



Leseprobe

Wolfgang Bergmann

Werkstofftechnik 2

Teil 2: Anwendung

ISBN: 978-3-446-41711-3

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41711-3>

sowie im Buchhandel.

höchster Zuverlässigkeit setzen ohnehin fast labormäßige Fertigungsbedingungen voraus, so z. B. staubfreie, trockene und temperaturgeregelte Fertigungsräume. Dann allerdings wird die Anwendung des Klebens selbst in einem so sicherheitsverpflichteten Bereich wie dem Luft- und Raumfahrzeugbau in großem Umfang möglich.

1.11 Beschichten

Bauteile und Geräte, aber auch Halbzeug wie z. B. Blech, erhalten vielfach am Ende ihres Fertigungsganges eine Oberflächenbeschichtung. Eine solche Beschichtung wird teils aus rein dekorativen Gründen vorgenommen, meist handelt es sich aber um technische Funktionsschichten, deren Aufgabe in der Regel in einem **Schutz** des Bauteils gegen **Korrosion**, **Verzunderung**, sonstigen chemischen Angriff oder gegen **Verschleiß** besteht, während Festigkeit, Steifigkeit und Zähigkeit des Bauteils vom Grundwerkstoff sicherzustellen sind. Gelegentlich fungieren Beschichtungen auch als Wärmedämmschichten, Diffusionssperren oder besitzen spezielle elektrische oder optische Eigenschaften.

Abgesehen von den besonderen chemischen, mechanischen, thermischen, elektrischen oder optischen Eigenschaften der Schicht selbst, kommt der Haftung der Schicht auf ihrer Unterlage (Substrat) eine sehr hohe Bedeutung zu. Unerlässlich für eine gute **Schichthaftung** ist eine ausreichende **Oberflächenreinigung**, deren wirtschaftlicher Aufwand den der Beschichtung nicht selten übertrifft. Damit richtet sich der ohnehin hohe Reinigungsaufwand nach dem Einsatzbereich des Bauteils und dessen gewünschter Lebensdauer. Es versteht sich von selbst, dass in der Mikroelektronik oder in der Raumfahrt in dieser Hinsicht andere Maßstäbe zu setzen sind als beispielsweise im Stahlbau. Zusätzlich zu der reinigenden Oberflächenvorbereitung können auch bestimmte oberflächenaktivierende und haftverbessernde Vorbehandlungen (vgl. Phosphatieren, F 1.11.4.1) von Vorteil sein.

Als Beschichtungsmaterial dienen sowohl metallische als auch nichtmetallische organische und anorganische Substanzen. Das jeweilige Beschichtungsverfahren ist mit der Wahl des Beschichtungsmaterials i. Allg. weitgehend festgelegt; einige Verfahren wie beispielsweise thermisches Spritzen oder Abscheiden aus der Gasphase (PVD, CVD) erlauben die Abscheidung sehr unterschiedlicher Materialien. Die Zuordnung dieser Verfahren zu einer bestimmten Gruppe von Überzügen entbehrt daher nicht einer gewissen Willkür.

Bemerkenswert ist, dass über das klassische Galvanisieren hinaus die Reinigung der Oberflächen und die Abscheidung des Beschichtungsmaterials auch bei anderen Verfahren in zunehmendem Maße durch elektrische Kraftwirkungen begünstigt oder gar erst ermöglicht wird. Als Beispiele seien das elektrolytische Reinigen oder Beizen, das elektrolytische Polieren sowie das elektrophoretische Lackieren, das elektrostatische Pulverauftragen oder die plasmaunterstützten PVD- und CVD-Verfahren genannt. Umgekehrt werden elektrische Abscheideverfahren auch durch stromlos arbeitende Varianten, z. B. stromloses Nickelabscheiden oder autophoretisches Lackieren, er-

gänzt. Die Vielfalt der heute eingesetzten Beschichtungsverfahren ist groß, sie wird zukünftig eher zu- als abnehmen.

1.11.1 Reinigende Vorbehandlungen

Bei den auf ungereinigten Werkstücken befindlichen Verunreinigungen handelt es sich in der Regel um Fette, Öle, Rost, Zunder und Farbreste sowie Schmutz aller Art. Die verschiedenen zur Entfernung dieser Verunreinigungen eingesetzten Verfahren sind im Wesentlichen **mechanischer** und/oder **chemischer Natur**. Zu den überwiegend mechanisch wirkenden Verfahren gehören abgesehen von mehr manuellen Prozeduren wie Bürsten, Schleifen oder Scheuern vor allem Strahlverfahren, wobei harte Teilchen wie Stahlkies oder Sand mittels Druckluft, -wasser oder -dampf auf die zu reinigende Oberfläche geschleudert werden. Im Falle von Druckwasser und -dampf können feste Strahlmittel auch fehlen und ggf. durch Reinigungsmittel ersetzt werden. Das **Strahlen** dient besonders zur Entfernung von dicken *Rost-* und *Zunderschichten*. Farbreste werden besser mit einem Gasbrenner abgestrahlt.

Daneben spielt das Reinigen in Lösungsmitteln eine wichtige Rolle. **Organische** und **alkalische Lösungen** werden zum Reinigen von *Schmutz*, *Öl* und *Fetten* eingesetzt, **saure Lösungen** zum Ablösen von oxidischen Belägen wie *Rost* und *Zunder*, aber auch zum *Aktivieren* der Oberfläche vor einer nachfolgenden Beschichtung. Die alkalische und die saure Reinigung können durch anodische oder kathodische Polarisation des Werkstücks elektrolytisch intensiviert und beschleunigt werden, wovon allerdings nur bei hohen Reinigungsanforderungen bzw. schwer löslichen Verschmutzungen Gebrauch gemacht wird.

Das Entfernen sehr dicker Rost- und Zunderschichten mit Hilfe relativ konzentrierter Säuren wird als **Beizen** bezeichnet. Es ist ein sehr wichtiges Verfahren zur Reinigung stark verzunderter Walz-, Schmiede- und Gussprodukte. Zum Beizen von Eisenwerkstoffen kommen Salzsäure und Schwefelsäure in Betracht. Die Säurebäder werden bei ihrem Ansatz meist mit *Inhibitoren* versetzt, die die Beizreaktion verzögern und – jedoch ohne wesentliche Beeinträchtigung der Rost- und Zunderablösung – zu einem geringeren Eisenabtrag, Säureverbrauch, weniger Wasserstoff- und Dampfentwicklung sowie einer weniger aufgerauten Oberfläche des Beizgutes führen. Daher werden inhibierte Beizbäder oft auch „*Sparbeizen*“ genannt.

Welche Reinigungsmethoden in welcher Kombination anzuwenden sind, hängt nicht nur von der Art und dem Grad der Verschmutzung ab, sondern auch von der nachfolgenden Beschichtung. Es besteht i. Allg. ein direkter Zusammenhang zwischen dem Grad der Vorreinigung und der späteren Haltbarkeit der Beschichtung. Ein Vorbehandlungsplan für galvanische Beschichtungen, die in dieser Hinsicht relativ hohe Anforderungen stellen, ist in Abb. F.1-78 schematisch wiedergegeben.

Jede gereinigte Oberfläche befindet sich in einem sehr aktiven, oxidationsfreundlichen Zustand, so dass die schützende Beschichtung zur Vermeidung auch geringfügiger

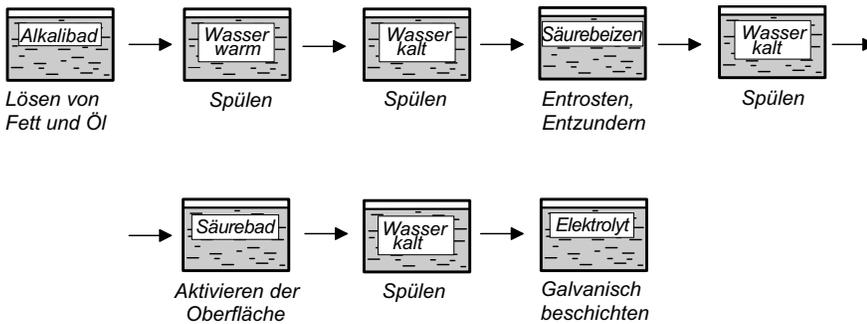


Abb. F.1-78 Vorbereitungsplan für galvanische Beschichtungen (nach Lit. F.8)

Verunreinigungen unmittelbar nach der Reinigungsbehandlung aufzubringen ist. Andernfalls ist beispielsweise in Form eines so genannten Fertigungsanstriches (*wash primer*) ein temporärer, bis zur eigentlichen Beschichtung wirksamer Oberflächenschutz vorzusehen.

1.11.2 Beschichten mit metallischen Überzügen

1.11.2.1 Schmelztauchen

Das Prinzip dieser Beschichtungsverfahren besteht darin, dass das zu beschichtende Metall nach erfolgter Oberflächenreinigung in eine Schmelze des Überzugmetalls getaucht wird. Unmittelbar vor dem Eintauchen muss die Metalloberfläche für eine gute Haftung des Überzugs noch mit Hilfe eines *Flussmittels* (Zn-Chlorid, Ammoniumchlorid u. a.) von den letzten Verunreinigungen befreit werden. Das Flussmittel liegt entweder als Salzschmelze auf dem Tauchbad oder wird vor dem Tauchen auf das Werkstück als wässrige Lösung oder als Pulver aufgetragen. Die Bindung zwischen Substrat A und Überzug B kommt in der Regel durch *Legierungsbildung* über entsprechende Lösungsreaktionen zu Stande. Demnach entsteht im Grenzbereich Überzug/Grundmetall – ähnlich wie beim Löten (vgl. Abb. F.1-71) – eine ausgeprägte Legierungszone, in der sich alle im Zustandsdiagramm A–B existierenden Phasen bilden.

Große technische Bedeutung hat das Tauchen von Stahl in Zinkschmelzen, das als **Feuerverzinken** bezeichnet wird. Daneben werden auch Feuerverzinnungen und Feueraluminierungen vorgenommen. Abb. F.1-79 A zeigt schematisch den Aufbau einer Verzinkungsschicht auf Stahl, die aufgeführten Phasen ζ , δ und Γ stellen intermetallische Verbindungen von Eisen und Zink dar. Die Phasenausbildung in der Verzinkungsschicht und damit das Verhalten der Verzinkungsschicht hängt zwar von der Tauchdauer ab, wichtig ist aber auch die chemische Zusammensetzung des Stahls selbst und hier insbesondere sein Si-Gehalt. Si-Gehalte $> 0,3\%$ haben eine beschleunigte Legierungsbildung zwischen Eisen und Zink zur Folge, so dass die

Legierungszone bis nach außen reicht (Abb. F.1-79, B). Solche Zinkauflagen haben im Gegensatz zu den glänzend und blumig (dendritisch) erscheinenden Reinzinkdeckschichten ein stumpfes, mattgraues Aussehen. Im Korrosionsverhalten unterscheiden sich die beiden Schichtarten nur wenig.

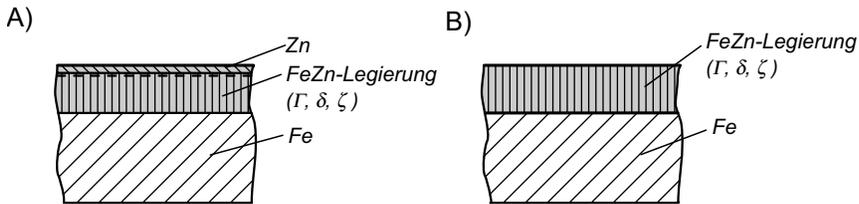


Abb. F.1-79 Aufbau von Verzinkungsschichten auf Stahl; A) Reinzink, B) Hartzink

Unterschiede zeigen sie erwartungsgemäß im mechanischen Verhalten. So sind die mattgrauen Schichten hart und relativ verschleißfest (so genanntes *Hartzink*), was beispielsweise beim Transport und der Montage verzinkter Großteile von Vorteil sein kann, gleichzeitig sind sie jedoch spröde und je nach Schichtdicke schlagempfindlich. Dagegen erweisen sich glänzende Schichten als duktil und schlagunempfindlich.

Eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Eisen und flüssigem Zink liegt im Temperaturbereich zwischen 495 und 515 °C vor, die sich in erheblichen Auflösungs-raten des Eisens äußert. Aus diesem Grund wird die Temperatur des Zinkbades auf 450 bis 460 °C begrenzt, die Tauchdauern liegen dann im Bereich weniger Minuten. Feuerverzinkungsschichten besitzen üblicherweise Dicken von 20 bis 100 µm. Sie werden ausschließlich zum **Schutz** von Stahl **gegen atmosphärische Korrosion** aufgetragen. Ein besonders wirksamer Korrosionsschutz stellt sich bei Kombination mit einem nachfolgenden Anstrich ein.

1.11.2.2 Galvanisieren

Das **galvanische Beschichten** eines Werkstücks mit einem Metallüberzug beruht grundsätzlich auf einer Umkehrung des elektrochemischen Korrosionsprozesses. Während bei der Korrosion an anodischen Bereichen des Werkstücks Metall unter Ionenbildung (Oxidation) in den Elektrolyten abwandert und an kathodischen Bereichen unter Elektronenaufnahme eine Reduktion des Elektrolyten stattfindet, wird das **Werkstück** im Galvanikprozess über eine äußere Spannungsquelle **kathodisch** geschaltet, so dass sich an seiner Grenzfläche die kathodische Reduktion von Metallionen zu Metallatomen vollzieht und eine äquivalente Oxidationsreaktion – Lösen von Metallionen oder Oxidation von Elektrolytbestandteilen – an einer zusätzlichen Anode abläuft:

Korrosion:

