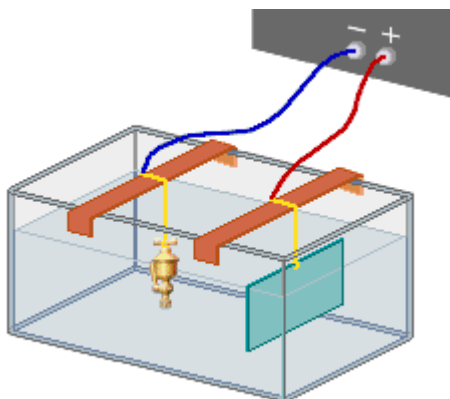
Die zu galvanisierende Fläche beträgt 5 cm². Das erfordert einen Strom von wenigstens 50mA = 0,05 A. Weist die Stromquelle eine Spannung von 3V auf, so ergibt das einen Widerstand

$$R = U / I = 3 / 0,05 = 60 \text{ Ohm.}$$

Da 60 Ohm der Gesamtwiderstand der Schaltung ist, müssen wir noch den inneren Widerstand der Stromquelle abrechnen. Bei einem Taschenrechnerladegerät beträgt er meist 10 Ohm bei einer Spannung von 3V und 20 Ohm bei einer Spannung von 6 Ohm. Bei einem Autoladegerät mit 6 V bzw. 12 V ist der Innenwiderstand so gering, dass wir ihn vernachlässigen können. Das gleiche gilt auch für den Elektrolyten. 50 Ohm müsste demnach der in unserem Beispiel vorzuschaltende Widerstand betragen. Beim Kauf der Widerstände achtet man darauf, dass sie eine Leistung von 1 Watt bei 3 Volt und eine Leistung von 2 Watt bei 6 Volt vertragen. Da diese Widerstände nicht teuer sind, sollte man sich gleich ein kleines Sortiment zulegen. Durch Serienschaltung oder Parallelschaltung lassen sich dann leicht alle erforderlichen Vorschaltwiderstände zusammenstellen. Da der erforderliche Strom, wie aufgezeigt, eine ziemliche Toleranzbreite aufweist, kommt es auf einige Ohm mehr oder weniger nicht so genau an, aber bitte immer auf die Leistung achten. Sie ergibt sich aus folgender Formel:

$$U \times I = W$$

Prinzip des Galvanisierens (Aufbau):



Wie in der Prinzip-Skizze gezeigt, wird die Anode mit dem Pluspol der Stromquelle verbunden und das Werkstück, die Kathode, mit dem Minuspol. Je nach Anordnung kann es nötig sein, vor der Anode ein gelochtes Stück Kunststoff anzubringen, um Kurzschlüsse zu verhindern.

Wenn das Elektrolyt eingefüllt ist und das Netzteil in Betrieb genommen wurde, beginnt der Abscheidungs-Prozess. Als grobe Faustregel kann gelten, dass sich bei Kupfer eine Schicht von etwa einem Mikrometer (μm , $1 \div 1000\text{mm}$) bildet.

Während des Galvanisierens sollte das Werkstück öfters bewegt werden. Es kann auch, je nach Größe, nötig sein, die Lage des Anschlussdrahts öfters zu ändern, da sich der Strom immer den Weg des geringsten Widerstands sucht.

Machen Sie ein paar Versuche mit der Stromstärke. Flache Gegenstände mit unregelmäßiger Form und Oberfläche benötigen weniger Strom als voluminöse, glatte Körper

Nacharbeiten

Nach Beendigung des Galvanisierens muss das Werkstück sofort mit einer Seifenlauge gereinigt und unter klarem Wasser nachgespült werden, um die Säurereste des Elektrolyten zu beseitigen, sie können sonst später den Kupferbelag angreifen. Die Oberfläche des Werkstückes zeigt sich nun ganz hell und matt. Durch anschließendes Schleifen und Polieren erzielt man eine glänzende Oberfläche. Werkstücke, bei denen das Schleifen problematisch wird, können durch einen zweiten Galvanisierungsvorgang auf Hochglanz gebracht werden. Dazu benötigt man allerdings einen so genannten Glanzkupfer-Elektrolyten, den man nicht selbst herstellen kann.

(Bezugsquelle : Fachhandel)

Welche endgültige Kupferfärbung das Werkstück zeigen soll. Ist dem Geschmack des Modelbauers überlassen. Durch Oxydieren wird das Kupfer dunkler bis hin zum Bronzeton.

Häufiges Abgreifen mit den Fingern kann den Oxydationsvorgang beschleunigen. Dies kann durch einen Auftrag mit Zaponlack in dem Stadium gestoppt werden.

Wichtiger Hinweis:

Bei der Anleitung zum Glanzverchromen brauchen Sie die Hilfe eines Apothekers um das galvanische Bad herstellen lassen.

Der Chemie-Fachhandel darf keine Chemikalien an Privatpersonen kaufen!!!

Zur Herstellung des Elektrolyten muss unter anderem 20%ige Schwefelsäure in Wasser gelöst werden. Dies kann von einem Apotheker gemacht werden.

Mögliche Fehler

<u>Fehler</u>	<u>Mögliche Ursache</u>	<u>Lösung</u>
Wasserstoffgasentwicklung	Zu hohe Badspannung	Herabsetzen der Badspannung
Starke Gasentwicklung	Zu geringer Metallgehalt des Bades	Zugabe von Metallsalz Bei unlöslichen Bädern Metallergänzung zugeben
Tropfen / Inselbildung	Zu geringe Badspannung Entfettungsbad verbraucht	Höhere Badspannung Neues Entfettungsbad
Zu geringe Stromdichte	Metallgehalt des Bades zu gering	Metallsalz zugeben
Bei genügende Badspannung kein / zu geringer Stromdurchgang	Fehlerhafte Stromführung Keine Anoden im Bad Kontakte verschmutzt	Leitungen überprüfen Anoden einhängen Kontakte reinigen
Mangelhafte Tiefenstreuung bei tiefliegenden Flächen	Zu niedrige Stromdichte Ungünstige Anodenanordnung	Stromdichte vergrößern Anodenanordnung ändern
Überzug ist fleckig	Grundmetall unsauber Schlechtes Spülen Fehlerhaftes Trocknen	Anlauf / oxidschichtendurch beizen / abkochen entfernen in sauberem Wasser spülen schwenken in Spiritus , mit heißer Luft abblasen
Überzug heftet schlecht oder gar nicht	Grundmetall unsauber / nicht fettfrei	Grundmetall säubern / entfetten
Überzug ist rau oder porig	Bad ist verunreinigt	Bad säubern
Ränder / Ecken weisen rauen , schwammigen und pulvrigen Überzug, der verbrannt / verfärbt ist	Zu hohe Stromdichte Zu geringer Metallgehalt Zu langsame Warenbewegung	Stromdichte herabsetzen Metallsalz zugeben Ware schneller bewegen