

Rezepte für die Metallfärbung

Chemische Metallfärbung und farbige Metallschichten

O. P. Krämer / T. W. Jelinek

8. Auflage 2007
mit 12 Abbildungen und 30 Tabellen

- Fachverlag für
- Oberflächentechnik – Galvanotechnik
 - Produktion von Leiterplatten
und Systemen
(Baugruppenteknik)

EUGEN G.
LEUZE
VERLAG

105 JAHRE 1902 – 2007

BAD SAULGAU
GERMANY

Alle Rechte, einschließlich das der Übersetzung und der Veranstaltung einer fremdsprachlichen Ausgabe, sind den Inhabern der Verlagsrechte vorbehalten.

Der Nachdruck, auch auszugsweise, ist verboten. Dieses Werk darf auch nicht in Teilen ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany • Imprimé en Allemagne

2007

ISBN 978-3-27480-232-1

EUGEN G. LEUZE VERLAG KG • D-88348 BAD SAULGAU

Gesamtherstellung: Eugen G. Leuze Verlag KG, D-88348 Bad Saulgau

Vorwort

Das Färben von metallischen Gegenständen ist auch heute fester Bestandteil vieler Sparten der Metall bearbeitenden Fertigung. Die dafür eingesetzte Technologie fußt trotz modernster Produktionstechniken zu einem verhältnismäßig großen Teil auf empirischen Erkenntnissen, Erfahrungen und Versuchen. Deshalb sind Beschreibungen von Verfahren, Techniken und Rezepten für alle, die sich für das Metallfärben interessieren, von großem Wert.

In den letzten Jahren erfreute sich deshalb das Buch *Rezepte für die Metallfärbung und Metallüberzüge ohne Stromquelle* von *O. P. Krämer* wegen seiner Praxisbezogenheit großer Beliebtheit und erreichte bis zum Jahre 1990 sieben Auflagen. Obwohl die Rezepturen und Angaben in diesem Werk nach wie vor aktuell sind, war es notwendig geworden, neuere Erfahrungen einzuarbeiten und die Entwicklung der letzten Jahre zu berücksichtigen.

Neben einer Reihe neuer Rezepturen und Angaben für die chemische Metallfärbung, wurde die Möglichkeit der Abscheidung farbiger Schichten um elektrolytisch abgeschiedene ergänzt. Neu aufgenommen wurde auch ein Abschnitt über Brünieren in alkalischer Lösung, da es bei dieser Behandlung von Interesse war, näher auf Fragen der Technologie einzugehen.

Das Konzept besteht darin, die besprochenen Verfahren und Beschreibungen so anzulegen, dass sie nicht nur die Metallfärbung im industriellen, sondern gezielt auch im gewerblichen Bereich berücksichtigen.

Kurt Reichert
Saulgau, Herbst 2007

1 Einführung zur chemischen Metallfärbung

Das Färben von Metallen und metallischen Überzügen dient hauptsächlich dekorativen Zwecken, der Kenntlichmachung von bestimmten Massenartikeln mit für sie typischen Farben, in einigen Fällen auch zur Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit. In der kunstgewerblichen Fertigung ist es eines der wichtigsten Verfahren und spielt eine bedeutende Rolle beim Restaurieren von antiken Gegenständen. Außer kompakten Metallen können auch galvanische Schichten gefärbt werden, dazu müssen sie allerdings genügend dick sein.

Charakteristisch für die Metallfärbung ist, dass der metallische Charakter des Werkstoffes – wenn von der dünnen farbigen Schicht auf der Oberfläche abgesehen wird – bewahrt bleibt. Zur Metallfärbung wird deshalb nicht das Beschichten mit farbigen Lacken gezählt. Das Ätzen von Metallen, Brennen von Messing, Chromatieren, Strahlen und ähnliche Prozesse, die unter Umständen den farblichen Eindruck einer Metalloberfläche verändern, werden dagegen oft dazu gerechnet.

Prinzip der chemischen Metallfärbung ist die Bildung farbiger Metallverbindungen durch die chemische Reaktion zwischen einer Färbelösung und der Metalloberfläche. Voraussetzung ist, dass das zu färbende Metall eine farbige chemische Verbindung bildet. Ist das nicht der Fall, kann das Teil zuerst mit dem dünnen Überzug eines solchen Metalls überzogen werden, dessen Verbindungen farbige sind. Solche Metallüberzüge werden in der Regel durch stromlose Verfahren abgeschieden, die in diesem Anwendungsbereich auch als Tauch-, Ansiede- oder Kontaktverfahren bezeichnet werden. Die elektrolytische Metallabscheidung wird zwar auch zu diesen Zwecken benützt, öfters jedoch wegen der vom Grundmetall abweichenden Eigenfarbe der Schichten selbst.

Dem chemischen Charakter nach geht es bei den durch chemisches Färben erzeugten Schichten bis auf geringe Ausnahmen um Sulfide, Oxide oder um basische Salze der gefärbten Metalle. Die Färbung selbst erfolgt in der Regel durch Tauchen. Streichen, Aufbürsten und andere mechanische Auftragverfahren sind zwar auch bekannt, gehören jedoch mehr in den Bereich des künstlerischen Färbens und werden in der gewerblichen oder industriellen Praxis in der Regel kaum oder zumindest seltener eingesetzt.

Verfahrensrezepturen zum Metallfärben gibt es in großer Zahl. Grund dafür ist wohl, dass die Metallfärbung eigentlich die älteste Metalloberflächenbehandlung ist. Sie lässt sich bis ins Altertum zurückverfolgen und hat sich danach eigentlich in allen nachfolgenden Jahrhunderten immer wieder und nahezu parallel zum Fortschritt in der Nutzung der Metalle weiterentwickelt. Die ersten Rezepturen, die bekannt geworden sind, muteten deshalb noch etwas alchemistisch an und stellten oft geheimgehaltene Hausrezepturen mit manchmal

bizarren Zusammensetzungen und Prozeduren dar. Neuere und fundiertere Verfahren kamen erst ungefähr ab der Mitte des 19. Jahrhunderts auf, als die Chemie begann sich mit diesem Arbeitsgebiet zu befassen.

Heute gibt es für fast alle der wichtigsten Färbungen, die handwerklich oder industriell durchgeführt werden, erprobte und im Schrifttum beschriebene Verfahrensrezepturen. Auf diese und auf eigene Unterlagen des Verfassers stützen sich auch die in diesem Buch aufgeführten Angaben. Für einige, besonders oft und in größerem Maßstab betriebenen Färbungen liefern Fachfirmen fertige Verfahren, das heißt Präparate zum Auflösen oder auch fertige Farbflotten, beides mit Anwendungsvorschriften.

Trotzdem sind die Fälle, in denen Lösungen aufgrund von Rezepturen unmittelbar vom Anwender angesetzt und auch mit besonderen Verfahrensbedingungen betrieben werden, wahrscheinlich in der Mehrzahl. Grund dafür ist, dass die Beschaffenheit und Struktur des Grundmetalls – als eines der Reaktionspartner – von großem Einfluss ist und es erforderlich machen kann, die Zusammensetzungen der Färbelösung abzuändern und die Verfahrensbedingungen entsprechend anzupassen. Auch der Wunsch nach ganz bestimmten Farbtönen macht oft besonders modifizierte Verfahren notwendig. Das erfordert nicht nur fundierte Kenntnisse der Zusammenhänge, sondern auch vielfältige praktische Erfahrungen.

Obwohl sich die chemische Metallfärbung auf diese Weise immer noch zwischen handwerklichem Geschick und industriellem Fortschritt bewegt, stellt sie auch heute einen wichtigen Zweig vor allem der dekorativen Oberflächenbehandlung dar. Tausende von Gegenständen des täglichen Lebens erhalten mit diesen verhältnismäßig unaufwendigen und keine großen Investitionen erfordernden Verfahren ihr äußeres Aussehen. Das betrifft Knöpfe, Schnallen, Haken oder andere billige Massenartikel ebenso wie Teile der Schmuck- und Tafelgeräteindustrie, Möbelbeschläge, Bestandteile von Instrumenten und Geräten, Sportwaffen und zum Teil auch militärische Ausrüstungen.

2 Vorbehandlung für die chemische Metallfärbung

Wie für jede andere Metalloberflächenbehandlung ist auch für die Metallfärbung eine sorgfältige Reinigung und Vorbehandlung der Oberfläche notwendig. Festhaftende, fleckenlose und im Farbton gleichmäßige Metallfärbungen sind nur dann möglich, wenn das Grundmetall metallisch rein, also frei von Fetten, Oxiden oder Korrosionsprodukten ist. Auch die Metalloberfläche selbst soll homogen und fehlerfrei sein. Schon kleine Poren im Grundmetall können unter Umständen Anlass dafür sein, dass sich nach kürzerer oder längerer Zeit Flecken bilden. In den Poren zurückgebliebene Reste der Färbelösung können aus-schwitzen und Flecken oder sogar Abblätterungen verursachen. Besonders ist dies dann der Fall, wenn die Färbungen zum Schutze nachträglich mit Lack überzogen worden sind.

Die Vorbehandlung besteht in der Regel aus:

- der mechanischen Vorbehandlung, das heißt Bearbeitung der Oberfläche,
- dem Reinigen und Entfetten und
- dem Beizen und Brennen.

2.1 Mechanische Vorbehandlung

Die mechanische Vorbehandlung vor dem Metallfärben hat im Wesentlichen zwei Auf-gaben:

- Einmal dient sie der Erzeugung einer bestimmten Oberflächenstruktur, welche das Aussehen der gefärbten Oberfläche unter Umständen sehr stark beeinflussen kann,
- und andererseits soll sie Oberflächenfehler wie beispielsweise Risse oder Rauheiten beseitigen, die durch die Färbungen nicht verdeckt, sondern im Gegenteil meist noch stärker hervorgehoben werden.

Da die einmal gefärbte Metalloberfläche in der Regel mechanisch nicht nachbehandelt werden kann, muss das gewünschte Aussehen vor dem Färben erzeugt werden. Grundsätz-lich gilt, dass die zu färbenden Metalloberflächen so vorgearbeitet werden müssen, wie sie im Endeffekt aussehen sollen. Je nachdem, ob strichmattierte, halb- oder hochglän-zende Färbungen gewünscht sind, muss vorher geschliffen, poliert, gebürstet oder gekratzt werden. Es ist jedoch zu beachten, dass einige Färbungen auf hochglanzpolierten Unter-lagen weniger gut haften als auf geschliffenen oder gebürsteten und dass Farbtöne auf gekratzten, geschliffenen oder polierten Oberflächen unterschiedlich aussehen, auch wenn sie unter sonst gleichen Bedingungen hergestellt worden sind.

Es ist auch nicht in jedem Falle notwendig, alle genannten Verfahren der mechanischen Vorbehandlung, das heißt das Schleifen, Polieren, Bürsten und Kratzen anzuwenden. Welche dieser Arbeitsgänge beziehungsweise welche Kombinationen notwendig sind, richtet sich nach dem Anlieferungszustand des Metallteils und – wie oben erwähnt – dem gewünschten Endeffekt. Beispielsweise lassen sich sauber gezogene Messing- oder Kupferteile sofort bürsten oder polieren, gegossene Teile dagegen nicht. Hier muss meist erst vorgeschliffen werden, da die Polierscheibe die Gussporen nur verziehen würde.

Auch der Metallfärber, der die Oberfläche durch eine mechanische Bearbeitung vorbehandelt, sollte die Mechanismen dieser Verfahren zumindest soweit kennen und regulieren können, als sie die Färbung und das Aussehen der gefärbten Oberfläche beeinflussen. Grundlagen dazu sollen die folgenden Abschnitte bieten. Werden weitere Einzelheiten zur mechanischen Oberflächenvorbehandlung benötigt, empfiehlt es sich, auf die ausführliche Fachliteratur zurückzugreifen [1].

Maschinen, Material und Zubehör zum Schleifen und Polieren, Bürsten und Kratzen werden von Fachfirmen in unterschiedlichster Ausführung hergestellt und angeboten. Auch über diese Anbieter und ihre Angebote informiert man sich am besten in aktuellen Unterlagen [2].

2.1.1 Schleifen und Polieren

Schleifen und Polieren sind zwei Arbeitsgänge zur Erzeugung einer glatten bis glänzenden Oberfläche. Vor dem Metallfärben werden sie angewandt, wenn die Oberfläche des Ausgangsmaterials zu rau ist oder wenn die Fläche nach dem Färben möglichst glatt oder eventuell auch glänzend sein soll. In den meisten Fällen kommt man zu diesem Zweck nicht umhin, beide Verfahren, das heißt Schleifen mit nachfolgendem Polieren anzuwenden.

Das Schleifen ist ein spanabhebendes Bearbeitungsverfahren. Spitzen von Schleifkörnern, die härter sind als das zu schleifende Metall, dringen unter Druck in die Metalloberfläche ein und verdrängen das Material, wodurch gewissermaßen ein Span entlang einer Schleifspur abgehoben wird. Das Schleifkorn ist in der Regel ein Schmirgel- oder ein Korundkorn. Erfolgt das Schleifen in mehreren Stufen, bei denen zunächst gröbere und dann immer feinere Körnungen des Schleifkorns benützt werden, lassen sich auf diese Weise verhältnismäßig glatte Oberflächen erzeugen. Solange auf ihnen noch mit dem freien Auge – wenn auch sehr feine – Schleifriefen zu sehen sind, spricht man in der Fachsprache von geschliffenen Oberflächen.

Soll die gefärbte Oberfläche einen matten Strich aufweisen, stellt Schleifen mit einem Korn entsprechender Feinheit die letzte Stufe der Schleifoperation dar. In Abhängigkeit vom Grundmaterial und dem gewünschten Endaussehen kann es manchmal sinnvoll sein, dieses Endschleifen durch eine abschließende Kratzoperation zu ergänzen.

Polieren ist das Verfahren, mit dessen Hilfe solche, mit einem feinen Korn vorgeschliffene Oberflächen vollständig eingeebnet werden können. Beim Polieren werden die nach dem Schleifen noch stehenden Erhebungen in die Vertiefungen des Metalls hineingedrückt und dadurch Unebenheiten der Oberfläche weitgehend beseitigt. Polierte Oberflächen sehen nach dem Färben meist glänzend bis hochglänzend aus.

3 Die chemische Metallfärbung

Als chemische Metallfärbung werden Verfahren bezeichnet, bei der die Metalloberfläche mit einer geeigneten Chemikalie unter Bildung eines farbigen Produktes reagiert. Dabei entsteht eine dünne, in der Regel maximal 1 µm dicke Schicht, deren Farbe und Farbton von den zwei Reaktionspartnern – dem Grundmetall und dem Reagenz – sowie von den Reaktionsbedingungen abhängt. Auf diese Faktoren soll das Augenmerk daher im Weiteren besonders gerichtet werden.

3.1 Einfluss des Grundmaterials und des Bauteils auf die Färbbarkeit

Zusammensetzung und Struktur des Grundmetalls beeinflussen die Färbbarkeit wesentlich. Mit wechselnder Zusammensetzung und Struktur kann die Farbbildungsreaktion unterschiedlich verlaufen, die Gleichmäßigkeit, der Farbton und die Haftung der Färbung können sich ändern. Beim Färben entsteht in der Regel keine kompakte Schicht, die – wie beispielsweise eine galvanische – die Grundmetalloberfläche verdeckt.

Bei Blechen, Rohren und Profilen hat man es in der Regel mit einer einheitlichen Struktur und Oberfläche zu tun. Lediglich bei wärmebehandelten Werkstoffen und Legierungen kann es durch verschiedene Reaktivitäten zu einem unterschiedlichen Verhalten kommen. So können sich beispielsweise unterschiedliche Messinglegierungen beim Färben ganz verschieden verhalten. Auch Poren und Einschlüsse, die bei normgerechtem Material allerdings mehr den Materialfehlern zuzurechnen sind, können Grund von Schwierigkeiten sein.

Eine gleichmäßige Färbung lässt sich auch nicht erzielen, wenn der zu färbende Gegenstand keine einheitliche Oberfläche besitzt oder wenn er aus mehreren Teilen besteht und Flächen unterschiedlicher Rauheit vorhanden sind. Beispiele sind nach verschiedenen Verfahren bearbeitete Flächen. Spanabhebend bearbeitete reagieren schneller und weisen meist eine intensivere Färbung auf als Flächen, die durch Umformen entstanden sind. Auf ihnen verläuft die Reaktion meist langsamer, die Farbschicht ist dünner und der Farbton weniger intensiv. Störend wirken sich auch Lötstellen oder Schweißnähte aus.

Auf die Erzielung einer gleichmäßigen Färbung sollte deshalb schon bei der Auswahl des Materials und bei der Fertigung der Teile geachtet werden. Lässt sich – aus welchem Grund auch immer – keine ausreichend einheitliche Oberfläche erzielen, kann vor der eigentlichen Färbung stromlos oder elektrolytisch eine einheitliche Schicht eines gut chemisch färbbaren Metalls aufgebracht werden (*Kap. 4*).

Anders als Teile aus Blech, Profilen oder Draht verhalten sich Gegenstände aus Guss oder Spritzguss. Hier sind es unter anderem vor allem unterschiedliche Struktur, Lunker, Poren

und raue Oberflächen, die eine gleichmäßige Färbung verhindern. Allerdings werden solche Teile nur selten serienmäßig behandelt, meist handelt es sich um Einzel- oder kunstgewerbliche Anfertigungen. Bei Guss und Spritzguss gehen die meisten der erwähnten Fehler auf Unregelmäßigkeiten bei deren Fertigung zurück und lassen sich beispielsweise durch Optimierung der Gussformen, Gussabkühlungsgeschwindigkeit und ähnliche Parameter beeinflussen. Die enge Zusammenarbeit zwischen Gießer und Metallfärber ist in diesen Fällen besonders wichtig.

3.2 Verfahren zum chemischen Metallfärben

Die Art der Färbeverfahren und ihrer Durchführung beziehungsweise Verfahrensparameter beeinflussen die Färbbarkeit zum Teil noch wesentlicher als der Grundwerkstoff.

Hinsichtlich der Verfahrensart wird zwischen der Färbung durch Tauchen in die Färbelösung und durch Applikation der Färbelösung mit Hilfe spezieller, das heißt mechanischer und anderer Techniken unmittelbar auf die Substratoberfläche unterschieden. Bei der serienmäßigen und industriellen Färbung wird bis auf Ausnahmen das erste Verfahren angewandt, die unmittelbaren Applikationstechniken sind der Behandlung von Einzelteilen oder dem Kunstgewerbe vorbehalten.

3.2.1 Färben im Tauchverfahren

Das Färben durch Tauchen in eine Färbelösung geeigneter Zusammensetzung erscheint auf den ersten Blick als das einfachste Verfahren. Das Einhalten der Verfahrensparameter als Voraussetzung für eine über die gesamte Oberfläche gleichmäßige Färbung im gewünschten Farbton, erfordert bei diesem Verfahren eine ganze Reihe anlagentechnischer und qualitätssichernder Maßnahmen.

Eine der wichtigsten Voraussetzungen ist die optimale Aufhängung der zu tauchenden Teile. Problematisch dabei können unter anderem ungefärbte Stellen an den Kontaktflächen oder durch nicht entweichende Luft entstehende Luftpolster sein. Zu weiteren Betriebsparametern gehören unter anderem die Tauchzeit, die Temperatur und die Bewegung der Färbelösung sowie deren Konstanthaltung über den gesamten Färbvorgang. Besteht ein Bauteil aus dickerem und dünnerem Material, können Unterschiede in der Färbung beispielsweise dadurch entstehen, dass die dickeren Stellen die Temperatur der Färbelösung langsamer annehmen. In solchen Fällen empfiehlt sich die Verwendung einer Vorspüle in heißem Wasser, in welchem die Teile vorgewärmt und die Temperaturunterschiede ausgeglichen werden. Fehlerhafte Färbungen können auch durch Berührung mit Fremdmetallen während des Färbens entstehen, beispielsweise mit Gestellen oder Aufhängungen. Es empfiehlt sich daher, Gestelle und Aufhängungen aus Kunststoff oder isoliertem Metall zu benutzen.

Bei kleinen Mengen, die manuell gehandhabt werden oder bei Einzelteilen sind diese Probleme meist sehr einfach zu lösen. Bei kleinen Mengen können oft Glasgefäße und Einrichtungen verwendet werden, wie sie für Laborzwecke erhältlich sind. Für kleinere bis mittlere Serien können Behälter und Zubehör selbst zusammengestellt werden, es gibt

aber auch von speziellen Fachfirmen kleine Anlagen für den manuellen Warentransport [3]. Vorteil solcher Anlagen ist, dass sie auf Wunsch mit komplettem Zubehör zur Einstellung und Überwachung der Färbelösungsparameter ausgestattet werden.

Bei großen Serien und der industriellen Färbung kann meist auf komplette Anlagen beziehungsweise Automaten zurückgegriffen werden, wie sie für galvanische und andere nasschemische Prozesse Verwendung finden [3]. Voraussetzung ist allerdings, dass das Verfahren entsprechend *steht*, was bei Metallfärbeverfahren viele Voruntersuchungen erforderlich machen kann. In handelsüblichen galvanischen Anlagen sind praktisch alle Parameter einstellbar, die bei der Metallfärbung wichtig sind, eventuell ist auf einige Besonderheiten zu achten.

Zu diesen Besonderheiten gehört beispielsweise die Möglichkeit, den Färbvorgang durch Spülen sehr schnell zu unterbrechen. Eine Herausforderung kann auch das Nachdosieren der Färbelösung sein, das in der Regel nicht über die Analytik, sondern über die Zeit, den Durchsatz oder einen optischen Sensor erfolgen muss und schließlich noch die optische Kontrolle der gefärbten Teile.

3.2.2 Andere Färbetechniken

Bei Einzel- sowie großen Teilen, bei kunsthandwerklichen Färbungen und bei Restaurierungsarbeiten werden die Lösungen oft auch durch andere Techniken unmittelbar auf die Oberfläche aufgebracht. Voraussetzung ist auch hier, die Oberflächen entsprechend vorzubereiten, das heißt beispielsweise mit Alkohol oder einem anderen Lösemittel abzuwaschen oder mit einer Aufschlammung von *Wiener Kalk* zu entfetten. Auch Abreiben mit Bimsmehl oder Schmirgelpapier kann notwendig sein.

Zu den mechanischen Techniken gehören das Tupfen, Wischen, Aufbürsten, Aufpinseln, Aufreiben und Aufsprühen. Bei allen diesen Techniken ist darauf zu achten, dass die Zusammensetzung der Lösung und die Temperatur während des Färbvorganges auf der gesamten zu färbenden Oberfläche gleich bleiben, da davon die Gleichmäßigkeit des Farbtones abhängt. Beim Tupfen und Wischen werden mit der Färbelösung getränkte weiche Tücher oder Tampons aus weichen Textilien eingesetzt. Oft ist es sinnvoll, die Oberfläche vorher mit einer netzmittelhaltigen Lösung (und danach mit Wasser) abzureiben, damit sie von der Färbelösung einheitlich benetzt wird. Borsten- oder Drahtbürsten und Pinsel ermöglichen es, die Färbelösung in Form von einzelnen Strähnen aufzubringen, wobei die jeweils gerade nicht benetzten Stellen aufrocknen können. Das Aufsprühen oder -spritzen wird angewandt, wenn die Farbe durch abwechselndes Auftragen und Trocknen entwickelt wird. Patina ist eine typische Färbung, die auf eine solche Art erzielt wird.

Örtliches Erhitzen mit dem oxidierenden Teil einer Flamme, Bestreichen der oxidierten, noch heißen Flächen mit der Färbelösung mit Hilfe eines Pinsels oder Tampons, zusätzliches Bürsten oder Kratzen und andere Kombinationen der verschiedensten Techniken, erzeugen antik wirkende oder ähnliche Farbeffekte. In einer Art Korrosionskammer kann eine natürlich aussehende Patina hergestellt werden. Zusätzliche Effekte entstehen, wenn Teile der Oberflächen vorher sandgestrahlt oder abgedeckt sind.

Aus dem Charakter dieser Techniken, einschließlich des Tauchverfahrens geht hervor, dass die Ergebnisse einer chemischen Metallfärbung nicht nur von der Rezeptur der Färbe-

lösung und den Arbeitsbedingungen abhängen. Zumindest genau so wichtig sind Übung und Erfahrungen, um eine schöne und gleichmäßige Metallfärbungen im gewünschten Ton zu erzielen. Selbst anhand der ausführlichsten Anleitungen ist es auch dem geübten Praktiker oft erst nach Vorversuchen möglich, die gewünschten Ergebnisse zu erreichen.

Oft gelingt es trotz großer Erfahrung und Geschick nicht immer, auf unterschiedlichen Teilen den gleichen Farbton mit einer und derselben Rezeptur zu erzielen. Es ist deshalb notwendig, Rezepturen oder Arbeitsbedingungen auf die entsprechenden Teile abzustimmen. Aus diesem Grund werden nachfolgend zum Teil auch mehrere Verfahren für gleiche oder nahezu gleiche Farbtöne beschrieben.

3.3 Färben von Kupfer und Kupferlegierungen

Die natürliche Farbe des Kupfers ist hellrot bis rostbraun. In trockener Luft ist das Metall verhältnismäßig beständig. Feuchter, kohlenstoffhaltiger Luft ausgesetzt, oxidiert es und überzieht sich mit einer Schicht, deren Farbe sich mit steigender Expositionszeit von gelb zu braun- bis grünschwarz verändert. Nach längerer Zeit an der Atmosphäre bildet sich auf Kupfer eine grüne Schicht, die unter der Bezeichnung Patina (*Grünspan*) bekannt ist. Das bekannteste Beispiel ist die Bildung von grüner Patina auf Kupferdächern.

Da diese an der Atmosphäre gebildeten Färbungen nicht nur schön aussehen, sondern auch haltbar sind und das darunter liegende Metall vor weiterer Oxidation schützen, wurden solche Überzüge schon seit jeher künstlich hergestellt. Obwohl rotes Kupfer, gelbes bis gelbgrünes Messing und braune bis rotbraune Bronze selbst schon ein schönes und gefälliges Aussehen haben, erwies es sich oft als notwendig, dieses zusätzlich zu verändern. Knöpfe und Schnallen aus Bronze, Lampenschirme aus Kupfer, Sanitärarmaturen aus Messing – nur um einige Beispiele zu nennen – sollten der Farbe von Kleidung und Uniformen oder etwa dem Interieur eines Raumes angepasst werden.

Als Vorteil erwies sich dabei, dass Kupfer das chemisch am leichtesten färbbare Metall ist. Diese Fähigkeit beruht nicht nur darauf, dass es eine Reihe von farbigen Kupferverbindungen bildet, die sich auch auf der Metalloberfläche erzeugen lassen. Kupfer kommt außerdem in zwei Wertigkeiten vor, die Verbindungen unterschiedlicher Farbe bilden können. Kupfer(I)oxid kann gelb, orange, rot, violett oder braun sein, während Kupfer(II)oxid einen braunen bis schwarzen, oft sogar auch einen schwarzblauen Ton aufweist. Schwefelverbindungen geben hellbraune bis kastanienbraune, aber auch aschgraue oder blauschwarze Farben. Die basischen Salze des Kupfers zeichnen sich durch grüne Farbtönungen aus, die sich in zahlreichen Abstufungen von Blaugrün und Graugrün bis zum sattesten Giftgrün erstrecken.

Diesem unterschiedlichen Verhalten entsprechend, werden die zur chemischen Kupferfärbung angewandten Verfahren in drei Gruppen eingeteilt:

- Verfahren zur Herstellung von Sulfiden und schwefelhaltigen Verbindungen,
- Verfahren zur Herstellung von Oxiden,
- Verfahren zur Herstellung von basischen und anderen Salzen (Patinieren).