

# Grundlagen für Einkäufer und Konstrukteure

Z.O.G.-Seminar auf Burg Boetzelaer



*Die ehemalige Ruine Burg Boetzelaer am Niederrhein wurde zu einem Treffpunkt für Tagungen renoviert und umgebaut. Die Kombination aus alter Bausubstanz und moderner Architektur scheint prädestiniert für ein Zusammentreffen von Galvanotechnik mit Einkäufern, Konstrukteuren und Designern – was am 8. Juli 2014 Wirklichkeit wurde.*

Galvanische Beschichtungen sind wichtige Fertigungsschritte bei der Herstellung von dekorativen und technischen Produkten und stellen meist den



Altes Gemäuer trifft Galvanotechnik: Seminarraum auf Burg Boetzelaer  
Großes Foto ganz oben: Wikipedia

letzten Bearbeitungsschritt vor der Montage dar. Wichtige Vorgaben z. B. Toleranzen bei der Maßhaltigkeit müssen eingehalten werden und gleichzeitig höchste Anforderungen an Schichten im Hinblick auf dekorative Ansprüche, mechanische Belastbarkeit oder beste Korrosionseigenschaften gestellt werden, um nur einige Qualitätsmerkmale zu nennen. Die praktische Umsetzung an die gewünschte Oberflächenbeschichtung ist für Konstrukteure, Designer und Einkäufer oft schwieriger als sie es sich wünschen würden. Dabei sollen immer die anfallenden Kosten im Blick behalten werden. Einhalten galvanischer Grundsätze, Auswahl der richtigen Beschichtungssysteme und gelegentliche Rücksprache mit der galvanischen Fachfirma würden die Qua-



Speisen wie die alten Rittersleut'

lität der Fertigungsstücke deutlich verbessern, die Ausschussquote reduzieren und die Kosten senken. Dieser Aufgabe hat sich das Expertenteam des Z.O.G. gestellt und in 9 Vorträgen den Teilnehmern die Grundlagen der Galvanotechnik in einfacher Weise vermittelt und an Beispielen aus der Praxis veranschaulicht.

Gleich bei der Begrüßung und der Vorstellungsrunde, die von Erich Arnet, Geschäftsführer des Z.O.G., geleitet wurde, zeigte sich, dass das Interesse an dem Thema über die angesprochene Zielgruppe hinausging.

Eingeführt in die Thematik wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Günter Wirth, Laborleiter und Technischer Service Nichtedelmetalle der Umicore Galvanotechnik GmbH Schwäbisch Gmünd, der zunächst über die „Grundlagen der chemischen und elektrochemischen Metallabscheidung“ referierte.



Erich Arnet führte die Teilnehmer durch die Welt der Edelmetalle und durchs Programm

Auf sehr anschauliche Weise hat er seine Zuhörer in die Welt der „elektrochemischen Prozesse zur Beschichtung verschiedener Werkstoffe mit metallischen oder nichtmetallischen Schichten aus wässrigen Lösungen“ entführt. Und damit ist der wichtigste Stoff für die galvanische Abscheidung bereits genannt: das Wasser. Alle für die Beschichtung notwendigen Substanzen werden zu einem Elektrolyten in Wasser gelöst. Hieraus erfolgt die Metallabscheidung durch Reduktion der in der Lösung befindlichen Metallionen. Als Reduktionsmittel dient entweder eine äußere Gleichstromquelle oder ein ebenfalls in der Lösung befind-

liches Reduktionsmittel. Weitere Chemikalien dienen der Einstellung von Dichte, pH-Wert und der Leitfähigkeit in der Lösung. Ein für jeden Elektrolyten ausgetüftelter Cocktail an Netzmitteln, Einebnern und Glanzbildnern sorgt für die gewünschten Eigenschaften der Schichten. Das alles kann nur funktionieren, wenn die physikalischen Bedingungen wie Temperatur und Flüssigkeitsbewegung eingehalten werden.

Der für den Anwender wesentliche Unterschied zwischen der elektrolytischen Abscheidung und der chemischen – oder auch außen stromlosen – Abscheidung ist die unterschiedliche Schichtdickenverteilung beider Verfahren auf den Werkstücken. Bei der elektrolytischen Abscheidung ist die abgeschiedene Stoffmenge proportional der Strommenge. Allerdings werden aufgrund der Faraday'schen Gesetze unterschiedliche Feldstärken um das Werkstück herum angetroffen. Diese sind an Ecken und Kanten besonders hoch,



Auch Günter Wirth (Umicore, Schwäbisch Gmünd) trug seinen Teil zum Wissenstransfer bei

vergleichbar mit einem Blitzableiter und führen hier zu höheren Schichtdicken, auch Hundeknocheneffekt genannt. Hingegen wird im Bereich niedriger Feldstärke eine geringere Schichtdicke erreicht. Das kann soweit führen, dass in Innenecken oder bei Hinterschneidungen keine Abscheidung beobachtet wird. Die chemischen oder außenstromlosen Verfahren bilden da-gegen auf der gesamten Oberfläche gleichmäßige Schichtdicken. Die Auswahl der Elektrolyte ist nicht sehr groß und die Verfahren sind deutlich aufwendiger. Dennoch gibt es eine Vielzahl an Anwendungen, die diesen Aufwand rechtfertigen.

Günter Wirth hat mit seinen Ausführungen nicht nur gezeigt, wie galvanische Schichten entstehen. Er hat die Zuhörer für die Notwendigkeit galvanischer Schichten in unserem täglichen Leben sensibilisiert. Sogar „alte Hasen“ konnte er mit der Zahl 56,3 Trilliarden beeindrucken. Das ist die Zahl der Kupfer-Ionen, die benötigt werden, um eine Fläche von  $1 \text{ dm}^2$  mit  $1 \mu\text{m}$  Kupfer zu beschichten.

Günter Wirth vertiefte das Thema in seinem 2. Vortrag „Nichtedelmetallschichten Aufgaben und Anwendungen“. Hierbei konzentrierte er sich auf die Elemente Kupfer, Nickel, Chrom und Zink sowie Legierungsabscheidungen dieser Elemente. Die Oberflächentechnik basiert auf der „Funktionssteuerung zwischen Volumen des Bauteils und den Eigenschaften seiner Oberfläche“. Innovative Produkte lassen sich mit wirtschaftlichem Materialeinsatz herstellen und getrennt hiervon die Eigenschaften der Oberflächen optimieren. Mögliche Anforderungen an Oberflächen sind:

- Mechanischer Schutz
- Barriere Funktion (Diffusion)
- Grenzflächenwechselwirkung (Benetzbarkeit)
- Elektrische Funktion (Leitfähigkeit)
- Optische Funktion (Reflexion, Dekoration)
- Haptik
- Korrosionsschutz

Nichtedelmetalle werden meist in Kombination als Schichtsysteme abgeschieden. Dabei werden die jeweiligen besonderen Eigenschaften der Metalle im Hinblick auf die oben genannten Oberflächenanforderungen aber auch unter Berücksichtigung des ein-



Die Köpfe der Teilnehmer rauchten mit dem Kamin um die Wette

gesetzten Grundmaterials ausgewählt. Kupfer wird aufgrund seiner elektrischen Leitfähigkeit, seiner Duktilität, seines Dehnungsvermögens und seiner Korrosionsbeständigkeit gerne als Erstsicht bei problematischen Grundmaterialien und als duktile Zwischenschicht zur Aufnahme thermischer Spannungen eingesetzt. Nickel dient als Diffusionsbarriere z.B. unter Gold, aber auch als Grundlage für nachfolgende Beschichtungen und gibt so den optischen Eindruck des Endprodukts vor.

Beide Metalle dienen als Bestandteil von Mehrschichtsystemen, verbessern das Korrosionsverhalten und werden zur Erzeugung porenarmer Überzüge eingesetzt. Durch Wahl des Elektrolyten bzw. der zugesetzten Chemikalien, können Einebnung und Glanzgrad bei beiden Metallen eingestellt werden.

Chrom hingegen dient ausschließlich als Endsicht, da es selber nicht beschichtet werden kann. In dieser Funktion ist es unter den Nichtedelmetallen unübertroffen. Härte Abriebbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit sind die Eigenschaften galvanisch abgeschiedenen Chroms, durch die es gleichermaßen bei funktionalen als auch dekorativen Oberflächen unser tägliches Leben bestimmt.

Zink findet seine Berechtigung als Korrosionsschutz von Eisen und Eisenlegierungen und wird ebenfalls als Endsicht eingesetzt. Seine dekorative Wirkung ist vergleichsweise gering, so dass verzinkte Teile überwiegend im nicht sichtbaren Bereich vorkommen. Einen großen Stellenwert nehmen inzwischen Abscheidungen von Legierungen ein. So bildet z.B. Zink zusammen mit Nickel, Kobalt, Eisen oder Zinn Legie-



rungen, die Härte und das Korrosionsverhalten gegenüber reinen Zinkschichten übertreffen.

Nickel nimmt als Legierung mit Phosphor eine Sonderstellung ein. In den bereits erwähnten „außenstromlosen Elektrolyten“ werden durch Reduktion aus dem Elektrolyten Legierungen mit sehr gutem Korrosionsschutz, hoher Härte und Verschleißbeständigkeit sowie mit einer gleichmäßigen Schichtdickenverteilung über das gesamte Bauteil abgeschieden. Die Anwendungen fallen überwiegend in den funktionalen Bereich und rechtfertigen den höheren Aufwand an Wartung und Führung der Elektrolyte.

Kupfer-Zinn oder Kupfer-Zinn-Zink Legierungen, auch bekannt als Bronze oder unter dem Handelsnamen Miralloy® bekannt, werden aufgrund der bestehenden Allergieproblematik als Nickelersatz auf Artikeln mit Hautkontakt eingesetzt.

Günter Wirth hat mit seinem Vortrag die Bedeutung galvanisch abgeschiedener Metalle für den Schichtaufbau vorgestellt und die Möglichkeiten der Abscheidung von Legierungen und unterschiedlichen Schichtaufbauten als wichtige und unerlässliche Bestandteile aller galvanischen Beschichtungen herausgearbeitet.

Erich Arnet, entführte die Teilnehmer mit seinem Vortrag „Gold und dessen Anwendungen“ in die sagenumwobene Welt eines der begehrtesten Metalle aller Zeiten. Die Faszination Gold bewegt die Menschen seit dem sie mit Metallen umgehen: Dies war bereits bei den alten Ägyptern der Fall und hat sich bis heute nicht geändert. Immer schon war es wertvoll, teuer und ein Objekt für Spekulationen. Mit Gold verbindet man Reichtum, Erfolg und Macht. Weil es so edel ist, kommt es als Metall und nicht als Erz in der Natur vor und somit war es das erste Metall, das von den Menschen gefunden wurde. Seine außergewöhnlichen technischen aber auch optischen Eigenschaften machen es so begehrt.

Von dem weltweiten Goldvorrat von 200 000t sind 145 000t im Umlauf und die verbleibenden 55 000t sind uns immer noch als Bodenschätze verborgen. Von den 145 000 im Umlauf befindlichen Tonnen befinden sich 52 % als Schmuck in privatem Besitz. Die verbleibenden 48 % verteilen sich beinahe gleichmäßig auf Kunstgegenstände oder liegen in Form von Münzen oder Barren in Privathaushalten oder Banktresoren. Allein die Vorstellung, dass 200 000t so viel wiegen wie 30 000 Elefanten oder das Gold eine so hohe Dichte hat, dass 200 000t in

einem Würfel von 21,5m Kantenlänge bequem auf einem Fußballfeld Platz haben, hat das Auditorium bewegt. Noch ungeheurer ist der Wert des weltweiten Goldvorrats. Mit dem Kurs von Juni 2013 in Höhe von 34 222 Euro/kg Gold hatte der weltweite Goldvorrat einen Wert von 6 844 400 000 000 000 Euro – in Worten: Sechs Billionen, achthundertvierundvierzig Billionen, vierhundert Milliarden Euro (Zum Vergleich beträgt im Jahr 2014 der Haushalt der Bundesregierung 295 000 000 000 Euro).

Woher kommt nun das Gold, mit dem wir arbeiten und umgehen? 2700t werden jährlich neu gewonnen und weitere 1200t werden z. B. aus Elektronikabfällen recycelt.

Nicht minder beeindruckt waren die Zuhörerinnen und Zuhörer, als es darum ging, wo das im Umlauf befindliche Gold eingesetzt wird. Allein 140t werden jährlich galvanisch abgeschieden. Ungefähr hälftig verteilt sich die Menge auf technische und dekorative Anwendungen. Und so ist Gold bei der Entwicklung von immer kleineren und leistungsfähigeren IT-Geräten oder aus der rasant fortschreitenden KFZ-Technik, um nur einige Beispiele zu nennen, nicht mehr weg zu denken. Aber auch Luxusartikel und Gebrauchsgegenstände werden durch das Metall wertvoller und besonders ansehnlich. Die Galvanotechnik macht es möglich. Und so bewegt das Metall auch heute noch die Menschen.

Mit dem Sprichwort: „Es ist nicht alles Gold, was glänzt“ findet Erich Arnet den Übergang zu seinem nächsten Thema. „Weiße Edelmetallschichten für die dekorative Industrie“, das er mit der gleichen Leidenschaft präsentiert. Neben Gold spielen die Elemente der VIII Nebengruppe im Periodensystem eine wichtige Rolle. Hiervon können die Edelmetalle Ruthenium, Rhodium, Palladium, Platin und Silber galvanisch abgeschieden werden. Sie alle sind zu Spekulationsobjekten geworden, nachdem sie sowohl in technischen als auch in dekorativen Bereichen an Bedeutung gewonnen haben. Während die Verarbeitungsmenge der Edelmetalle seit 2000 ungefähr gleichgeblieben ist, sind die Kurse stetig gestiegen. Edelmetalle bezeichnet vor allem das chemisch inerte Verhalten gegenüber Umgebungseinflüssen. Anders ausgedrückt ist eine Korrosion auf Edelmetallbeschichteten Teilen nicht auf das Edelmetall, sondern vielmehr auf das Grundmaterial zurück zu führen. Weitere Eigenschaften, die bei technischen Anwen-

dungen eine entscheidende Rolle spielen sind Härte, Abrieb und Tiefenstreuung. Unter den Edelmetallen ist Silber das weichste und Rhodium das härteste Metall. Gleiches beobachtet man beim Vergleich von Verschleiß und Abriebbeständigkeit. Für die dekorative Anwendung spielt die Farbe und hier besonders die Helligkeit sowie das Reflexionsvermögen eine wichtige Rolle. Das hellste oder weißeste Metall ist das Silber. In der Reihenfolge Rhodium, Platin, Palladium bis zum Ruthenium nimmt die Helligkeit ab. Legierungen von Platin oder Rhodium mit Ruthenium und Palladium mit Nickel haben Einfluss auf

Härte und Farbe der Abscheidung. Mit diesen Ausführungen hat Erich Arnet nicht nur das Interesse der Zuhörer an weißen, galvanisch abgeschiedenen Edelmetallen wecken können. Gleichzeitig hat er die Anforderungen an diese Schichten aufgezeigt und im Hinblick auf steigende Edelmetallpreise die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Metalle und deren Legierungsabscheidungen erläutert.

Ein für Konstrukteure und Designer wichtiges Thema wurde von Dr. Manfred Baumgärtner, Stellvertreter der Abteilungsleiter Elektrochemie am FEM (Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie) in Schwäbisch Gmünd, ausführlich behandelt: „Galvanisiergerechtes Konstruieren und Fertigen industrieller Bauteile“.

Bauteile werden aus Gewichts- und Kostengründen in zunehmendem Maße mit immer weniger Reserven dimensioniert. Ihre Oberflächen müssen damit Anforderungen erfüllen, die die Möglichkeiten des



Anschauliche Grafiken unterstützten den anspruchsvollen Lehrstoff

Bauteilwerkstoffes übersteigen. Der Grundwerkstoff wird oftmals mit einem Überzug versehen, so dass dessen Leistungsfähigkeit voll genutzt und die technisch und wirtschaftlich bestmöglichen Eigenschaften erreicht werden. Hierzu ist ein Grundwissen über die Wechselwirkung zwischen Bauteilform und Schichtausbildung erforderlich. Kennt z. B. der Konstrukteur die Grundprinzipien der galvanischen Metallabscheidung und weiß er etwas über die Faktoren, die die Ausbildung des Niederschlages beeinflussen, so kann er damit Fehler vermeiden und optimierte Bauteile entwerfen, die den immer größer werdenden Qualitätsanforderungen entsprechen.

Grundwerkstoff und Metallüberzug bilden einen Verbundwerkstoff, in dem das Grundmaterial die Form und der Metallüberzug die äußeren Eigenschaften abbildet. Die Eigenschaften der Metallüberzüge wurden bereits ausgiebig erörtert. Damit zwischen beiden eine haltbare und den Ansprüchen gerechte Verbindung entsteht, sollten vom Grundwerkstoff einige einfache aber nicht unwichtige Eigenschaften beachtet werden.

Gliedert man die Bauteile zunächst nach Größe, Form, Handhabbarkeit, Gewicht und Stückzahl so kommt man zu folgender Einteilung für die galvanische Bearbeitung.

- Gestellware – größere Teile, gut zu handhaben, werden auf Kontakte aufgesteckt
- Massenware – kleine Teile, werden in der Trommel beschichtet
- Große und sperrige Teile – Einzelfertigung, an Krangestellen



Dr. Manfred Baumgärtner

Bei der Gestellware wird das Augenmerk auf die Kontakte gelegt. Auch die Handhabung bei der Bestückung und die bestmögliche Auslastung der Gestelle spielen unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine entscheidende Rolle. Hingegen wird bei der Trommel- und Massenware eher eine einfache Teilegeometrie gewünscht. Nur so können die Teile bei der Drehbewegung der Trommel im galvanischen Prozess gegenseitig abrollen und mit dem bestmöglichen Kontakt eine möglichst gleichmäßige Beschichtung erhalten. Bei großen und sperrigen Teilen ist für eine ausreichende Stromversorgung und eine Kontaktierung an mehreren Stellen zu sorgen. Konstrukteure von Bauteilen sollten im Hinblick auf die Oberflächenbeschichtung wesentliche Punkte beachten:

- Funktionale und/oder sichtbare Flächen sollten für den Galvaniseur erkennbar sein
- Kontaktstellen sollten nicht im sichtbaren oder funktionalen Bereich vorgesehen werden
- Bauteile sollten nicht schöpfend sein
- Flächen mit maximalem oder minimalem Schichtaufbau sollten gekennzeichnet sein.

Neben dem verwendeten Grundmaterial und dem gewünschten Schichtaufbau sollten diese, für den Galvaniseur wichtigen Hinweise, in der Detailzeichnung vermerkt sein.

Heutige Elektrolyte sind Hochleistungselektrolyte und bilden unter den richtigen Anwendungsbedingungen Schichten hoher und höchster Qualität. Das ist dennoch nicht ausreichend, wenn die Qualität des Materials nicht gut gewählt wird. In der Galvanotechnik ist man sich darüber einig, dass sich Mehrkosten bei der Qualität des gewählten Grundmaterials bei der Qualität des Fertigproduktes z. B. durch geringeren Aufwand bei der Oberflächenbeschichtung und längere Haltbarkeit des Produkts, immer rechnen.

Dr. Manfred Baumgärtner hat dem Auditorium ein sehr umfassendes Thema anschaulich und informativ nahe gebracht und aufgezeigt, wie wichtig es im Vorfeld einer Produktion hochwertiger Produkte ist, gleich bei der Konstruktion die Oberflächenbeschichtung mit einzubeziehen.

Aus der Praxiserfahrung sprach Dr. Elke Moosbach, Geschäftsführerin der Moosbach & Kanne GmbH in Solingen, in ihrem Vortrag „Anfragen an eine Lohngalvanik für aussagekräftige Angebote“. Im täglichen Geschäft hat sie immer wieder mit kuriosen Fragen zu tun. Diese hat sie in ihre Beispiele eingestreut.



Bitte recht freundlich: Dr. Elke Moosbach bei ihrem Vortrag über die Preisgestaltung von Galvanikprodukten

In einer Lohngalvanik gibt es, oft zur großen Verwunderung der Einkäufer, keine Preislisten. Jede Anfrage wird individuell und sorgfältig bearbeitet. Alle das Produkt betreffenden Anforderungen und Randbedingungen werden berücksichtigt. Welche Angaben die Anfrage betreffend sind erforderlich oder wünschenswert:

- Detailzeichnungen oder Muster
- Angaben zum Grundmaterial
- Anlieferzustand
- Gewünschter Schichtaufbau mit Schichtdicken
- Losgrößen u/o Jahresmengen
- Einsatzbereich u/o Qualitätsanforderungen
- Einkaufs- und Lieferbedingungen

Oftmals sind dem Einkäufer die Anforderungen an die Oberfläche oder der geforderte Schichtaufbau nicht bekannt. In diesem Fall berät der Oberflächenbeschichter gerne aus seinen Erfahrungen, immer vor dem Hintergrund der vorgesehenen Einsatzbereiche des Produkts. Alle erhaltenen Informationen lässt der Galvaniseur in seine Kalkulation einfließen.

Zu den Produktionshauptkosten gehören:

- Bearbeitung (Aufstecken, Abnehmen und Kontrolle der Teile, Vorbehandlung und Galvanisieren)
- Metallkosten
- Produktionsnebenkosten (Verwaltung, Energie (Elektrizität, Wärme), Wasser und Abwasser, Abwasseraufbereitung usw.)

Hieraus wird ein Angebot erstellt, das folgende Angaben enthält:

- Preis für die Bearbeitung
- Wenn nötig mechanische Vorbehandlung (Schleifen und Polieren)

- Metall- und/oder Edelmetallkosten (mit dem Hinweis auf sich ändernde Kurse)
- Losgröße (Mindestlosgröße, Mindermengenaufschlag, Mindestrechnungswert)
- Gestellkosten
- Lieferzeit und Lieferbedingungen
- Zahlungsbedingungen
- Vorbehalte (Qualität, Haltbarkeit im Gebrauch) bei erster Musterfertigung

Weitere Angaben finden Platz im Angebot:

- Garantie für eine einwandfreie Beschichtung
- Qualitätstests und Erstmusterprüfungen obliegen dem Kunden oder werden nach Aufwand abgerechnet
- Vorbehalt auf Nachkalkulation, wenn das Angebot auf der Grundlage von Zeichnungen erstellt wird

Wirtschaftliches und erfolgreiches Arbeiten ist schwieriger geworden. Informationstechnik und Internet tragen hierzu maßgeblich bei. Daher werden der Lohngalvanik Geheimhaltungsverträge und Qualitätssicherungsvereinbarungen zur Unterschrift vorgelegt. Dabei wird oft nicht bedacht, dass Qualitätssicherungsvereinbarungen meist auf der Produktion

von Werkstücken basieren und nicht auf die Oberflächentechnik gleichermaßen angewendet werden können. Geheimhaltungen sollten auf Gegenseitigkeit beruhen, denn für die Dokumentation der Qualitätsunterlagen gibt der Galvaniseur oft seine speziellen Erfahrungen preis.

Ein grundlegendes Thema wurde bisher nicht betrachtet. Thomas Kruggel, Galvano- und Oberflächentechnik Technische Beratung, wählte für seinen Vortrag den Titel „Grundmaterialien, Vorbehandlungen, Reinigungsverfahren“.

Die meist verwendeten Materialien für Gebrauchs- und Massengüter sind Aluminium, Zinkdruckguss, Messing und Kunststoff. Nach den Fertigungsschritten sind weitere Arbeitsschritte notwendig, bis das Werkstück dem galvanischen Prozess zugeführt werden kann. Die Vorarbeiten bei metallischen Werkstoffen sind gewöhnlich mechanische Prozesse wie Gleitschleifen, Schleifen und Polieren. Diese Prozesse sind erforderlich um z.B. den Grat aus dem Herstellungsprozess zu entfernen, aber die Oberfläche einzuebnen, um eine für das Endprodukt geforderte Qualität zu erreichen. Insbesondere bei optisch

Tab. 1: Gegenüberstellung der gängigen Grundmaterialien

<i>Material</i>	<i>Vorteil</i>	<i>Nachteil</i>	<i>Vorbehandlung</i>	<i>Kosten (nur galvanische)</i>
Aluminium	Geringes Gewicht Geringer Ausdehnungsfaktor Flexible Formgebung	Geringe Bruchfestigkeit	Schleifen + Polieren Entfetten Zinkatschicht	Hoch
Kunststoff	Sehr geringes Gewicht Individuelle Formgebung Sehr gut galvanisierfähig	Geringe Stabilität Aufwendige galvanische Bearbeitung Keine metallische Haptik	Nicht erforderlich	Gering bei hohen Stückzahlen
Messing	Sehr gut zu bearbeiten Flexible Formgebung Sehr gut galvanisierfähig	Hohes Gewicht	Schleifen + Polieren Entfetten	Hoch
Zinkdruckguss	Stabil Individuelle Formgebung Gut galvanisierfähig	Aufwendiger Schichtaufbau erforderlich Im Vergleich hohe Ausfallquote Neubeschichtung nicht möglich	Schleifen + Polieren Entfetten	Gering bei hohen Stückzahlen

hochwertigen Produkten muss das Augenmerk auf eine sorgfältige Vorbehandlung gelegt werden. Alle Materialien vereinen Vor- und Nachteile auf sich.

In der *Tabelle 1* sind die wichtigsten Eigenschaften im Hinblick auf den galvanischen Prozess zusammengefasst.

Betrachtet man den gesamten Prozess, also von der Wahl des Grundmaterials von der Herstellung über die Zwischen- und Vorbehandlungsschritte und den galvanischen Aufwand stellt man fest, dass Kunststoff als Massenprodukt die geringsten Gesamtkosten verursacht. Dadurch, dass die Rohteilkosten im Vergleich sehr niedrig sind, fallen geringfügig höhere Kosten bei der galvanischen Bearbeitung kaum ins Gewicht. Messing und Zinkdruckguss halten sich bei den Gesamtkosten ungefähr die Waage. Im Rohteil ist Zink günstiger, allerdings ist der Aufwand an mechanischer Vorarbeit und dem galvanischen Schichtaufbau größer als bei Messing. Aluminium stellt unter den vier betrachteten Rohstoffen den teuersten dar. Dennoch steigt der Anteil an Produkten aus Aluminium stetig an. Es ist vergleichsweise leicht, flexibel in der Formgebung und bringt eine metallische Haptik.

Thomas Kruggel hat die wirtschaftlichen Aspekte wie Herstellungskosten, aber auch den Aufwand an Vorarbeiten vor dem galvanischen Prozess herausgearbeitet. Die Zuhörerinnen und Zuhörer haben im Hinblick auf das Grundmaterial Entscheidungshilfen an die Hand bekommen, wenn es um die mechanischen Vorarbeiten und den metallischen Schichtaufbau geht. Die primären Kosten eines Produkts sollten nicht die letzte und entscheidende Rolle spielen, viel-



Was passiert vor dem Galvanisieren? Thomas Kruggel gab Antwort

mehr müssen eine Reihe von Faktoren aufeinander abgewogen werden.

Mit dem letzten Vortrag an diesem Tag gab Dr. Elke Moosbach einen Überblick über weitere gängige Verfahren in der Oberflächentechnik und arbeitete dabei die Möglichkeiten der Kombination von Beschichtungsverfahren heraus. Bei ihren Ausführungen unter der Überschrift „Weitere Beschichtungsverfahren“ ließ sie die wesentlichen und bereits mehrfach angesprochenen Aufgaben der Oberflächentechnik, funktioneller und dekorativer Art nicht aus den Augen. Ehe sie auf die einzelnen Verfahren einging, stellte sie folgende wichtige Entscheidungsmerkmale gesondert heraus.

- Die Wahl des Verfahrens hängt ab von: Substrat, Anforderung und Kosten
- Nur gleiche Verfahren können auch auf verschiedenen Materialien gleiche Oberflächen erzeugen.
- Unterschiedliche Verfahren haben immer unterschiedliche Oberflächen zur Folge.
- Das Endergebnis ist maßgeblich von der Qualität des Substrats abhängig.

Die Oberflächenverfahren lassen sich grob nach den Aggregatzuständen der abzuscheidenden Stoffe und zwar in gasförmige, flüssige, gelöste und feste Stoff einteilen.

- Abscheidung von Stoffen aus der Gasphase: CVD (Chemische Gasphasenabscheidung); PVD (Physikalische Gasphasenabscheidung)
- Abscheidung flüssiger Stoffe: für die technische Anwendung relevant ist Lackieren oder Tauchlackieren
- Abscheidung aus Lösungen: Galvanisieren, Eloxieren, Phosphatieren, Metallfärben
- Abscheidung fester Stoffe: hier wurde Pulverlackieren angesprochen.

Von den angesprochenen Verfahren der Oberflächentechnik finden Lackierverfahren die häufigste Anwendung insbesondere für Massenprodukte, aber auch für sehr hochwertige Produkte.

- Meist schonende technische Möglichkeiten
- große Auswahl an möglichen Farben und Effekten
- große Auswahl an beschichtungsfähigen Materialien
- kostengünstig

Im Laufe des Seminars wurden die vielen Möglichkeiten und hervorragenden und vielfältigen Eigen-





Udo Temme und Andreas Öffler (HDO) hatten sich die Kaffeepause redlich verdient



Dr. Elke Moosbach im Gespräch mit Gunnar Stuberg von der Schmale GmbH & Co. KG

schaften der Metallschichten aufgezeigt. Welche Kriterien spielen eine Rolle diese Schichten mit weiteren Schichten zu überziehen oder zu kombinieren. Die wesentlichsten Aspekte sind

- weitere Verbesserung des Korrosionsschutzes
- mögliche Erhöhung von Härte und Abrieb
- Einsparung von Metallkosten

Vor diesen Hintergründen spielen auch hierbei Lacktechniken die wichtigste Rolle. Eine Neuerung ist die Möglichkeit Chromoberflächen lackieren zu können. Bis vor einiger Zeit galt Chrom als nicht lackierbar. Die Chrom IV-Diskussion, eingeschränkte Möglichkeiten der Farbgebung, um nur Beispiele zu nennen, haben die Lackindustrie veranlasst in die Lackierung von Chromoberflächen Entwicklungsarbeit zu stecken. Die Ergebnisse können sich sehen lassen.

Während CVD-Verfahren überwiegend bei technischen Werkstücken Anwendung finden, wird PVD neben den technischen Anwendungen zudem im dekorativen Bereich eingesetzt. Gerade im Automobilbereich, wo Härte und Korrosionsschutz der Oberflächen eine wichtige Rolle spielen, werden PVD-Verfahren auch auf galvanischen Schichten oder im Zusammenhang mit Lackschichten angewendet.

Die Möglichkeiten unterschiedliche Materialien mit darauf abgestimmten Oberflächenverfahren zu eindrucksvollen Gesamtbildern zu schaffen, erläuterte Elke Moosbach am Beispiel eines Football-Pokals, der im Rahmen eines prämierten Gesellenstücks entstanden ist. Eine Stahlgrundplatte wurde verzinkt und Schwarzchromatiert, der Football wurde aus Aluminium gefertigt und Roteloxiert und der dazwischenliegende sechseckige Messingsockel vergoldet.

Hierbei wurden jeweils abwechselnd die Flächen glänzend poliert oder mattiert.

Elke Moosbach hat einen Auszug aus den wichtigsten Oberflächenverfahren vorgestellt und für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die wichtigsten Oberflächendetails zusammengefasst und dabei die technischen Details außen vor gelassen. Viele Möglichkeiten gibt es Oberflächentechniken zu kombinieren und die optischen und funktionalen Eigenschaften auszunutzen. Zu guter Letzt hat Elke Moosbach eine besondere Anwendung gezeigt. Alte Fahrräder wurden komplett zerlegt, die Rahmen und Rahmenteile entschichtet und in neuen Farben beschichtet. Hierbei wurden galvanische Verfahren und Lacktechniken kombiniert. Alle galvanischen Oberflächen wurden mit 2K-Klarlack geschützt. Gleiche galvanische Verfahren (hier Ruthenium) zeigen unterschiedliche Ergebnisse, ob sie auf gestrahltem Aluminium oder hochglanzpoliertem Stahl abgeschieden werden. Kombiniert mit verchromten Anbauteilen die mit eingefärbten transparenten Lacken beschichtet wurden, ergeben sich interessante Effekte. Das Highlight bleibt ein Fahrrad, das vergoldet wurde. Die Goldoberflächen wurden auch hier mit Klarlack geschützt. Anbauteile, die nicht vergoldet werden konnten, wurden mit einem abgestimmten Metallic-Lack beschichtet. So entstanden drei vollkommen unterschiedliche und voll funktionsfähige Fahrräder.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten umfassende Grundkenntnisse in Galvanotechnik und begleitenden Anwendungen und Bedingungen erlangen. Interessante Einblicke in die Edelmetalle und deren wirtschaftlichen und technischen Eigenschaften wurden gewährt. Die Referenten haben ihre

Ausführungen mit eindrucksvollen Beispielen aus der Praxis untermalt.

Alle, Teilnehmer und Referenten, kamen aus dem gesamten Bundesgebiet und dem angrenzenden europäischen Ausland zusammen.

Einige hatten bereits am Vorabend des Seminars die Gelegenheit des gegenseitigen Kennenlernens genutzt und das wunderbare Ambiente, das die Burg anbietet zum Erfahrungsaustausch genutzt.

-Dr. Elke Moosbach-



Gruppenbild mit Damen: Nach dem erfolgreichen Abschluss des Seminars stellten sich Teilnehmer und Referenten dem Fotografen

Alle Fotos: Erich Arnet

## Die galvanische Verchromung

Von G. A. Lausmann und J. N. Unruh. Zweite komplett überarbeitete Auflage 2006. 544 Seiten mit 247 Abbildungen und 66 Tabellen. Preis € 122,- inkl. MwSt., zuzüglich Porto und Verpackung. ISBN 3-87480-216-7

Dieses Buch kann zur Entscheidungsfindung herangezogen werden, ob ein galvanischer Prozess im Vergleich zu anderen Technologien technische oder ökonomische Vorteile bietet.

Die Grundlagen und Informationen für die Forschung wurden ergänzt und aktualisiert. Umrechnungstabellen in nicht metrische Einheiten wurden eingeleitet. Schwefelmessungen wurden praxismäßig überarbeitet.

**Eugen G. Leuze Verlag KG**

Karlstraße 4 · D-88348 Bad Saulgau · Tel. 0 75 81/48 01-0 · Fax 0 75 81/48 01-10  
buchbestellung@leuze-verlag.de · www.leuze-verlag.de

Der umfangreiche  
Bücher-Shop auf  
[www.leuze-verlag.de](http://www.leuze-verlag.de)



Der **Shop** bietet Ihnen  
**viele Vorteile:**

- Übersicht über das Fachbuch-Angebot
- Einfaches und schnelles Einkaufen
- Lieferbare Bücher auf einen Blick
- Kundenrezensionen

Bestellen Sie Ihre **Fachliteratur** online



**EUGEN G. LEUZE VERLAG KG**

Karlstraße 4 · 88348 Bad Saulgau  
Tel. +49/75 81/48 01-0 · Fax +49/75 81/48 01-10  
[buchbestellung@leuze-verlag.de](mailto:buchbestellung@leuze-verlag.de) · [www.leuze-verlag.de](http://www.leuze-verlag.de)

Fachverlag für ■ Oberflächentechnik –  
Galvanotechnik  
■ Produktion von Leiterplatten und Systemen