

WERKSTATTBÜCHER

HEFT 9

F. SPITZER

**REZEPTE
FÜR DIE
WERKSTATT**



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

Zur Einführung.

Die Werkstattbücher behandeln das Gesamtgebiet der Werkstatttechnik in kurzen selbständigen Einzeldarstellungen; anerkannte Fachleute und tüchtige Praktiker bieten hier das Beste aus ihrem Arbeitsfeld, um ihre Fachgenossen schnell und gründlich in die Betriebspraxis einzuführen.

Die Werkstattbücher stehen wissenschaftlich und betriebstechnisch auf der Höhe, sind dabei aber im besten Sinne gemeinverständlich, so daß alle im Betrieb und auch im Büro Tätigen, vom vorwärtsstrebenden Facharbeiter bis zum leitenden Ingenieur, Nutzen aus ihnen ziehen können.

Indem die Sammlung so den einzelnen zu fördern sucht, wird sie dem Betrieb als Ganzem nutzen und damit auch der deutschen technischen Arbeit im Wettbewerb der Völker.

Bisher sind erschienen:

- | | |
|--|--|
| <p>Heft 1: Gewindeschneiden. 2. Aufl.
Von Oberingenieur O. M. Müller.</p> <p>Heft 2: Meßtechnik. 3. Aufl. (15.—21. Tausd.)
Von Professor Dr. techn. M. Kurrein.</p> <p>Heft 3: Das Anreißen in Maschinenbauwerkstätten. 2. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Ing. Fr. Klautke.</p> <p>Heft 4: Wechselläderberechnung für Drehbänke. 2. Aufl. (7.—12. Tausend.)
Von Betriebsdirektor G. Knappe.</p> <p>Heft 5: Das Schleifen der Metalle. 2. Aufl.
Von Dr.-Ing. B. Buxbaum.</p> <p>Heft 6: Teilkopfarbeiten. (7.—12. Tausend.)
Von Dr.-Ing. W. Pockrandt.</p> <p>Heft 7: Härten und Vergüten.
1. Teil: Stahl und sein Verhalten. 3. Aufl. (18.—24. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Eugen Simon.</p> <p>Heft 8: Härten und Vergüten.
2. Teil: Praxis der Warmbehandlung. 3. Aufl. (18.—24. Tausend.)
Von Dr.-Ing. Eugen Simon.</p> <p>Heft 9: Rezepte für die Werkstatt. 3. Aufl. (17.—22. Tausend.)
Von Dr. Fritz Spitzer.</p> <p>Heft 10: Kuppelofenbetrieb. 2. Aufl.
Von Gießereidirektor C. Irresberger.</p> <p>Heft 11: Freiformschmiede. 1. Teil: Grundlagen, Werkstoff der Schmiede. — Technologie des Schmiedens. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.)
Von F. W. Duesing und A. Stodt.</p> <p>Heft 12: Freiformschmiede. 2. Teil: Schmiedeeispiele. 2. Aufl. (7.—11. Tausend.)
Von B. Preuß und A. Stodt.</p> <p>Heft 13: Die neueren Schweißverfahren. 3. Aufl. (13.—18. Tausend.)
Von Prof. Dr.-Ing. P. Schimpke.</p> <p>Heft 14: Modelltischlerei. 1. Teil: Allgemeines. Einfachere Modelle. 2. Aufl. (7. bis 12. Tausend.)
Von R. Löwer.</p> <p>Heft 15: Bohren. 2. Aufl. (8.—14. Tausend.)
Von Ing. J. Dinnebler und Dr.-Ing. H. J. Stoewer.</p> | <p>Heft 16: Reiben und Senken.
Von Ing. J. Dinnebler.</p> <p>Heft 17: Modelltischlerei.
2. Teil: Beispiele von Modellen und Schablonen zum Formen. Von R. Löwer.</p> <p>Heft 18: Technische Winkelmessungen.
Von Prof. Dr. G. Berndt. 2. Aufl. (5.—9. Tausend.)</p> <p>Heft 19: Das Gußelsen.
Von Ing. Joh. Mehrrens.</p> <p>Heft 20: Festigkeit und Formänderung.
1. Teil: Die einfachen Fälle der Festigkeit.
Von Dr.-Ing. Kurt Lachmann.</p> <p>Heft 21: Einrichten von Automaten.
1. Teil: Die Systeme Spencer und Brown & Sharpe. Von Ing. Karl Sachse.</p> <p>Heft 22: Die Fräser.
Von Ing. Paul Zieting.</p> <p>Heft 23: Einrichten von Automaten.
2. Teil: Die Automaten System Gridley (Einspiudel) und Cleveland und die Offenbacher Automaten.
Von Ph. Kelle, E. Gothe, A. Kreil.</p> <p>Heft 24: Stahl- und Temperguß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.</p> <p>Heft 25: Die Ziehtechnik in der Blechbearbeitung. 2. Aufl.
Von Dr.-Ing. Walter Sellin.</p> <p>Heft 26: Räumen.
Von Ing. Leonhard Knoll.</p> <p>Heft 27: Einrichten von Automaten.
3. Teil: Die Mehrspiudel-Automaten.
Von E. Gothe, Ph. Kelle, A. Kreil.</p> <p>Heft 28: Das Löten.
Von Dr. W. Burstyn.</p> <p>Heft 29: Kugel- und Rollenlager. (Wälzlager.) Von Hans Behr.</p> <p>Heft 30: Gesunder Guß.
Von Prof. Dr. techn. Erdmann Kothny.</p> <p>Heft 31: Gesenkschmiede. 1. Teil: Arbeitsweise und Konstruktion der Gesenke.
Von Ph. Schweißguth.</p> |
|--|--|

Fortsetzung des Verzeichnisses der bisher erschienenen sowie Aufstellung der in Vorbereitung befindlichen Hefte siehe 3. Umschlagseite.

Jedes Heft 48—64 Seiten stark, mit zahlreichen Textabbildungen.

Preis: RM 2.—. Bei Bezug von wenigstens 25 beliebigen Heften je RM 1.50.

WERKSTATTBÜCHER
FÜR BETRIEBSBEAMTE, KONSTRUKTEURE
UND FACHARBEITER

HEFT 9

Rezepte für die Werkstatt

Von

Dr. Fritz Spitzer

Studienrat an der Beuthschule, Berlin

Dritte
neu bearbeitete Auflage

(17.—22. Tausend)



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH
1936

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Oberflächenveredlung der Metalle	3
A. Vorbereitung der Metalloberfläche	3
a) Mechanische Vorbereitung	4
b) Das Entfetten	6
c) Abbeizen (Abbrennen, Dekapieren)	8
B. Die Veredlungsverfahren	13
a) Eintauchen in geschmolzene Metalle	13
b) Galvanische Metallniederschläge	17
c) Metallniederschläge ohne äußere Stromquelle	29
d) Chemische Metallfärbung	32
e) Schutz- und Zieranstriche	45
f) Das Emaillieren	51
g) Besondere Verfahren der Oberflächenveredlung	52
II. Rost, Rostschutz, Prüfung auf Rostbeständigkeit	55
a) Der Vorgang des Rostens	55
b) Rostschutz	57
c) Prüfung auf Korrosionsbeständigkeit	59
III. Kitte und Klebemittel	61
a) Öl- und Harzkitte	61
b) Kautschuk- und Guttaperchakitte	62
c) Mineralkitte	62
d) Sonstige Kitte	63
e) Klebemittel	63
IV. Verschiedenes	64

Zeichen und Abkürzungen.

<p>m = Meter. dm = Dezimeter. cm = Zentimeter. mm = Millimeter. g = Gramm. l = Liter. ... = bis. Bé = Baumé. m² = Quadratmeter.</p>	<p>dm² = Quadratdezimeter. cm² = Quadratzentimeter. mm² = Quadratmillimeter. kg = Kilogramm. ‰ = Prozent (= vom Hundert). h = Stunde min = Minute. D.R.P. = Deutsches Reichs-Patent.</p>	<p>m³ = Kubikmeter. dm³ = Kubikdezimeter. cm³ = Kubikzentimeter. mm³ = Kubikmillimeter. t = Tonne. ° = Grad Celsius. Teil = Gewichtsteil. sp. G. = spezifisches Gewicht.</p>
--	--	---

A/dm² = Ampere auf 1 Quadratdezimeter. U/min = Umdrehungen in 1 Minute.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

ISBN 978-3-662-41747-8

ISBN 978-3-662-41892-5 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-41892-5

Wollte man die in den Bereich dieser Arbeit fallenden, bekanntgewordenen Rezepte sammeln, so würde das Heft zu einem mehrbändigen Lexikon an-schwellen. Soll es den ihm gewährten bescheidenen Umfang behalten, so wird man sparsam in der Auswahl der Rezepte sein und nötigenfalls an die Stelle einer Vielheit von Vorschriften den ihnen gemeinsamen Grundgedanken setzen müssen. Denn Rezepte sind nicht etwas Starres, Unabänderliches, sondern nur die für einen besonderen Zweck gewählte Ausdrucksform — Illustration — eines Gedankens.

I. Oberflächenveredlung der Metalle.

1. Grundsätzliches. Alle technischen Metalle haben die Eigenschaft, durch Berührung mit Luft oder Wasser oder beiden an ihrer Oberfläche anzulaufen, indem die äußerste Metallschicht gewisse chemische Verbindungen mit den Bestandteilen von Luft bzw. Wasser eingeht. Sind diese Schichten in Wasser unlöslich und haften sie fest auf dem darunter befindlichen Metall, so bilden sie einen natürlichen wirksamen Schutz für dieses und ermöglichen oft erst seine praktische Verwendung, wofür namentlich Aluminium, Zink und Blei als Beispiele dienen können. Neigen die Anlaufschichten jedoch zum Abblättern und Abbröckeln, wie z. B. der Rost auf dem Eisen, so wird dauernd eine frische Metallschicht zum Anlaufen gebracht, und der Vorgang kann erst dann zum Stillstand kommen, wenn das Metall völlig zerstört worden ist. Nur durch Anwendung einer künstlichen Schutzschicht kann es hiervor bewahrt werden. Man faßt die zur Erzeugung derartiger Schutzschichten dienenden Arbeitsweisen als Oberflächenveredlung der Metalle zusammen. Sie wird sich nicht auf einen Schutz der Metalle gegenüber den Einwirkungen von Luft und Wasser beschränken dürfen, sondern sich richten müssen nach der Art der späteren Beanspruchung des Gegenstandes im praktischen Gebrauch und auch nach ästhetischen Rücksichten.

Bevor indessen derartige Veredlungsverfahren zur Anwendung kommen, muß die Oberfläche der Metallgegenstände gereinigt werden. Das ist notwendig, weil sonst die veredelnden Schichten ungleichmäßig ausfallen und nur schlecht haften würden. Doch gehen die Anforderungen an die Reinheit der Oberfläche bei den einzelnen Veredlungsverfahren verschieden weit; am höchsten sind sie bei solchen Arbeitsweisen, bei denen die Veredlungsschicht mit Hilfe wässriger Lösungen erzeugt wird.

A. Vorbereitung der Metalloberfläche.

2. Grundsätzliches. Um die Oberfläche metallisch rein zu machen, müssen die gewöhnlich darauf befindlichen Fremdstoffe beseitigt werden, nämlich die Oxyd- oder Anlaufschichten, die auf den Metallen in Form einer Gußhaut oder der freiwillig an der Luft entstehenden Anlaufhaut haften, und die Fettstoffe (z. B. Öl, Wachs, Harz, Pech u. dgl.), die durch eine besondere Vorbehandlung der Metalle oder durch bloßes Anfassen mit den Händen hinaufgelangt sind. Wegen ihrer Klebrigkeit können diese Stoffe auch als Bindemittel für Staub und allerlei andere Fremdkörper wirken.

Die anzuwendende Arbeitsweise wird sich dem jeweiligen Falle anpassen und auch die Natur des Metalles selbst berücksichtigen müssen. Im allgemeinen können dreierlei Maßnahmen unterschieden werden:

- a) Die mechanische Vorbereitung.
- b) Das Entfetten.
- c) Das Abbeizen (Abbrennen, Dekapieren).

Nicht selten werden zwei von ihnen, unter Umständen auch alle drei, in einen einzigen Arbeitsvorgang zusammengezogen werden können. Selbstverständlich ist es, daß die metallischen Gegenstände nach der Vorbereitung vor einer Veränderung der sauberen Oberfläche bewahrt werden müssen. Darum pflegt man die Oberfläche unmittelbar vor der Veredlung zu säubern oder die gereinigten Gegenstände in eine Lösung von etwa 5 g Weinstein auf 1 l Wasser einzulegen; sollen sie später in alkalischen oder zyankalischen Bädern weiterbehandelt werden, so benutzt man zum Einlegen Lösungen von 5...10 g Zyankalium in 1 l Wasser. Vor allem ist dafür zu sorgen, daß sie nicht mehr mit der Haut in Berührung kommen.

a) Mechanische Vorbereitung.

3. Grundsätzliches. Diese Vorbereitung hat die Aufgabe, die Oberfläche von groben Fremdkörpern zu befreien und in einen gleichmäßig gerauhten oder glatten Zustand zu versetzen. Dies geschieht durch Schleifen und Polieren¹⁾. Als Hilfsmittel hierfür dienen Schleifscheiben sowie Bürsten aus Stahldraht, Messingdraht oder Borsten, die von Hand oder auch mechanisch angetrieben werden können und deren Wirkung durch Anwendung weicherer oder härterer Schleifpulver (Sand, Bimsstein, Schmirgel, Korund usw.) unterstützt werden kann. Kleinere Massenartikel werden in umlaufenden Scheuertrommeln bearbeitet, die mit der Ware, Scheuerpulver und Wasser beschickt werden. Eine besondere Form des Antriebs ist das Sandstrahlgebläse, in dem das Schleifpulver durch einen kräftigen Luftstrom auf die Oberfläche geschleudert wird. In ihrer Härte, ausgedrückt in Graden der Härteskala nach Mohs, unterscheiden sich die wichtigsten Schleifmittel etwa folgendermaßen:

Schleifmittel	Härte	Schleifmittel	Härte
Sand	etwa 7	Siliziumkarbid (Karbordum, Karbosilit)	etwa 9,5
Naxoschmirgel	„ 8	Borkarbid	„ 10
Korund	„ 9	Diamant	„ 10
Künstl. Korund (Alundum, Elektrorubin, Abrasit u. a.)	„ 9,2...9,3		

4. Schleifen. Polieren. Beim Schleifen beginnt man mit einem gröberen Korn und geht allmählich zu feinerem Korn über. Meist ist das Schleifmittel aufgeleimt auf Holzscheiben, die noch mit Leder, Pappe oder Filz belegt sein können, oder auf Korkscheiben. „Vorschleifen“ kann man z. B. mit Schmirgel Nr. 60...80, „Feinschleifen“ mit Schmirgel Nr. 00 und „Fertigschleifen“ („Glänzen“) mit Schmirgel Nr. 000. Zum Befeuchten geleimter Schleifscheiben wird Öl oder Fett benutzt. Das Glänzen kann auch durch loses Schmirgelpulver unter Befeuchtung mit Öl durch Borstenbürsten geschehen.

Zum Polieren müssen weichere Pulver in feiner Form verwendet werden, wie Schleifrot, Englisch Rot, Pariser Rot, Kieselgur, Tripel, Wiener Kalk, Chromoxyd (Poliergrün; besonders für gehärteten Stahl), die zusammen mit Wasser

¹⁾ Näheres s. Heft 5 dieser Sammlung: „Schleifen der Metalle“.

oder Fett oder Öl durch umlaufende, mit Tuch oder Wildleder bespannte Holz-scheiben oder durch Filzscheiben oder die aus zusammengepreßten Tuchscheiben bestehende Schwabbel aufgerieben werden. Diese weicheren Pulver werden auch als Metallputzmittel (Putzsteine, Putzpulver, Putzseifen, Putzsalben) benutzt, um eine unansehnlich gewordene Politur zu erneuern. Weiche Metalle (Gold, Silber, Messing) können dadurch poliert werden, daß man die Unebenheiten der Oberfläche durch ein abgerundetes glattes Werkzeug (Polierstahl, Poliersteine) niederdrückt, das zur Erleichterung der Arbeit in Seifenwasser o. dgl. getaucht wird.

5. Scheuern und Kugelpolieren in Trommeln. Kleinere Massenartikel aus Eisen werden am schnellsten in offenen Scheuerglocken oder in geschlossenen Scheuer- bzw. Poliertrommeln geglättet. Besonders wirksam sind schiefgelagerte Trommeln, da in ihnen die Ware nicht nur am Umfang entlang, sondern auch noch in der Längsachse hin- und hergleitet.

Zum Scheuern dienen eiserne Trommeln, die außer der Ware einen Brei aus gleichmäßig gekörntem Sand und Seifenwasser aufnehmen und mehrere Stunden bei etwa 30 U/min umlaufen. Nach sorgfältigem Abspülen des Sandes kommt die Ware zum Vorpolieren in (meist hölzerne) Trommeln, zusammen mit einem dünnflüssigen Brei aus sandfreiem Ton und etwas seifenpulverhaltigem Wasser; zweckmäßig kann auch eine größere Menge Stahlkugeln mit eingefüllt werden. Nach einigen Stunden folgt das Hochglanzpolieren. Unter sorgfältiger Vermeidung von Sand, Ton, Öl und Fett werden die Poliertrommeln nur mit der vorpolierten Ware, sauberen Polierkugeln und soviel Seifenwasser beschickt, daß es mindestens 1 cm über dem Poliergut steht. Zweckmäßig läßt man die Polierkugeln vorher allein in einer Zyankalium- oder Ätznatronlösung 1:10 etwa 15 min umlaufen. Gewöhnlich macht die Poliertrommel 60...70 U/min.

Bei gehärteter Ware wird das nasse Blankpolieren oft durch ein Trockenpolieren ersetzt, wobei man die Ware in einer eisernen Trommel zusammen mit Lederabfällen umlaufen läßt.

6. Putzen von Graugußteilen. Beim Putzen von Graugußteilen im Rollfaß kann als Putzmittel sehr gut die glasige Schlacke des Kupolofens verwendet werden, die entsprechend zerkleinert und mit in die Trommel gegeben wird. Wenn die Schlacke anfängt rund zu werden, ersetzt man sie von Zeit zu Zeit durch frische, weil sie am besten putzt, wenn sie scharfkantig ist. Ferner soll ein Rollfaß für Grauguß möglichst mit einigen Löchern versehen sein, um den feinen Putzstaub herauszulassen, da dieser die Gußware verschmiert. Wenn Löcher in der Trommel sind, wird die Laufzeit kürzer, da sich im anderen Fall ein Teil der Ware nur in dem feinen Staub wälzt, ohne von dem Putzmittel getroffen zu werden.

7. Polieren von gezogenen und gepreßten Messingteilen. Der Polierstahl wird in eine Mischung von gleichen Teilen Ochsen-galle und Wasser getaucht.

8. Poliermasse für Aluminium. Eine sehr gut geeignete weiße Polierkomposition für Aluminium besteht aus 1 Teil Stearinöl, 1 Teil Walkerde und 6 Teilen Tripel (Kieselerde).

9. Putzmittel für Messing und Bronze. a) Ein bewährtes Putzwasser erhält man nach folgendem Rezept. 1,5 kg ungefüllte Kernseife werden in 44 kg weichem Wasser (Regen- oder Kondenswasser) unter Erwärmen aufgelöst. In diese noch 40...50° warme Seifenlösung wird eine vorher auf kaltem Wege bereitete Mischung aus 8 kg Olein, 1,5 kg Benzin und 3 kg Spiritus eingetragen und bis zur gleichmäßigen Verteilung in der Seifenlösung verrührt. Hierzu setzt man allmählich

eine Mischung aus 4 kg Ammoniak techn. (0,960) und 10 kg Wasser unter Rühren, wobei eine trübe, gleichmäßige Emulsion entsteht. In dieser wird schließlich das Putzpulver, bestehend aus einer Mischung von 8 kg geschlämmter Kieselgur und 20 kg Kieselkreide, unter Rühren verteilt.

b) 20 Teile Kieselkreide werden mit 10 Teilen Olein durchtränkt und dann mit einer Lösung von 3 Teilen Weinsäure in 60 Teilen Wasser versetzt; die Mischung wird schließlich mit 7 Teilen Ammoniaklösung (sp. G. 0,91) durchgearbeitet.

c) Höher als die Putzkraft der Putzwässer pflegt infolge des höheren Gehalts an Ölsäure und Benzin die der Putzöle zu sein. Zu ihrer Herstellung kann man so verfahren, daß man 30 Teile Solaröl 0,830 sp. G. oder Paraffinöl bzw. deutsches Vaselineöl 0,885 und 10 Teile Schwerbenzin mit 16 Teilen Destillatolein mischt und auf etwa 50° erwärmt. Hierzu läßt man in dünnem Strahle unter Umrühren allmählich zur Verseifung des Oleins eine Mischung von 6 Teilen Ammoniak techn. 0,960 und 10 Teilen 96%igem denaturierten Spiritus zufließen und rührt weiter, bis eine klare Lösung erzielt ist. Mit einem Teil dieser Lösung verreibt man eine Mischung von 20 Teilen Neuburger oder Pariser Kieselkreide und 8 Teilen feingeschlämmter weißer Kieselgur, bis eine gleichmäßige Paste entstanden ist, die man dann mit dem Rest obiger Lösung verdünnt. Der Petroleumgeruch des Präparates kann mit etwas Amylacetat, Zitronenöl, Mirbanöl usw. verdeckt werden. Auch kann das Putzmittel noch mit einem öllöslichen Teerfarbstoff gefärbt werden.

b) Das Entfetten.

10. Grundsätzliches. Die Oberfläche muß in allen Fällen, wo später mit Hilfe von wässerigen Lösungen veredelt werden soll, besonders sorgfältig entfettet werden, da fettige Stellen sich mit Wasser nicht benetzen und bei Anwendung elektrolytischer Verfahren auch isolierend wirken, in beiden Fällen also die Entstehung von Flecken veranlassen. Da durch die Poren der Haut stets feinste Tröpfchen von Fett abgesondert werden, dürfen die Gegenstände nach dem Entfetten nicht mehr angefaßt werden, und es müssen vorher Maßnahmen zu ihrer sicheren Handhabung getroffen werden, indem man sie an Drähten befestigt oder hölzerne Zangen bereithält; kleinere Gegenstände können auch in siebartig durchlochtem Behältern aus Steinzeug, sog. Beizkörben, durch die einzelnen Bäder geführt werden.

Ob die Oberfläche fettfrei ist, kann leicht durch Eintauchen in Wasser erkannt werden; dieses benetzt eine fettfreie Oberfläche ganz gleichmäßig und fließt auch ganz gleichmäßig von ihr ab, ohne an einzelnen Stellen in Form von Tropfen oder Inseln stehenzubleiben.

11. Entfettung durch Kalk. Sind die Gegenstände in der mechanischen Vorbereitung mit einem Brei aus gelöschtem Kalk oder Wienerkalk bearbeitet worden, auch mit Mischungen aus gelöschtem Kalk und Soda, so ist oft eine besondere Entfettung überflüssig, da die erwähnten Mittel leicht Fette und Öle in sich aufnehmen. Doch müssen sie ebenso wie der gebrannte Kalk in gut verschlossenen Behältern aufbewahrt werden, da sie sonst aus der Luft Kohlensäure chemisch binden und an Wirksamkeit verlieren.

Ähnlich dem Kalk wirken Seifenlösungen, Auszüge von Seifenwurzel oder Quillajarinde, die zwar die Fette und Öle nicht lösen, wohl aber in Form feinsten Tröpfchen als „Emulsion“ aufnehmen.

12. Entfettung durch Fettlösungsmittel, d. h. solche Flüssigkeiten, die ohne chemische Einwirkung Fette, Öle, Harze usw. zu lösen vermögen, z. B. Benzin,

Petroleumäther, Benzol, Tetrachlorkohlenstoff (Handelsname „Tetra“), Trichloräthylen (Handelsname „Tri“, Perchloräthylen („Per“). Die ersten drei sind sehr feuergefährlich, während Tetra, Tri und Per nicht brennbar sind, doch schwach narkotisch (einschläfernd) wirken, weshalb man sich vor dem längeren Einatmen ihrer Dünste hüte. Auch Gemische aus Tri und Benzin sind nicht brennbar, wenn sie mindestens zur Hälfte aus Tri bestehen.

Man benutzt am besten zwei bis drei Gefäße mit der fettlösenden Flüssigkeit, also z. B. Benzin; zuerst taucht man in ein Gefäß mit schon länger gebrauchtem Benzin, das zur vollständigen Reinigung nicht mehr genügt, weil es schon zu große Mengen Fett gelöst enthält, zur Vorreinigung aber noch verwendbar ist; zuletzt spült man in einem Gefäß mit frischem Benzin zur letzten gründlichen Reinigung ab. Ist das Benzin in dem ersten Gefäß durch längeren Gebrauch zu stark verunreinigt worden, so kann man es für Brennzwecke (Lötlampen usw.) verwenden, und die Gefäße rücken nun vor, während man das entleerte mit reinem Benzin füllt und nunmehr zur letzten Reinigung verwendet. Eine gefahrlose Handhabung dieser Fettlösungsmittel kann durch Waschmaschinen ermöglicht werden. Hierbei wird z. B. das Lösungsmittel in einem geschlossenen Entfettungsbehälter in Form eines Druckstrahles auf die Gegenstände aufgespritzt; das fettbeladene Lösungsmittel gelangt in ein Destillationsgefäß, um hier von dem Fettgehalt befreit zu werden und in den Kreislaufprozeß zurückzukehren, so daß die zu entfettenden Gegenstände immer mit völlig fettfreiem Lösungsmittel berieselt werden.

13. Entfetten durch Kochen mit Laugen (chemische Entfettung). Es ist das am häufigsten angewandte Entfettungsverfahren und beruht in einem längeren Eintauchen der Gegenstände in heiße Lösungen von Ätznatron (Natriumhydroxyd, Seifenstein, Natronlauge), Ätzkali (Kaliumhydroxyd, Kalilauge) oder Soda (Natriumkarbonat). Diese Stoffe haben die Eigenschaft, die der lebenden Natur entstammenden Fette, Öle, Harze sowie Fettsäuren (Stearinsäure, Ölsäure, Olein) durch chemische Umwandlung in wasserlösliche Seifen vollkommen zu lösen; jedoch bleiben sie ohne chemische Wirkung auf mineralische Fette und Öle (Vaseline, Paraffin, Paraffinöl, Schmieröl, Putzöl) und vermögen nur, diese allmählich zu emulgieren und dadurch von ihrer Unterlage allmählich zu entfernen. Gern setzt man hierbei etwas Trinatriumphosphat hinzu, das auch entfettend wirkt, aber auch das Abspülen der Emulsionen erleichtert. Eisen, Stahl, Kupfer, Nickel, Argenta, Silber werden für $\frac{1}{4}$... $\frac{1}{2}$ h in eine kochende, etwa 10%ige Natronlauge gebracht und dann mit möglichst weichem Wasser gespült, am besten unter einer Brause. Blei, Zink, Zinn, Britanniametall und ähnliche Legierungen würden durch die Natronlauge zu stark angegriffen werden und werden daher besser mit einer etwa 3%igen Lösung von Soda unter sorgfältiger Beobachtung der Wirkung gebürstet oder durch Kalk oder Fettlösungsmittel entfettet. Aluminium darf weder mit Lauge noch mit Sodalösung gekocht werden, da es in beiden Fällen stark angeätzt werden würde. Dagegen eignen sich zum Entfetten recht gut 5...15%ige Sodalösungen, denen 0,5...1% Wasserglas zugesetzt ist, ebenso etwa 5%ige Lösungen von Trinatriumphosphat mit Zusatz von Wasserglas. Derartige Lösungen sind auch für Blei, Zink, Zinn und ihre Legierungen verwendbar. Ist bei Aluminiumgeräten ein Abtragen der Oberfläche zulässig, so verfähre man nach Nr. 20.

14. Elektrolytische Entfettung. Sie erfreut sich ausgedehnter Anwendung bei solchen Metallen, die durch Laugen nicht angegriffen werden, und besteht darin, daß die zu entfettenden Gegenstände als Kathode eingehängt werden in ein Bad, das etwa ein Gewichtsteil Ätznatron oder Soda auf etwa zwei Gewichtsteile Ätzkali oder Pottasche (zusammen etwa 50 g) auf 1 l Wasser enthält; auch

ein kleiner Zusatz von Zyankalium (etwa 2 g auf 1 l Wasser) ist oft empfehlenswert. Als Anoden dienen Eisenbleche, wohl auch der aus Eisen bestehende Badbehälter selbst. Das Bad wird mäßig warm bis heiß angewandt und die Spannung so geregelt, daß an den Waren eine lebhafte Gasentwicklung auftritt. Durch die Wirkung des Stromes bildet sich an der als Kathode eingehängten Ware Alkali in höherer Konzentration, das verseifbare Fette in wasserlösliche Seifen verwandelt. Ein erheblicher Teil des Fettes wird aber auch durch das an der Kathode sich entwickelnde Wasserstoffgas mechanisch abgestoßen, so daß selbst nicht verseifbare Fette und Öle mit Hilfe dieses elektrolytischen Verfahrens entfernt werden können. Da das unverseift gebliebene Fett auf der Oberfläche des Bades schwimmt, ist es notwendig, Vorsorge zu treffen, daß die Waren beim Herausnehmen sich nicht wieder mit Fett behaften. Die elektrolytische Entfettung eignet sich namentlich für kleinere Massenartikel mit gleichmäßiger Oberfläche.

Zu lange Dauer der elektrolytischen Entfettung kann bei der folgenden Galvanisierung zur Bildung spröder Niederschläge führen; darum sollte man den Vorgang so regeln, daß die Entfettung in längstens $1\frac{1}{2}$ min beendet ist.

Man kann die Entfettung mit einer leichten Vorverkupferung verbinden, wenn man dem Bade ein wenig Zyankupferkalium (etwa 15 g/l) und Zyannatrium (etwa 50 g/l) hinzusetzt und kurze Zeit mit etwa 3 A/dm² arbeitet. Ungenügend vorgereinigte Stellen werden dadurch leicht erkennbar.

c) Abbeizen (Abbrennen, Dekapieren).

15. Grundsätzliches. Hierunter werden die Maßnahmen zur Beseitigung der noch auf den Metallen haftenden Anlaufschichten auf chemischem Wege verstanden. Die Anlaufschichten bestehen meist aus den Oxyden, Hydroxyden oder Karbonaten der betreffenden Metalle und sind in der Regel schon in stark verdünnter Schwefelsäure, Salz- oder Salpetersäure löslich. Indessen werden auch die technischen Metalle selbst durch diese Säuren leicht angegriffen, und so ist es die Kunst des Beizens, den Vorgang so zu leiten, daß die Anlaufschicht sicher entfernt wird, das bloßgelegte Metall aber so wenig wie möglich angeätzt wird. Auf diesen Schutz des Metalls muß man aus wichtigen Gründen bedacht sein. Wird z. B. ein rostiges Eisenblech mit verdünnter Schwefelsäure gebeizt, so wird zunächst der Rost durch die Säure entfernt werden. Tritt nun das blanke Metall mit der Säure in Berührung, so wird es ebenfalls aufgelöst, aber unter gleichzeitiger Entwicklung von Wasserstoffgas. Spielt diese sich längere Zeit ab, so vermag das Eisen gewisse Mengen dieses Gases aufzunehmen und dadurch in einen Zustand zu gelangen, den man als „Beizbrüchigkeit“ bezeichnet. Auch „Beizblasen“ können entstehen, die namentlich in der Feinblechindustrie gefürchtet sind und bei der Weißblechbereitung viel Ausschuß ergeben. Ein anderer Grund liegt darin, daß jedes Metall ein bestimmtes Gefüge, seine Struktur, hat, die um so deutlicher sichtbar wird, je stärker die Oberfläche angeätzt wird. Dies trifft schon auf das Eisen zu. So sind z. B. in das Gußeisen reichliche Mengen von graphitischem Kohlenstoff eingelagert, die dem Säureangriff widerstehen und dadurch Veranlassung zu einem ungleichmäßigen Abtragen der Oberfläche beim Beizen geben; die so entstehenden Poren können beim Spülen leicht Reste der Säure zurückhalten, die später rostbildend und zerstörend auf die inzwischen aufgetragenen Verschönerungsschichten wirken. Besonders kommen diese Gesichtspunkte zur Geltung bei Legierungen, die häufig aus einem Gerüst größerer Kristalle bestehen, die in eine Metallmasse anderer Zusammensetzung wie in einen Zement eingebettet sind. So kann es z. B. leicht geschehen, daß

eine polierte Messingplatte durch falsches Beizen eine ganz raue Oberfläche erhält, in der lauter stabförmige Kristalle auf vertieftem Grunde liegen.

Die Beizdauer hängt hauptsächlich ab von der Dicke und Art der zu beseitigenden Oxydschicht, von der Konzentration und Temperatur der Säure. Von Einfluß sind aber auch die beim Beizen entstehenden und sich in der Säure auflösenden Salze. So wirken die beim Arbeiten mit Schwefelsäure entstehenden Sulfate hemmend auf den weiteren Verlauf des Beizvorganges; dagegen ist dieser verzögernde Einfluß beim Beizen mit Salzsäure geringer, die entstandenen Chloride können sogar den Vorgang begünstigen (besonders beim Eisen). Beschleunigend auf den Beizvorgang kann ferner die Berührung mit dem Beizkorbmetall wirken, sofern er aus edlerem Stoff (Bronze, Monelmetall od. dgl.) besteht. So kommt es, daß das Beizen der einzelnen Werkstoffe verschieden durchgeführt wird und sich gewisse Beizrezepte herausgebildet haben.

Der Säureverbrauch kann allgemein unterteilt werden in a) die zum Auflösen der Anlaufsicht verbrauchte Säuremenge: Abbeizsäure; b) die Säuremenge, die darüber hinaus das Metall unter Wasserstoffentwicklung angegriffen hat: Angriffssäure; c) die bei Entleerung des Beizbades in ihm noch vorhandene, aber nicht mehr ausnutzbare Säuremenge: Endsäure. $a + b =$ Nettosäureverbrauch, $a + b + c =$ Bruttosäureverbrauch.

Die Beizkästen bestehen aus Holz mit Bleiauskleidung, aus Steinzeug, aus gehauem Naturstein oder säurefestem Mauerwerk.

16. Beizen von Eisen und Stahl. a) Im allgemeinen gilt hier die Regel, daß man Anlaufsicht, Rost, Glühspan und Gußhaut durch verdünnte, etwa 1...5%ige Schwefelsäure oder Salzsäure entfernt, die Einwirkung der Säure aber (besonders bei dünnwandigen Artikeln) so kurz wie möglich bemißt, um die Gefahren der Beizbrüchigkeit und Beizblasen zu vermeiden. Abkürzung der Beizdauer ist durch Arbeiten bei höherer Temperatur möglich. Um trotzdem den Angriff auf das metallische Eisen auf ein geringstes Maß zu beschränken, setzt man dem Säurebade gewisse im Handel befindliche Sparbeizen (z. B. Vogels Sparbeize, Adazid, Ferrocleanol, Rodine, Ridoline) in Mengen von 0,05...0,1 Gew.-% bezogen auf das fertige Beizbad, hinzu. Hierdurch gelingt es, bei gleichzeitiger Säureersparnis den Angriff auf das Eisen je nach Werkstoff, Säure und Temperatur auf etwa $\frac{1}{5}$... $\frac{1}{20}$ gegenüber dem Arbeiten ohne Schutzstoffe herabzusetzen. Nach der Säurebehandlung wird rasch in Wasser gespült, hierauf in einer schwachen Natronlauge, Kalkwasser oder Sodalösung, um alle in Poren etwa haftengebliebenen Säurereste zu neutralisieren, und schließlich wird in reinem Wasser fertig gespült.

b) Im besonderen wird empfohlen: für Eisenguß 1...10%ige, für Schmiedeeisen 10%ige, für Stahl 20%ige Schwefelsäure. Härtere Gußeisensorten muß man vorher ausglühen oder besser tempern (in Eisenoxyd oder Zinkoxyd eingepackt glühen). Als Beizmittel für Geschirr und zu verzinkenden Werkstoff hat sich die schneller wirkende Salzsäure bewährt. Sie wird in der Weißblechindustrie auch bei erhöhter Temperatur benutzt und ermöglicht eine wesentliche Abkürzung der Beizzeit gegenüber der Schwefelsäure.

c) Entrostung mit Phosphorsäure. Auch Phosphorsäure vermag Eisenoxyde und Rost zu lösen, greift aber als schwache Säure das metallische Eisen nur sehr wenig an, so daß auch ein Zusatz von Sparbeize unnötig ist. Gleichzeitig läßt sie auf dem Eisen eine dünne Schicht von Eisenphosphat entstehen, die fest auf dem Metall haftet und dieses nicht nur vor sofortiger erneuter Anrostung schützt, sondern auch wegen ihrer rauhen Beschaffenheit ein vorzügliches Haftvermögen für Farb- und Lackschichten gewährleistet. Nach einem von der I.G. Farbenindustrie A.-G. ausgearbeiteten Verfahren wird das mit starkem

Rostansatz oder Zunder behaftete Eisen zunächst in einem 15⁰/₀igen Phosphorsäurebade von den Korrosionsprodukten befreit und nach dem Spülen mit Wasser noch in einem möglichst heißen 1...2⁰/₀igen Phosphorsäurebade kurze Zeit nachbehandelt, wonach man, ohne zu spülen, trocknen läßt. Sind nur geringe Anrostungen zu entfernen, so beizt man in einem 1...2⁰/₀igen Phosphorsäurebade bei 70...80° etwa 10...15 min lang. Das Verfahren findet ausgedehnte Anwendung in der Fahrradindustrie, im Apparatebau, in der Rohrfabrikation usw. Besonders ist es dort am Platze, wo zum Schluß Farb- oder Lackschichten, Einbrennemaillen o. dgl. aufgetragen werden (vgl. Nr. 90...92). Beizen mit Salz- oder Schwefelsäure ist in solchen Fällen zu vermeiden wegen der Gefahr des Unterrostens.

d) Zum Weißbrennen von Eisen- und Stahlgegenständen verwendet man konzentrierte Salpetersäure (40° Bé), der man etwas Glanzruß zusetzt.

e) Flußsäurebeizen. Statt der Schwefelsäurebeize wird auch die Flußsäurebeize angewandt, die nicht nur den Glühzunder, sondern auch anhaftenden Formsand löst. Diese Beize besteht aus Wasser mit 1...1,5⁰/₀ Flußsäure (Fluorwasserstoffsäure); sie darf nicht in Behältern aus Glas, Porzellan, Steinzeug, Eisen aufbewahrt werden, da sie diese zerstört. Als Beizgefäß dient ein Holzbottich; doch kann man, um die Lebensdauer der Beizbottiche zu erhöhen, die Holzbottiche innen mit Bleiblech auskleiden und außen mit einem heißen Asphaltüberzug oder mehrfachem Anstrich von Asphaltlack schützen. Die Haut und die Fingernägel werden von der Flußsäurebeize stark angegriffen, weshalb sich für die Arbeiter das Tragen von Gummihandschuhen empfiehlt. Auch die Dämpfe wirken schädlich, namentlich auf die Zähne; es ist deshalb für guten Abzug der sich entwickelnden Dämpfe zu sorgen, auch das Tragen eines Respirators den Arbeitern zu empfehlen.

Auch Mischungen von Schwefelsäure mit Flußsäure (etwa drei Raumteile verdünnte Schwefelsäure auf ein Raumteil verdünnte Flußsäure) werden empfohlen.

f) Entrostung mit Natronlauge und Zink. Kleinere Gegenstände aus Eisen werden in eine etwa 5...10⁰/₀ige, leicht angewärmte Natronlauge gelegt, worauf die Roststellen mit Zinkgranalien oder besser mit Zinkbohrspänen bedeckt werden. Durch das entstehende Wasserstoffgas wird der Rost zu lockerem, leicht entfernbarem Eisenschlamm reduziert, ohne daß der Gegenstand sonst angegriffen wird.

g) Zunderentfernung durch Beizen. Nach Untersuchungen von Pfeil setzt sich der oberhalb von 575° entstandene Zunder gewöhnlich aus 3 Schichten zusammen: einer äußersten dünnen Eisenoxydschicht, darunter einer Schicht aus Eisenoxyduloxyd und schließlich einer dünnen Oxydulschicht. Nach Winterbottom und Reed wirkt die Beizsäure hauptsächlich nur auf das Oxydul lösend ein, zu dem sie durch Risse und Sprünge der Oberschichten Zutritt findet. Diese werden chemisch kaum angegriffen, sondern in der Hauptsache abgeblättert. So erklärt sich das Auftreten des Beizschlammes. Zunder ohne Oxydulschicht ist sehr schwer abzubeizen.

Größten Einfluß auf die Beizgeschwindigkeit hat die Temperatur; die Säurekonzentration spielt nur bei niedrigen Temperaturen eine Rolle: oberhalb von 50° übt eine etwa über 3⁰/₀ hinausgehende Konzentration nur geringen Einfluß auf die Beizdauer aus. Sparbeizen verlängern die Beizdauer.

Die Wirkungsweise von Salz- und Schwefelsäure ist gleich, ausschlaggebend ist nur der Kostenpreis.

Regeln für wirtschaftliches Beizen mit Schwefelsäure: Man beginnt mit einer Säure von etwa 8° Bé (9⁰/₀ Schwefelsäure) bei Temperaturen von 60...80°. Der

Gehalt an freier Säure wird durch Nachfüllen auf etwa 5% gehalten, bis das spezifische Gewicht von 22° Bé entstanden ist. Diese Lösung wird zweckmäßig als Vorbeize verbraucht, bis ihr Säuregehalt auf 1⁰/₁₀ gesunken ist und das sp. G. auf 25° Bé gestiegen ist. Mit Salzsäure arbeitet man bei 30...40° und schärft nach, bis das Bad etwa 25° Bé spindelt; es wird benutzt, bis es 1⁰/₁₀ freie Säure und 29° Bé angenommen hat.

17. Beizen von Zink. Die auf Zink vorhandenen Anlaufsichten sind gewöhnlich in verdünnter, etwa 2...5⁰/₁₀iger Schwefelsäure oder Salzsäure löslich. Sobald sie entfernt sind, würde das nun frei liegende Metall ebenfalls leicht angegriffen werden, namentlich wenn es durch andere Metalle (wie Blei, Eisen, Kupfer) verunreinigt ist, da diese Nebenbestandteile die Auflösung des Zinks in Säuren beschleunigen. Da das Zink eine ausgesprochen kristallische Struktur hat, würde diese bei einer längeren Einwirkung der Säure zum Vorschein kommen und den Gegenstand verderben. Darum tut man gut, in solchen Fällen, wo ein kurzes Verweilen in verdünnter Säure nicht ausreicht, ein erkaltetes Gemisch aus gleichen Gewichtsteilen konzentrierter Schwefelsäure von 66° Bé und Salpetersäure von 36° Bé anzuwenden (Blankbeize für Zink), bei dessen Herstellung man die Schwefelsäure langsam unter beständigem Rühren in die Salpetersäure einfließen läßt. Bei der Mischung tritt starke Erwärmung ein; vor der Anwendung muß das Gemisch erkaltet sein. Dieses Bad löst die Anlaufsicht des Zinks leicht auf, greift aber das Zink selber weniger leicht an. Die Ware wird nur ganz kurz eingetaucht und dann in viel Wasser gespült; nötigenfalls wird der Vorgang wiederholt; doch bringe man die Ware nur immer im trockenen Zustande in die konzentrierte Säure hinein, damit diese nicht durch Wasser verdünnt wird. Als Blankbeize wird auch empfohlen ein Gemisch aus 2 Teilen Schwefelsäure + 3 Teilen konz. Salzsäure, das in gleicher Weise wie oben zu bereiten ist.

Nach kurzem Spülen in Wasser wird zweckmäßig nochmals kurz mit Sodalösung oder Kalkbrei gebürstet und dann gut in Wasser gespült.

18. Beizen von Kupfer und Kupferlegierungen (Messing, Bronze, Neusilber).
a) Die hierfür gewöhnlich angewandten Beizen werden als Gelbbrenne bezeichnet. Meist wendet man zuerst die Vorbrenne und dann die Glanzbrenne an, seltener an Stelle der Glanzbrenne die Mattbrenne. Die Vorbrenne soll eine metallisch reine Oberfläche schaffen; Glanz- bzw. Mattbrenne sollen ihr den jeweilig gewünschten Endzustand geben. Sind die Waren schwarz bzw. stark mit Gußhaut behaftet, so gelangen sie zunächst in eine Vorbeize, die gewöhnlich aus etwa 10⁰/₁₀iger Schwefelsäure, seltener aus verdünnter Salz- oder Salpetersäure besteht. Die Wirkung der Säure kann durch mildes Erwärmen oder Durchleiten von Luft erhöht werden; auch durch mechanische Mittel (Bürsten, Scheuern) kann der Vorgang unterstützt werden. Zweck des Vorbeizens ist, die Anlaufsicht soweit abzutragen, daß die Ware nur noch einen rotbraunen Ton zeigt. Nun folgt die Vorbrenne zur Schaffung einer metallisch reinen Oberfläche.

Vorbrenne: 200 Gewichtsteile Salpetersäure 36° Bé, 1...2 Gewichtsteile Glanzruß, 1...2 Gewichtsteile Kochsalz. Man taucht die Gegenstände in diese Vorbrenne, bis die Oberfläche rein ist, spült sie dann gut ab, taucht sie in kochendes Wasser, wonach sie durch die aufgenommene Hitze rasch trocknen, und bringt sie dann kurz in die Glanzbrenne.

Glanz- bzw. Mattbrenne: 75 Gewichtsteile Salpetersäure 40° Bé, 100 Gewichtsteile Schwefelsäure 66° Bé, 1 Gewichtsteil Kochsalz.

Hierauf wird die Ware gründlich gespült. Lötstellen müssen nach dem Gelbbrennen mit Bimsstein blankgeputzt werden.

Etwas abweichende Zusammensetzung zeigen die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt empfohlenen Rezepte für

Vorbrenne:	Glanzbrenne:
2 l Salpetersäure 40° Bé	1 l Salpetersäure 40° Bé
20 ccm konzentrierte Salzsäure.	1 l Schwefelsäure 66° Bé
	10 g Glanzruß.

Mattbrenne: Will man in der Brenne die Waren mattieren, so muß man die Brenne erwärmen und die Waren längere Zeit in der Brenne lassen. Eine bessere Mattbrenne stellt man nach folgender Vorschrift her: 300 Gewichtsteile Salpetersäure 36° Bé, 200 Gewichtsteile Schwefelsäure 66° Bé, 1...2 Gewichtsteile Kochsalz werden gemischt; nach dem Erkalten setzt man zu: 1 Gewichtsteil Zinkvitriol in 5 Gewichtsteilen Wasser gelöst.

Je länger die Gegenstände in der Mattbrenne bleiben, um so matter wird ihre Oberfläche; doch nimmt sie dabei leicht eine unschöne Farbe an, die durch kurzes Hindurchgehen durch die Glanzbrenne verbessert werden kann.

Bei der Bereitung des Säuregemisches beachte man wieder, daß die Schwefelsäure allmählich und unter ständigem Rühren in die Salpetersäure eingetragen wird, und daß das Gemisch erst nach dem Erkalten weiter verarbeitet wird. Die beim Arbeiten mit Gelbbrennen entweichenden Dämpfe sind sehr giftig; man muß deshalb im Freien oder unter einem guten Abzug arbeiten.

b) **Chromsäurebeizen:** Während des Krieges sind, da Salpetersäure fehlte, Chromsäurebeizen (Kalium- oder Natriumbichromat mit Schwefelsäure) in Anwendung gekommen; sie sind der Gelbbrenne nicht gleichwertig, erzeugen aber ein feines Matt.

c) **Elektrolytisches Beizen:** Auch die Beizwirkung der an der Anode bei der Elektrolyse geeigneter Lösungen (z. B. von Chloriden oder Sulfaten, auch schwachen Säuren) sich abscheidenden Säurereste wird zum Beizen angewandt. Hierbei werden auch leichte Fettschichten von den zu beizenden Gegenständen mit abgestoßen.

19. Beizen von Nickel und nickelreichen Legierungen. Zum Vorbeizen dient eine 5...20%ige Schwefelsäure oder Salzsäure vom sp. G. 1,1, bei kupferhaltigen Legierungen werden der Säure zweckmäßig etwa 2% Kalium- oder Natriumbichromat als Oxydationsmittel zugesetzt. Die International Nickel-Co empfiehlt folgende Beize: 204 g Schwefelsäure 60° Bé, 72 g Natriumnitrat, 84 g Kochsalz, 1 l Wasser; die Beize soll bei 70°, besser etwa 80° angewandt und durch Säurezusatz fortlaufend auf etwa 7% Säure gehalten werden; steigt die Dichte auf 24...28° Bé, so ist die Beize zu erneuern.

20. Beizen von Aluminium. Dieses Metall verlangt eine besonders vorsichtige Behandlung, da die auf ihm befindliche durchsichtige Anlaufschicht gegen Chemikalien widerstandsfähiger als das darunterliegende Metall ist. Das Beizen des Aluminiums wird besonders zum Mattieren der Oberfläche durchgeführt.

Das gebräuchlichste Beizmittel ist 10...20%ige Natronlauge, die in eisernen Gefäßen so heiß (50...80°) angewandt wird, daß die Beizung in höchstens 1...2 min beendet ist. Zu langsame Einwirkung führt leicht zu ungleichmäßigem und gefährlichem punktförmigen Angriff. Am besten wird zunächst 1/2...1 min gebeizt, in fließendem Wasser mit Wurzelbürste abgebürstet und nochmals 1/2...1 min nachgebeizt. Es folgt gründliches Spülen in fließendem Wasser, Beseitigung letzter Laugenreste durch kurzes Tauchen in verdünnte Salpetersäure (1/3 Säure + 2/3 Wasser), wiederum gründliches Nachspülen in Wasser und rasches

Trocknen in warmen Sägespänen. Ähnlich wie die Lauge wirkt eine heiße, etwa 10%ige Sodalösung. Eine solche Behandlung wirkt gleichzeitig entfettend.

Kupferhaltige Aluminiumlegierungen werden bei diesem Beizen zunächst schwarzbraun, doch verschwindet diese Farbe beim Tauchen in Salpetersäure.

Besonders schöne, rein weiße Oberflächen werden durch etwa 5 min währendes Beizen in einem Gemisch aus gleichen Teilen konzentrierter Salpetersäure und gesättigter Natriumfluoridlösung erzielt; doch bestehen hier Schwierigkeiten in bezug auf genügend widerstandsfähige Beizgefäße.

Da durch das Beizen die Ermüdungsfestigkeit und Zähigkeit des Metalls wesentlich herabgesetzt wird, ist es an solchen Waren, die im Gebrauch hohen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, zu unterlassen.

B. Die Veredlungsverfahren.

Nachstehend werden folgende Gruppen von Veredlungsverfahren unterschieden:

- | | |
|---|-------------------------------|
| a) Eintauchen in geschmolzene Metalle. | d) Chemische Metallfärbung. |
| b) Galvanische Metallniederschläge. | e) Schutz- und Zieranstriche. |
| c) Metallniederschläge ohne äußere Stromquelle. | f) Emaillieren. |
| | g) Besondere Verfahren. |

a) Eintauchen in geschmolzene Metalle.

Diese Arbeitsweise wird namentlich zur Verzinkung, Verzinnung und Verbleiung durchgeführt. Sie hat den Vorzug der Einfachheit, bedarf aber einer schwerfälligen Apparatur und ist vor allem an hohe Temperaturen gebunden, so daß solche Gegenstände, die hierdurch leiden würden, von dieser Behandlungsweise auszuschließen sind.

21. Feuerverzinkung. Sie ist besonders für solche Gegenstände empfehlenswert, die eine starke Zinkauflage erhalten sollen (Bleche, Drähte, Röhren), oder Hohlgefäße mit gefalteten oder genieteten Nähten, die durch das geschmolzene Zink abgedichtet werden. Dagegen ist zu berücksichtigen, daß kleinere Öffnungen, Einschnitte, Bohrungen usw. leicht verstopft werden, und daß beim späteren Biegen oder Falzen die Feuerverzinkung häufig abspringt.

Die Temperatur des Zinkbades muß so niedrig wie möglich gehalten werden (Schmelzpunkt des Zinks 420°), wenn irgend angängig nicht über 450° , weil das Zink aus der eisernen Wanne oder den eingetauchten Eisengegenständen um so leichter etwas Eisen anfnimmt, je höher die Temperatur ist; die entstehenden Zink-Eisen-Legierungen sind zähflüssiger als das Zink und hart und spröde (Hartzink).

Das geschmolzene Zink wird mit einer etwa 5 cm dicken Schicht aus Salmiak und Zinkchlorid überschichtet, um den Abbrand zu verringern und die vorher mit Säure gebeizten Gegenstände vor erneutem Anlaufen beim Eintauchen zu schützen. Das Gewicht der Zinkauflage schwankt etwa zwischen 200...500 g je m² Oberfläche und hängt ab teils von der Bildung der erwähnten Hartzinklegierungen, teils von der Art, wie nach dem Herausnehmen aus dem Bade das locker anhaftende Zink durch Abwischen oder Abstreifen (etwa zwischen Walzen) entfernt wird. Nach dem Herausnehmen aus dem Zinkbade wird die Ware in (zweckmäßig heißes) Wasser oder Öl zur Abkühlung gebracht und dann mit Kleie oder Sägemehl abgebürstet. Besondere Vorsicht verlangt das Verzinken von Draht für Drahtseile; damit die Festigkeit des Drahtes nicht leidet, ist dafür zu sorgen, daß das Zinkbad nicht zu heiß wird und der Draht gerade nur die

nötige Zeit im Bade verbleibt. Der in Rollenform befindliche Draht wird nach dem Ausheben mehrere Male sehr kräftig bewegt, um überschüssiges Zink abzuschleudern. Zur Verbesserung des Aussehens läßt man den verzinkten Draht mit einer Temperatur von etwa 120° durch ein Ziehseisen derselben Nummer laufen, durch das er vor dem Verzinken gegangen ist.

Auf kleineren Eisengegenständen kann das Haftvermögen des Zinks dadurch verbessert werden, daß man sie vor dem Verzinken in einer Trommel durch mit Kupfervitriol getränkte Sägespäne schwach verkuipfert.

22. Patentverzinkung (Spar-, Hochglanzverzinkung). Sie beruht darin, daß das Zink mit etwa $\frac{1}{2}\%$ Aluminium legiert wird. Die hierdurch erzielte Leichtflüssigkeit des Bades macht es möglich, das Gewicht der Zinkauflage auf 100...200 g je m² Oberfläche herabzusetzen und die Bildung von Hartzink zu erschweren. Daher zeigen diese dünneren Überzüge eine höhere Haftbarkeit und Haltbarkeit, so daß derartig behandelte Bleche gut bearbeitbar und sogar falzbar sind. Dagegen ist das Verfahren für Hohlgeräte und Gefäße mit gefalzten oder genieteten Nähten weniger geeignet. Ein Nachteil der aluminiumhaltigen Bäder liegt darin, daß auf ihnen kein Salmiakfluß gehalten werden darf, da sich sonst das Aluminium als Aluminiumchlorid verflüchtigt; es muß daher der benötigte Fluß auf jedes Stück aufgetragen werden.

Zur Einführung des Aluminiums bereitet man eine Vorlegierung aus Zink mit etwa 5% Aluminium, die dann dem Bade zugesetzt wird. Die in etwa 10% iger Salzsäure gebeizten und in Wasser gespülten Bleche kommen für einige Minuten in eine starke Lösung von Zinkammoniumchlorid (bzw. von Zinkchlorid und Salmiak). Nach dem Herausnehmen läßt man abtropfen und führt dann das Blech zum Trocknen auf einem Bande durch einen nicht zu heißen Ofen. Noch warm gelangt es dann in das Zinkbad, das an der Oberfläche, wie üblich, durch einen Steg in zwei Abteilungen getrennt ist; auf der Eingehseite dampft der Fluß ab, auf der Ausgehseite wird das Blech herausgenommen. Da die Aluminium-Zink-Legierung innerhalb eines kleinen Temperaturbereiches erstarrt, können nur kleine „Zinkblumen“ durch Kristallisation entstehen; werden die Stücke beim Herausnehmen gleich in Wasser gekühlt, so verschwinden die Blumen überhaupt, und die Verzinkung erhält ein glattes, silberglänzendes Aussehen. Umgekehrt werden aus zinnhaltigen Zinkbädern große „Zinkblumen“ erhalten.

23. Vorbereitung von Grau- und Temperguß zum Verzinken. Sie erfolgt meist mit dem Sandstrahl oder der Putztrommel und sollte so gründlich sein, daß der anhaftende Sand völlig entfernt ist; dann brauchen die Gußstücke nur für 2...3 min in eine heiße 3...4%ige Schwefelsäure zum Beizen. Sind jedoch noch einzelne festgebrannte Sandkörnchen vorhanden, so kann der Beize auf 4 Teile Schwefelsäure 1 Teil Flußsäure zugefügt und die Beizdauer auf 6...7 min verlängert werden. Ist anzunehmen, daß hierdurch eine völlige Entsandung nicht erzielt wird, dann sollten die Stücke zur nochmaligen Reinigung in die Putzerei zurückgehen. Nach dem Beizen wird in kochendem Wasser gespült, damit die Stücke nachher rasch trocknen. Sie werden dann für einige Sekunden in ein heißes Bad von Zinkammoniumchlorid (bzw. von gleichen Teilen Zinkchlorid und Salmiak) getaucht und zweckmäßig auf Wärmeplatten getrocknet, d. s. starke Stahlplatten, die von unten durch Flamme oder Abwärme des Verzinkungskessels beheizt sind. Unmittelbar darauf gelangen sie in das Zinkbad.

24. Wärmebehandlung von Temperguß vor dem Verzinken. Temperguß, welcher der Feuerverzinkung unterworfen wird, wird hierdurch spröde und verliert den größten Teil seiner ursprünglichen Schlagfestigkeit. Eingehende Versuche, die im amerikanischen Bureau of Standards zur Vermeidung dieser schäd-

lichen Wirkungen angestellt worden sind (vgl. Anzeiger für Berg-, Hütten- und Maschinenwesen 1926, S. 5), haben z. B. ergeben, daß Temperguß, der unbehandelt eine Schlagfestigkeit von 7,2 mkg zeigte, nach der Verzinkung bei 460° und Ablöschen in Wasser im Durchschnitt nur noch 0,9 mkg Schlagfestigkeit besaß. Werden dagegen die Tempergußstücke zunächst auf 650° erwärmt und dann in Wasser abgelöscht, worauf sie in gewöhnlicher Weise verzinkt werden, so beträgt ihre Schlagfestigkeit zum Schluß etwa 140% des ursprünglichen Wertes.

25. Grundsätzliches zur Feuerverzinnung. Das reine Zinn schmilzt bei 232°; die Temperatur der Verzinnungsbäder soll nicht höher als 30...35° über dem Schmelzpunkt des Metalls liegen. Ist sie zu niedrig, so haftet das Metall nur schlecht auf der Ware, und die Überzüge werden rauh; ist die Temperatur zu hoch, so nehmen die Überzüge eine gelbliche Farbe an und fallen zu dünn aus. Zum Schutz des Bades vor Oxydation wird es mit Talg oder Palmöl oder einem Gemisch aus 85% Zinkchlorid, 10% Kochsalz und 5% Zinnsalz überschichtet. Die sorgfältig gereinigte Ware wird zur Trocknung und Vorwärmung in ein entsprechendes heißes Bad aus Talg (oder Mineralöl von hohem Flammpunkt) bzw. aus Salzfluß eingetaucht; die beim Herausnehmen haftenbleibende Schicht gewährt bis zum Eintauchen in das Zinnbad einen Schutz vor dem Anlaufen. Eiserner Gegenstände bilden im Zinnbade an ihrer Oberfläche eine Zinn-Eisen-Legierung, deren Art von der Temperatur des Zinnbades und der Tauchdauer beeinflusst wird. Von ihrer Natur hängt daher die Härte der Oberflächenschicht ab, was namentlich für Bleche wichtig ist. Auf Grund praktischer Erfahrungen soll das günstigste Ergebnis dann erzielt werden, wenn beide Seiten einer Blechtafel gleichmäßig von 30 g Zinn je m² überzogen werden. Nach dem Herausnehmen aus dem Zinnbade werden die Gegenstände durch Aufklopfen oder durch Abreiben mit Kleie oder mit Hanfbällen, die mit Fett getränkt sind, von lose anhaftendem Zinn und Salz befreit. Zeigt es sich, daß der Überzug nicht porenfrei ist, oder entstehen durch eine etwa nachfolgende Bearbeitung der Gegenstände Verletzungen der Zinnschicht, so erfolgt ein Nachtauchen in einem besonderen Bade, das mit reinem Zinn beschickt ist und nur für diesen Zweck dient, während das Hauptbad allmählich ein wenig von den eingetauchten Metallen aufnimmt.

Arbeitet man mit zweimaliger Tauchung, so wird das erste Bad mit etwas höherer, das zweite mit möglichst niedriger Temperatur betrieben, um dieses Bad vor Verunreinigung durch Eisen zu schützen. In solchem Falle pflegt man das erste Bad durch einen Salzfluß, das zweite mit Palmfett oder Talg abzudecken. Gemäß D.R.P. 601743 soll das erste Bad mit einer Zweischiehtendecke versehen werden, von denen die untere aus dem Salzfluß (z. B. Zinkchlorid + Salmiak) und die obere aus Fett oder Kolophonium besteht. Beim Herausziehen der Ware wird der an der Oberfläche des Zinns haftengebliebene Salzfluß durch die Harzschicht abgestreift, so daß das Abwaschen vor dem Nachtauchen gespart wird.

Besondere Sorgfalt ist auf die Abkühlung verzinnter Eisengegenstände zu richten, weil das Zinn einen doppelt so großen Ausdehnungskoeffizienten wie das Eisen hat und deshalb bei plötzlichem Abkühlen zur Bildung von Rissen in dem Überzug neigen würde. Zur Erzielung eines langsamen Erkaltens legt man die Ware in heißes Mineralöl, das allmählich durch einen Wassermantel abgekühlt wird, oder läßt sie durch mehrere derartige Bäder von abnehmender Temperatur hindurchgehen.

26. Verzinnen von Eisenblech. Hohe Anforderungen an die Verzinnung werden namentlich beim Weißblech gestellt. Um sie zu befriedigen, ist schon bei der Herstellung der Bleche auf höchste Sauberkeit zu achten, um das Einwalzen

von Fremdkörpern, wie Sand, Ziegel- oder Kokskörnehen, zu verhindern. Sonst entstehen punktförmige Grübchen, die Feuchtigkeit, auch Säure aus dem Beizbade zurückhalten und im Verzinnungsbade langsamer abgeben als das glatte Blech; so entstehen Zinnblasen, die beim Herausnehmen aus dem Zinnbade platzen und Poren in dem Überzug entstehen lassen. Ein weiterer Fehler ist Narbigkeit der Bleche, die sich darin äußert, daß kleine inselartige Stellen, die wesentlich größer als die Poren sind, sich nicht mit Zinn behaften, also entweder davon frei oder nur lose überbrückt sind. Die Narbigkeit kann die Folge von örtlicher Überhitzung der Bleche, von Fremdeinschlüssen des Roheisens, auch von ungenügendem Beizen sein.

27. Feuerverzinnen von Gußeisen. Gußeisen nimmt wegen der Gußkruste und des hohen Kohlenstoffgehaltes das Zinn nur schwierig an und erfordert eine sorgfältige, auf Entfernung der Störungsmittel gerichtete Vorbehandlung.

So können die von Sand befreiten Gußstücke etwa 12 h hindurch in einem Beizbade aus etwa 10%iger Schwefelsäure belassen werden, bis die Gußkruste so mürbe geworden ist, daß sie mit dem Fingernagel abgekratzt werden kann; nach ihrer Entfernung muß die Oberfläche eine lichtgraue (keine grauschwarze) Farbe aufweisen. Nach der Beizung werden die Gegenstände in Wasser gereinigt und dann mit scharfkantigem Granitschotter unter Zusatz von Wasser gründlich gescheuert, was auch in umlaufenden Trommeln während 16...24 h geschehen kann. Unter Vermeidung des Anfassens und Trocknens werden die Geräte sorgfältig gespült, für einige Minuten in verdünnte Salzsäure und unmittelbar danach in ein Bad von Kupferchlorid eingelegt; hierin überzieht sich die Oberfläche rasch mit einer hauchdünnen, rötlichen Kupferschicht (vgl. Nr. 69, 70), durch die das Haftenbleiben des Zinnes erleichtert wird. Die aus dem Kupferbade entnommenen Stücke werden unmittelbar in das Zinnbad gegeben.

Ein anderer Weg ist der, daß der Guß zunächst oberflächlich entkohlt wird, indem man die Gegenstände zusammen mit feinkörnigem Roteisenstein oder Braunstein in Kapseln oder Töpfe aus feuerfestem Ton packt und sie 4...6 h starker Rotglut aussetzt; empfohlen wird auch Glühen der mit einem Brei aus Ton und Eisenoxyd bestrichenen Ware („Adoucierens“). Danach wird in Schwefelsäure (1:10) gebeizt, der häufig etwas Kupfervitriol zugesetzt ist. Am Platze ist hier auch verdünnte Flußsäure, weil sie den etwa anhaftenden Sand auflöst.

Nach einem dritten Verfahren werden die Gußteile durch ein Sandstrahlgebläse solange abgeblasen, bis die Oberfläche metallisch rein ist. Hierauf kommen sie in Lötwater und daraus naß in das Zinnbad.

28. Feuerverzinnung mit Zinnlegierungen. Für technische Geräte wird das Zinnbad oft durch Zusatz von Blei verbilligt. Bei höherem Bleigehalt aber wird der Überzug grau und weniger glänzend. Auch Zusätze von Zink dienen demselben Zweck. Durch 5...10% Wismut wird die weiße Farbe und der Glanz erhöht; ähnlich wirkt das Nickel. Geringe Mengen von Eisen (0,5...1,5%) wirken härtend. Da die meisten dieser Metalle giftig sind, ist ihre Verwendung bei der Verzinnung von Eßgeschirr nicht statthaft, oder es dürfen höchstens sehr kleine Mengen dem Zinn zugesetzt werden.

29. Heißverzinnen durch Aufreiben (Streuzinn). Zahlreiche Gegenstände aus Kupfer und Messing sind auf der Innenseite mit einer dauerhaften Verzinnung zu versehen, was durch Aufreiben von geschmolzenem Zinn geschieht. In die trockenen, vorher durch Scheuern oder Beizen gereinigten Geräte wird mit der erforderlichen Menge Zinn Kolophonimpulver, Salmiak oder Ammoniumzinkchlorid eingetragen, denen die Aufgabe zufällt, bei dem nun folgenden Erhitzen

(gewöhnlich auf Kohlenfeuer) die Oberfläche vor dem Anlaufen zu schützen bzw. von der Oxydschicht zu befreien. Sobald das Zinn geschmolzen ist, wird es zusammen mit den Zusätzen durch einen Ballen aus Werg möglichst gleichmäßig auf der erhitzten Fläche verrieben. Durch Drehen und Wenden ist Sorge zu tragen, daß alle Teile der Wandung erhitzt und verzinkt werden.

30. Feuerverbleiung. Verglichen mit dem Zink, zeigt das Blei eine größere chemische Widerstandskraft z. B. gegenüber Seewasser, Schwefelsäure u. a. Jedoch wird das Blei schwerer als Zink oder Zinn vom Eisen angenommen, und darum müssen die Gegenstände sehr sorgfältig vorbehandelt sein. Hiernach kommen sie für etwa 2 min in Lötwater (eine gesättigte Lösung von Zinkchlorid in 5%iger Salmiaklösung) und werden dann in das etwa 340...360° heiße Bleibad getaucht (Schmelzpunkt des Bleies 327°), das mit einer Schutzdecke aus Zinkchlorid und Salmiak versehen ist. Da das reine Blei wegen seiner Dünflüssigkeit von Blechen und Drähten größtenteils abläuft und der zurückbleibende Teil in ungleichmäßiger Schicht haftet, wird nach dem Abkühlen das Eintauchen in das Lötwater und in das Bleibad noch zweimal wiederholt; dadurch soll auf Eisen eine glatte Bleischicht von etwa $\frac{1}{20}$ mm Dicke erzielt werden.

Besseres Haftvermögen zeigen Bleilegierungen. Sofern es der Verwendungszweck zuläßt, legiert man z. B. das Blei mit Zinn und kann mit einem solchen Bade ähnlich wie bei der Feuerverzinnung arbeiten.

31. Überzüge aus Blei-Zinn. Blei und Zinn gehen leicht Legierungen miteinander ein, die niedriger als das Blei und zum Teil sogar als das Zinn schmelzen und an Härte und Festigkeit das Blei übertreffen. Daher werden Überzüge aus Blei-Zinn-Legierungen häufig auf dünnen Stahldrähten an Stelle reiner Verzinkung angewendet, weil infolge der niedrigeren Badtemperatur die Gefahr einer Schädigung der Drahtfestigkeit verringert wird. Aber auch auf Röhren und anderen Gefäßen werden sie benutzt, da sie gegen Seewasser und Chemikalien haltbarer als das Zink, ferner billiger als Zinn allein und weniger weich und schmierend als das Blei sind. Eine Legierung aus gleichen Gewichtsteilen Blei und Zinn verhält sich bei der Verarbeitung ähnlich wie das Zinn. In dem Maße, wie der Zinngehalt kleiner wird, treten die nachteiligen Eigenschaften des Bleis mehr und mehr hervor, indem die Schmelztemperatur des Bades und ihr schädigender Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften des Stahles steigt und gleichzeitig die Weichheit des Überzuges und die Neigung zum Schmieren und Ungleichmäßigwerden zunimmt.

b) Galvanische Metallniederschläge.

32. Grundsätzliches. Sie werden aus wässrigen Lösungen von Metallverbindungen unter Zuhilfenahme des elektrischen Stromes erzeugt, ein Vorgang, der als Elektrolyse bezeichnet wird. Die Lösung selbst heißt Elektrolyt oder kurz Bad; die beiden mit den Polen der Stromquelle verbundenen Platten, durch die der Strom dem Elektrolyten zugeführt wird, sind die Elektroden, und zwar wird die mit dem Pluspol verbundene als Anode (+), die mit dem Minuspol verbundene als Kathode (—) bezeichnet. Die Wirkung des Stromes auf den Elektrolyten beruht darin, daß die in den gelösten Stoffen enthaltenen Metallteilchen zur Kathode geführt und auf ihr niedergeschlagen werden; wegen ihrer Wanderung zur Kathode nennt man sie auch Kationen. Die übrigbleibenden Bestandteile der gelösten Metallverbindungen, auch als „Säurerest“ bezeichnet, wandern zur Anode und heißen deshalb Anionen. Die gemeinsame Bezeichnung beider ist Ionen. Ähnlich den Metallverbindungen verhalten sich

auch die Säuren, die oft den Bädern zugefügt werden müssen; sie bestehen aus chemischen Verbindungen eines Säurerestes mit Wasserstoff und verhalten sich gegenüber dem elektrischen Strom ganz ebenso wie die Metallverbindungen, d. h. ihr Säurerest wandert zur Anode, der Wasserstoff zur Kathode und scheidet sich hier als farbloses Gas ab. Auch das Wasser selbst kann durch die Wirkung des Stromes zersetzt werden; es zerfällt dann in Wasserstoff an der Kathode und Sauerstoff an der Anode, die beide als farblose Gase entweichen.

Will man die Elektrolyse benutzen, um einen Metallgegenstand mit einem anderen Metall zu überziehen, so wird die Ware als Kathode in den Elektrolyten eingehängt. Damit sich die Metallabscheidung gleichmäßig an der ganzen Oberfläche abspielt, muß dafür gesorgt werden, daß der Abstand zwischen den beiden Elektroden möglichst gleichmäßig ist. Bei stark profilierten Gegenständen wird sich diese Forderung nur schwer oder unter Umständen gar nicht erfüllen lassen. Besteht die Anode aus unangreifbarem Stoff („unlösliche Anode“), so erleidet das Bad durch die Elektrolyse eine ständige Veränderung der Zusammensetzung, vor allem eine Verarmung an gelöstem Metall. Besteht dagegen die Anode aus demselben Metall, das kathodisch niedergeschlagen wird („lösliche Anode“), so kann erreicht werden, daß das Anodenmetall annähernd im gleichen Maße sich im Bade auflöst, wie das gelöste Metall an der Kathode ausgeschieden wird; der Elektrolyt behält in solchem Falle wenigstens für geraume Zeit dieselbe Zusammensetzung.

Zur Erzielung guter Niederschläge muß zwischen Anode und Kathode eine gewisse elektrische Spannung mit Hilfe des dem Bade vorgeschalteten Regulierwiderstands hergestellt werden, die Badspannung, die nachfolgend für 10 cm Elektrodenabstand angegeben wird; bei größerem Abstand ist sie größer. Zu Beginn des Prozesses, bis die Ware mit Niederschlagsmetall bedeckt ist, muß sie namentlich bei leicht löslichen Metallen größer genommen werden; man nennt diese höhere Anfangsspannung Deckspannung. Der Spannungsmesser (Voltmeter) ist in Nebenschluß zum Bade zu legen, das heißt, eine Klemme mit der Warenstange, die andere mit der Anodenstange zu verbinden. Der Stromstärkemesser (Amperemeter) ist in Hintereinanderschaltung mit dem Bade zu bringen. Die Stromstärke ist nachfolgend je Quadratdezimeter, also 100 cm², Warenfläche gegeben; man nennt diesen Wert die Stromdichte. Die Reaktion der Bäder prüft man gewöhnlich mit Lackmuspapier, das durch Säuren rot, durch Alkalien blau gefärbt wird.

Die Waren müssen vor dem Galvanisieren an der Oberfläche besonders sorgfältig gereinigt sein, da sonst das Metall an den unreinen Stellen gar nicht abgeschieden wird oder nicht fest genug haftet. Die Waren sind nach dieser Vorbehandlung, ebenso wenn man sie nach der Galvanisierung aus dem Bade herausnimmt, sorgfältig mit viel reinem Wasser zu spülen. Zweckmäßig spült man zuletzt in heißem Wasser, um das Trocknen zu beschleunigen. Man trocknet dann noch in warmen Sägespänen aus harz- und gerbsäurefreiem Holze und bringt unter Umständen noch in den Trockenschrank.

Die Waren müssen ausreichenden Kontakt mit der Warenstange haben, d. h. es müssen überall ausreichende Berührungsstellen für den Stromdurchgang vorhanden sein. Die Bäder dürfen nicht zu kalt sein. Stromlos dürfen die Waren nicht im Bade hängen, da sie sich in den meisten Bädern lösen und das Bad verunreinigen. Auch sonst sind die Bäder vor Verunreinigungen zu schützen; zum Ansetzen der Bäder sind nur reine Chemikalien zu verwenden.

Die galvanischen Metallüberzüge besitzen vor den auf flüchtigem Wege erzeugten mancherlei Vorteile: sie sind schon bei gewöhnlicher oder nur mäßig erhöhter Temperatur erhaltlich, so daß Gefügeänderungen innerhalb der

Ware nicht eintreten können; die Bäder sind billiger und leichter zu handhaben als bei der Feuermetallisierung; bei richtiger Herstellung haften die Überzüge fest, so daß sie auch bei mechanischer Nachbehandlung nicht abblättern; sie sind dünner bzw. in der Stärke leichter regelbar als die feuerverflüssigten Überzüge. Den Vorteilen stehen freilich auch Nachteile gegenüber, z. B. die Notwendigkeit sorgfältigster Arbeitsweise, die Schwierigkeit, auf stark profilierter Ware einen gleichmäßigen Niederschlag zu erzeugen.

Starke Förderung hat die Anwendung der Galvanotechnik erfahren durch die Konstruktion von Apparaten zur bequemen und billigen Galvanisierung von Massenartikeln; es seien erwähnt die Trommel-, Schaukel-, Glockenapparate, sowie die Wanderbäder der Langbein-Pfanhauser-Werke, durch die das Arbeitsgut mit Hilfe einer endlosen Kette mit gleichmäßiger Geschwindigkeit hindurchgeführt und dabei mit einer gleichmäßigen Metallaufgabe versehen wird.

1. Kupferbäder.

33. Grundsätzliches. Zur Verkupferung sind sowohl neutrale wie saure und alkalische (zyankalische) Bäder geeignet. Die sauren werden vorzugsweise in der Galvanoplastik zur Herstellung von Klischees benutzt. Für die Zwecke der Oberflächenveredlung werden meist zyankalische Bäder angewandt. Sie haben den Vorzug, auf die Oberfläche des Grundmetalls noch reinigend zu wirken, und liefern festhaftende Kupferüberzüge von höchster Feinheit des Kornes, die wegen der selten hohen Streukraft des Bades das Grundmetall in besonders gleichmäßiger Schicht bedecken. Die Verkupferung dient gewöhnlich als Grundlage zur Ausführung chemischer Metallfärbungen (vgl. Nr. 75, 77, 88, 93); doch wird sie auch als Unterlage bei Vernickelungen angewandt, um z. B. das Haften des Nickels auf Eisen, Zinn, Zink, Blei zu verbessern (vgl. auch Nr. 27).

34. Saures Kupferbad (Plastikbad, auch zum Verkupfern schwer löslicher Metalle und zum Verstärken von Niederschlägen aus dem zyankalischen Bade verwendet). 20 kg Kupfervitriol, krist. eisenfrei, in 100 l Wasser gelöst, 2...8 kg (im Mittel 3 kg) Schwefelsäure, arsenfrei, 66° Bé. Badspannung 0,5...1,5 Volt, Stromdichte bei ruhenden Bädern 1...2 A/dm², bei bewegten Bädern 2 bis 3 A/dm².

35. Zyankalische Kupferbäder. a) Ein Bad mittlerer Zusammensetzung enthält z. B. 5 kg Kupferzyanür, 2 kg Zyankalium (oder 1,5 kg Zyannatrium), 4 kg Natriumkarbonat (wasserfrei) in 100 l Wasser. Stromdichte 0,3...0,75 A/dm² bei 18...25°; bei 35...40° kann die Stromdichte auf 0,5...1 A/dm² erhöht werden. Anoden aus reinem Elektrolytkupfer und größer als die Kathoden.

b) 2,5 kg kohlenensaures Natrium, kristallisiert, 2 kg doppeltschwefligsaures Natrium, pulverisiert, 2 kg essigsaures Kupferoxyd (Grünspan), neutral, 2,25 kg Zyankalium (98...100%), 100 l Wasser. Badspannung bei 10 cm Elektrodenentfernung 3 V, für Zink 3,5 V, Stromdichte 0,35 A/dm².

Man löst das kohlenensaure Natrium in warmem Wasser, fügt nach und nach (um Übersäumen zu vermeiden) die Lösung des doppeltschwefligsauren Natriums zu und gibt dann unter fleißigem Umrühren das Kupfersalz in kleinen Mengen bei. Nach dem Erkalten setzt man zu dieser Lösung die mit kaltem Wasser bereitete Zyankaliumlösung, wobei das Bad farblos oder weingelb werden muß. Ist dies nicht der Fall, so muß noch vorsichtig etwas Zyankalium zugegeben werden.

c) Am besten verwendet man das käufliche Zyankupferkalium, und zwar nach Pfanhauser wie folgt: Man löst 1 kg kohlenensaures Natrium, kalziniert, 2 kg schwefelsaures Natrium, kalziniert, in 24 l warmem Wasser (50°). Hierauf fügt man langsam unter Umrühren die Lösung von 2 kg doppeltschwefligsaurem Natrium

in 10 l warmem Wasser zu; endlich fügt man zum Ganzen noch 3 kg Zyan-
kupferkalium, 0,1 kg Zyankalium (98...100%) in 15 l Wasser von 50° gelöst hinzu
und rührt um, bis die Lösung klar ist. Die erforderliche Spannung ist bei 10 cm
Elektrodenentfernung für Eisen = 2,5 V, für Zink = 3 V, die Stromdichte = 0,3 A.
Der Zusatz von schwefligsaurem Natrium vermindert die Schlamm-
bildung an Anode.

d) Sehr empfehlenswert ist auch die Verwendung fertiger Badsalze, z. B.
der sog. Tripelsalze oder Trisalyte für Verkupferung, in denen Zyankupfer
mit den erforderlichen Mengen von Zyankalium und schwefligsaurem Salz bereits
gemischt ist.

2. Nickelbäder.

36. Grundsätzliches. Sie werden meist unter Zusatz schwacher Säuren an-
gewandt, namentlich der Borsäure, weil die mit ihrer Hilfe gewonnenen Ver-
nicklungen reinweiß erscheinen. Oft setzt man Sulfate (Natriumsulfat, Ammonium-
sulfat, Magnesiumsulfat) hinzu, um das Leitvermögen und die Streukraft zu
erhöhen. Ein Zusatz von Chloriden hat hauptsächlich den Zweck, die Auflösung
der Anoden zu erleichtern.

Bei der Elektrolyse der schwach sauren Bäder scheidet sich mit dem Metall
gleichzeitig auch Wasserstoff ab, der sich zum Teil mit dem Nickel legiert, zum
Teil auch nur mechanisch einlagert und das Verhalten des Niederschlags stark
beeinflusst, indem er ihn hart und weniger geschmeidig macht. Dadurch, daß die auf-
einanderfolgenden Schichten des Niederschlags einen verschiedenen hohen Wasser-
stoffgehalt haben, entstehen starke Spannungen, die zu einem Abblättern des
Belages führen können, sobald seine Dicke über 0,01 mm hinausgeht. Noch
stärker wird die Neigung zum Abblättern, wenn mit neutralen oder gar alkalischen
Lösungen gearbeitet wird. Denn dann kommt es leicht zur Abscheidung basischer
Salze, die in den Niederschlag hineinwachsen, Anlagerung von Wasserstoff-
bläschen veranlassen und so die Spannungen erhöhen. Gefährlich ist deshalb
auch ein etwaiger Eisengehalt der Nickelbäder, weil Eisen teils mit dem Nickel
zusammen abgeschieden wird, teils besonders stark zur Bildung basischer Salze
neigt. Schädlich ist auch die Anwesenheit von Kupfer oder Zink, da sie den
Nickelniederschlag mißfarbig machen. Die durch den Wasserstoffgehalt ver-
ursachten Spannungen können nachträglich durch Entgasung beseitigt werden
(vgl. Nr. 47, S. 23).

Meist dient die Vernicklung dazu, das Grundmetall nicht nur zu decken,
sondern auch vor Korrosion zu schützen. Es ist zu beachten, daß Nickelauflagen,
die nur eben polierfähig sind, einen solchen Schutz nicht gewährleisten, sondern
wegen ihrer Porosität und des edleren Charakters des Nickels die Korrosion des
Grundmetalls beschleunigen. Wirklich deckende Nickelschichten müssen etwa
0,025 mm stark sein. Statt ihrer werden oft Kupfer-Nickel- oder Nickel-Kupfer-
Nickel-Schichten hergestellt, indem man im 1. Fall im Zyanidbad schwach ver-
kupfert, im 2. Fall die Kupferschicht oft auch aus sauren Bädern fällt.

Zur Erzielung solider, festhaftender Auflagen ist sorgfältigste Vorbereitung
der Oberfläche des Grundmetalls notwendig, ein reines, möglichst gleichmäßig
arbeitendes Nickelbad und Anoden aus Reinnickel, die an Nickelblechstreifen
eingehängt werden. Durch Erhöhung der Badtemperatur wird die Auflösung
der Anoden begünstigt, außerdem nimmt die Härte der Nickelschicht ab und
ihre Geschmeidigkeit und Haftfestigkeit zu. Im gleichen Sinne wirkt Erhöhung der
Stromstärke. Der Bildung basischer Salze wird entgegengearbeitet durch Zusatz
organischer Säuren (Essigsäure, Zitronensäure) oder ihrer Salze, in jüngster Zeit
sogar freier Schwefelsäure; doch muß der Säuregehalt der Nickelbäder sorgfältig

überwacht werden, zumal es bei zu langsamer Auflösung der Anoden zur Bildung von Schwefelsäure kommt.

37. Bad für solide Vernicklung von Eisen und Stahl, Kupfer und Kupferlegierungen, besonders für geschliffene Waren. 7 kg Nickeloxydulammonsulfat (meist kurz Nickelsalz genannt), 2 kg Ammoniumsulfat, 0,5 kg Zitronensäure, 100 l Wasser. Die Salze werden heiß aufgelöst, überschüssige Säure mit Ammoniak vorsichtig neutralisiert (bis blaues Lackmuspapier eben nicht mehr rot gefärbt wird), dann die Zitronensäure zugesetzt, worauf das Bad wieder ganz schwach sauer reagiert. Badspannung 2...2,2 V, Stromdichte 0,34 A/dm². Man verwendet zur Hälfte gegossene, zur Hälfte gewalzte Anoden.

38. Bad für weiche Niederschläge, die nicht leicht abblättern, für chirurgische Instrumente, Messer, Schlittschuhe usw.

a) 6,8 kg Nickelvitriol, 2,4 kg Magnesiumsulfat, 0,8 Chlorammonium, 0,2 kg Borsäure, 100 l Wasser.

b) 4 kg Nickelvitriol, 3,5 kg zitronensaures Natrium, 0,1 kg Borsäure, 100 l Wasser.

39. Schnellvernicklung. a) 24 kg Nickelvitriol, 2 kg Nickelchlorür, 24 kg Glaubersalz, 3 kg Borsäure, 100 l Wasser.

b) 40 kg Nickelvitriol, 3 kg Kaliumchlorid, 24 kg Glaubersalz, evtl. 1...4 kg zitronensaures Natrium, 3 kg Borsäure, 7 g Cadmiumchlorid (als Glanzzusatz), 100 l Wasser.

Man arbeitet bei 50...75° mit 3...4 A/dm² im unbewegten Bade und mit etwa 5...8 A/dm² im bewegten Bade.

40. Schwarznickelbad. 8 kg Nickelsulfat, 2,4 kg Ammoniumsulfat, 2,8 kg Zinksulfat, 1,5 kg Rhodanammonium, 0,2 kg Zitronensäure, 100 l Wasser. Die Waren werden in einem gewöhnlichen Nickelbade schwach vernickelt und dann bei niedriger Spannung etwa 1 h in das Schwarznickelbad gehängt. Bei Eisen und Stahl, Messing und Kupfer empfiehlt sich eine vorhergehende leichte Verzinkung. Temperatur nicht unter 18°. Gußanoden oder Kohleanoden; Badspannung 0,8...1 V. Um tiefes Schwarz zu erzielen, wird empfohlen, die Waren in einer Lösung von 800 g Eisenchlorid in 10 l Wasser, die mit 62 g Salzsäure angesäuert ist, abzuspülen. Wenn man mit Kohleanoden arbeitet, wird das Bad leicht sauer und muß durch Zufügen von kohlen-saurem Nickel wieder auf neutrale bzw. ganz schwach saure Reaktion gebracht werden. Die Niederschläge werden meist noch zaponiert oder lackiert.

41. Vernicklung von Aluminium. Sie gelingt nach Wogrinz in einem hochglyzerinhaltigen Bade, wie es z. B. von den Langbein-Pfanhauser-Werken unter dem Namen „Wal“ in den Handel gebracht wird. Es arbeitet bei 18...20° mit einer Stromdichte von 0,5 A/dm² und 2...3 V Badspannung und liefert schon nach 1/2...1stündiger Dauer einen weißen, leicht polierfähigen Nickelüberzug. Soll später eine Verkupferung oder Vermessingung in zyankalischen oder weinsaure Salze enthaltenden Bädern erfolgen, so ist die Vorvernicklung besonders stark zu wählen, damit sie genügend dicht ist, um das Eindringen der Badflüssigkeit zu verhindern.

Mit Hilfe des Nigrosinbades der Langbein-Pfanhauser-Werke lassen sich auch Schwarzvernicklungen unmittelbar auf Aluminium erzeugen.

42. Entnickeln. Ein neuer Nickel-niederschlag haftet auf einem alten nicht; man muß deshalb, bevor man neu vernickelt, alte schadhafte Niederschläge entfernen. Eine mißlungene Vernicklung wird am besten durch Abschleifen mit Schmirgel entfernt. Watt und Elmore schlagen vor, die Waren in heißes Wasser und dann eine halbe Stunde unter Bewegen in folgendes Säuregemisch

zu tauchen: 4 l Schwefelsäure 66° Bé, 500 g Salpetersäure 40° Bé, 50 g salpetersaures Kalium, 500 g Wasser.

Zum Entnickeln mit Strom kann man nach D.R.P. 189 876 (erloschen) die Ware als Anode bei 2...6 V Spannung und 75...100° Temperatur in Schwefelsäure von 53° Bé behandeln, wobei sich das Nickel auf der Kathode pulverförmig abscheidet; auch in einer Lösung von Natriumnitrat mit weniger als 2 V Spannung und Kohleplatten als Kathoden läßt sich das Nickel anodisch von Eisenwaren ablösen; es wird dabei durch das sich bildende Ätznatron als Nickelhydroxyd gefällt (D.R.P. 100 975, erloschen).

Gelingt die Entfernung der alten Vernicklung nicht vollständig, so verkupfert oder vermessingt man, ehe man neu vernickelt.

43. Entfernen von Eisen aus dem Nickelbade. In Nickelbädern, in denen man Eisen vernickelt, löst sich dieses nach und nach in unzulässigen Mengen auf; die Niederschläge werden dadurch spröde und blättern leicht ab. Man macht solche Bäder durch Zusatz von Natriumkarbonat- (Soda-) Lösung oder Ammoniak neutral und erhitzt unter Aufrechterhaltung der neutralen bzw. ganz schwach alkalischen Reaktion zum Sieden, worauf man das Eisen mit Ammoniumpersulfat ausfällt. Das Bad wird dann durch vorsichtigen Zusatz von Säure wieder auf schwachsaure Reaktion gebracht.

3. Messingbäder.

44. Grundsätzliches. Die Wannen sind nicht zu klein zu nehmen; das Bad ist öfter umzurühren und zweckmäßig etwas zu erwärmen (30...40°), weil dadurch der Niederschlag geschmeidiger und leichter polierbar wird, ohne abzuplatzen. Ferner ist für guten Kontakt zu sorgen und der Stromregulierung, von der die Farbe des Niederschlags abhängt, besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Steigt die Stromdichte von 0,1...1 A/dm², so geht die Farbe von Gelbrot über Gelb nach Grüngelb über. Der Farbton hängt aber auch vom Metallgehalt des Bades ab; ist er bei richtigen Stromverhältnissen zu rötlich, so fehlt es an Zink, ist er zu licht oder grünlich, so fehlt es an Kupfer. Für Waren mit stärkeren Profilierungen muß der Elektrodenabstand größer gewählt werden, weil sonst an den Stellen größeren und geringeren Abstandes von der Anode verschiedene Färbungen auftreten. Auch der Gehalt an Zyankalium darf weder zu hoch, noch zu niedrig sein. Im 1. Fall sind die Anoden blank, und an der Ware entsteht trotz lebhafter Gasentwicklung nur ein unschöner, schlecht haftender Belag; hier hilft ein Zusatz von Zyankupfer und Zyanzink. Im 2. Fall wird der Niederschlag rot, und im Bade entstehen weiße Ablagerungen; hier wird Zyankalium bis zur Auflösung des Bodensatzes zugefügt. Die Anode wird zweckmäßig größer als die Warenfläche gewählt, weil der Lösungsvorgang an der Anode träger als die Abscheidung an der Kathode verläuft.

45. Messingbäder gebräuchlicher Zusammensetzung.

a) Ein einfach herzustellendes Bad ist folgendes: 1,25 kg essigsäures Kupfer, 1,25 kg essigsäures Zink, wasserfrei (oder auch 1,62 kg kristallisiertes essigsäures Zink oder 1,25 kg Chlorzink, kristallisiert, oder 0,93 kg geschmolzenes, wasserfreies Chlorzink) werden in Wasser gelöst, desgleichen 3 kg kohlen-saures Natrium, kristallisiert, 2 kg doppelt-schweflig-saures Natrium, pulverisiert (nach und nach zugesetzt). Beide Lösungen werden vermischt und mit der kalten Lösung von 3,5 kg Zyankalium (98...100%) und 0,2 kg Salmiak versetzt, worauf auf 100 l verdünnt wird.

Für das vorstehend beschriebene Bad ist die günstigste Stromdichte 0,32 A, die erforderliche Spannung bei 10 cm Elektrodenentfernung 2,6...2,8 V.

b) Man löst 4 kg Zyankupferkalium, 4 kg Zyanzinkkalium, 0,2 kg Zyan-
kalium (98...100%), 0,1 kg Ammoniak-soda (wasserfreies, kohlen-saures Natrium),
1 kg neutrales schweflig-saures Natrium mit Zusatz von 0,2 kg Chlorammonium,
bei Eisen besser kohlen-saurem Ammonium, in 100 l Wasser von 50°. Bad-
spannung ist für Zink 2,5 V, für Eisen 3...3,5 V, für kleine Massenartikel bis
4 V bei Stromdichten bis 0,5 A/dm².

c) 6 kg Kupfertrisalylt, 3 kg Zinktrisalylt, 100 l Wasser (kalt), 200...500 g
Ammoniak (0,91), je nach dem gewünschten Farbenton.

46. Glanzmessing. Um unmittelbar im Bade glänzende Messingbeläge zu
erzielen, werden folgende Zusätze empfohlen:

a) Glanzbildung durch Ammoniak-zusatz: auf je 100 l Bad werden 50 cm³
Ammoniak-lösung zugesetzt.

b) Nach amerikanischer Empfehlung wird ein gallertartiger Niederschlag
von Nickelkarbonat hinzugesetzt, der entsteht, wenn eine Nickelvitriollösung
(heiß, aber nicht kochend) mit einer Sodalösung ausgefällt wird. Der abfiltrierte
Niederschlag wird in einer Flasche unter Wasser aufbewahrt; 125 cm³ dieser
Gallerte werden als Glanzmittel auf 100 l Bad angewandt.

c) Arsenik als Glanzmittel. 50 g Arsenik werden in Wasser mit soviel Zyan-
kalium versetzt, daß eben Lösung erfolgt; diese wird auf 2 l verdünnt. Auf 100 l
Messingbad werden 50...60 cm³ hiervon zugesetzt.

4. Chrombäder.

47. Grundsätzliches. Gegenüber den sonst zu galvanischen Niederschlägen
benutzten Metallen zeichnet sich das Chrom durch besondere Hitzebeständig-
keit (es schmilzt erst gegen 1600° und bleibt selbst beim Erhitzen auf mehrere
hundert Grad vollkommen blank), Härte (es steht dem Korund sehr nahe und
vermag Glas zu ritzen) und chemische Widerstandsfähigkeit aus (es wird
nur von Salzsäure und heißer Schwefelsäure angegriffen, dagegen nicht von orga-
nischen Säuren und den gebräuchlichen Alkalien, auch nicht von Jod, Sublimat,
Schwefelverbindungen usw.). Daher sind die Vorteile einer blanken Chromschicht:
kein Blindwerden, kein Schrammen, kein Putzen.

Diesen Vorzügen stehen leider auch Nachteile gegenüber, die teils in der
elektrolytischen Abscheidung des Metalls, teils in dem Verhalten dieser Chrom-
überzüge begründet sind. Während sonst Metallniederschläge schon durch geringe
Stromstärken unter einfacher Entladung der Metallionen erhalten werden, muß
das Chrom durch Reduktion seiner Sauerstoffverbindungen (Chromsäure) mit
Hilfe hoher Stromdichten abgeschieden werden, was mit starker Wasserstoff-
entwicklung verbunden ist. Da außerdem mit unlöslichen Anoden aus Blei
gearbeitet werden muß, liegen die Stromausbeuten in Chrombädern nur etwa
zwischen 10...20%. Die Gasentwicklung führt zu einer starken Zerstäubung
der ätzenden Badflüssigkeit und macht kräftige Absaugung der Badnebel durch
rings um das Bad gelegte Absaugekanäle notwendig. Bei seiner elektrolytischen
Abscheidung nimmt das Chrom beträchtliche und mit der Stromdichte steigende
Mengen an Wasserstoff auf, wodurch Härte und Sprödigkeit gesteigert werden.
Gleichzeitig entstehen hierdurch, ähnlich wie beim Nickel, innere Spannungen,
die von einer gewissen Schichtdicke an (beim Chrom bereits bei 0,002 mm)
zur Auslösung drängen unter Bildung feiner Haarrisse oder Absprengen der
Schicht, wodurch der Korrosionsschutz verlorengelht. Dieser Wasserstoff wandert
aber auch in tiefere Schichten bis zum Grundmetall und kann dessen Festigkeits-
eigenschaften schädigen. Durch Erhitzen auf etwa 350° läßt die Härte der Chrom-
schicht nach und geht bei Rotglut soweit zurück, daß auch die Feile angreift;

indessen wird durch eine solche thermische Behandlung die Bildung von Rissen gefördert und auch das Grundmetall gefährdet. In einer bequemen, billigen und unschädlichen Weise gelingt die Entfernung des Wasserstoffs aus Überzug und Grundmetall, wenn man die verchromte Ware in einem Hochvakuumgefäß der Einwirkung von hochgespanntem Wechselstrom für 5...10 min aussetzt. Nach Art der Elektrodenerstäubung wandert der Wasserstoff unter eigentümlicher Lichtemission aus dem Metall; auch etwa eingeschlossene Reste des Elektrolyten werden hierbei aus der Schicht entfernt.

Hauptbestandteil der Verchromungsbäder ist die Chromsäure in Mengen von etwa 250...450 g/l. Doch gelingt die Abscheidung von metallischem Chrom nur dann, wenn gleichzeitig noch eine Fremdsäure, z. B. Schwefelsäure, in gewissen, sowohl nach unten wie nach oben eng begrenzten Mengen vorhanden ist (D.R.P. 448526). Enthält das Bad weniger als 0,4% Schwefelsäure (bezogen auf die in 1 l enthaltene Chromsäure), so entsteht bei der Elektrolyse nur selten Chrommetall, sondern meist eine braune Oxydablagerung. Bei einem Gehalt über 2% an Schwefelsäure sinkt die Stromausbeute an Chrommetall wieder nahezu auf Null; ihr Höchstwert liegt bei etwa 1,1% Schwefelsäure, wird aber bei gleichem Schwefelsäuregehalt durch Steigern der Stromdichte und Erniedrigen der Temperatur erhöht. Ungünstig bei den Chrombädern ist das Streuungsvermögen, d. h. die Tiefenwirkung, was sich bei profilierten Waren darin äußert, daß sich das Metall an den der Anode näherliegenden Teilen der Kathode in dickerer Schicht abscheidet als an den zurückliegenden Stellen. Die Ungleichmäßigkeit in der Schichtstärke führt leicht zu Undichtheit der Chromniederschläge und zu ihrem Versagen als Korrosionsschutz. So hat sich das heute allgemein übliche Verfahren der Verchromung mit Zwischenschichten herausgebildet (D.R.P. 440612), wobei der Korrosionsschutz durch solide Vorvernicklung gewährleistet wird, während durch die Chromdeckschicht mechanischer Schutz, Hochglanz und dekorative Wirkung erreicht wird.

Wichtig ist ferner die Kenntnis der Bedingungen, unter denen mit Sicherheit hochglänzende Niederschläge erhalten werden. Denn nachträgliches Polieren erfordert bei der hohen Härte der Chromschicht einen beträchtlichen Aufwand an Schwabbeln, Polierpasta und Arbeitslohn. Erwärmte Chrombäder liefern Hochglanzniederschläge zwischen 4 und 20 A/dm², kalte jedoch nur zwischen 2 und 6 A/dm². Aus den Wechselbeziehungen zwischen Temperatur, Stromstärke, Streufähigkeit und Glanz haben sich folgende Arbeitsweisen entwickelt: für Messing, Kupfer, Alpaka 30...35° bei 0,6% Schwefelsäuregehalt (bezogen auf die Chromsäuremenge), für Nickel und Eisen 38...45° bei 0,8...1% Schwefelsäuregehalt; Stromstärke 10...20 A/dm² bei 6...8 V. Als Behälter dienen Eisenwannen, die innen mit lose eingesetzten Drahtglasplatten ausgekleidet sind; diese Auskleidung braucht dem Elektrolyten den Zutritt zu der Eisenwandung nicht zu versperren, sondern dient zur Verhinderung einer anodischen Polarisierung der Wanne, durch die das Eisen in Lösung gehen würde. Leicht rollende Massenteile können in Trommeln verchromt werden; für Großbetriebe dienen Ringbäder. Bei der hohen Konzentration des Elektrolyten bedürfen die Bäder nur alle 1...2 Monate der Kontrolle, die beim Fehlen eines analytischen Laboratoriums von der Lieferfirma kostenlos durchgeführt wird. Sind wesentliche Verunreinigungen des Elektrolyten durch Eisen nicht eingetreten, so wird durch Verstärkersalz die normale Baddichte wiederhergestellt.

48. Verchromung auf Nickelzwichenschicht. Die Grundmetallfläche muß besonders sorgfältig vorbereitet sein, um gute Haftfestigkeit der Nickelschicht zu erzielen. Besonders gewissenhaft ist der Ansäuerungsgrad der Nickelbäder zu überwachen, damit die Nickelschicht durch Wasserstoffaufnahme nicht zu

spröde wird; sie soll umgekehrt noch aufnahmefähig sein für den aus der Chromschicht übergehenden Wasserstoff; von dieser Aufnahmefähigkeit hängt geradezu die Stärke der auftragbaren Chromschicht ab. Darum müssen diese Nickelschichten nötigenfalls vor der Verchromung entgast werden. Für Messingwaren, die nicht mit feuchter Atmosphäre in Berührung stehen, genügen Nickelschichten von etwa 0,003 mm, die in 15...20 min erhältlich sind. Außenarmaturen verlangen mindestens 0,015 mm, ebenso Eisen- und Stahlwaren bei leichter Ausführung, Erzeugnisse 1. Güte dagegen eine solche von 0,025 mm. Zur Erzielung von Hochglanz ist es am günstigsten, zunächst nur schwach zu vernickeln und dann so stark zu verkupfern, daß diese Schicht poliert werden kann, worauf nochmals vernickelt und schließlich verchromt wird. Für die Verchromung genügt bei den meisten Waren eine Einhängszeit von 5...20 min, was einer Schicht bis zu 0,0012 mm entspricht. Spritzgußteile erhalten zunächst eine Deckschicht aus Kupfer oder Messing, dann die Vorvernicklung und schließlich eine schwache Verchromung.

49. Verchromung ohne Zwischenschicht. Sie erfolgt teils auf Waren aus Alpaka oder Tombak mit Einhängzeiten zwischen 20...60 min, teils auf technischen Geräten aus Eisen und Stahl, die gegen mechanische oder thermische Beanspruchung besonders wirksam geschützt werden sollen. Grenzlehren, Dorn- und Rachenlehren werden zunächst auf Untermaß geschliffen, dann mit einer starken Chromschicht von rund 0,1 mm versehen und nun auf genaues Maß geschliffen. Um Abspringen oder Aufreißen der Schicht zu verhindern, findet vor der Verchromung zweckmäßig anodische Anrauhung der Oberfläche im Schwefelsäurebade und nach der Verchromung Entgasung statt. Gewindelehren verchromt man mit einer Schicht von 0,005...0,01 mm und berücksichtigt diese bei der Vorbearbeitung. Skalen und Teiltrommeln erhalten vielfach Mattverchromung auf sandstrahlmattierter, vorvernickelter Grundfläche. Bewährt hat sich das Verchromen eiserner Formen für die Glasindustrie, weil dadurch der Verzunderung und teuren Aufarbeitung durch Ziseleure vorgebeugt wird. Dasselbe gilt für Preßformen der Kunstharze und Hornstoffe. Druckstöcke und Prägewalzen werden durch eine harte Chromschicht nicht nur vor Abnutzung geschützt, sondern erhalten dadurch auch die Eigenschaft, die Druckfarben leichter abzustoßen.

50. Chromsäurebäder. Meist werden Lösungen mittlerer Konzentration angewandt, die etwa 250 g Chromsäure + 2,5 g Schwefelsäure bis 300 g Chromsäure + 3 g Schwefelsäure im Liter enthalten. Hierin kann die Schwefelsäure auch durch eine äquivalente Menge von Chromsulfat oder anderen Sulfaten ersetzt sein. Als Muster kann nachstehendes Bad dienen:

Bad nach Sargent. 1 l Wasser, 250 g Chromsäure, 3 g Chromsulfat. Als kathodische Stromdichte werden für Messing mindestens 10 A/dm², für Eisen und Stahl 15...20 A/dm² angegeben. Anoden bestehen aus Blei. Zur Erzielung glatter, glänzender Niederschläge wird das Bad auf 35...40° gehalten. Dies kann schon durch die hohe Stromdichte geschehen, so daß unter Umständen sogar Kühlschlangen zur Ableitung zu starker Erwärmung eingelegt werden müssen.

5. Zinkbäder.

51. Grundsätzliches. Man unterscheidet saure, alkalische und zyankalische Bäder, von denen die alkalischen jedoch kaum mehr angewandt werden. Am wichtigsten sind die sauren Bäder, doch haben sie nur ein geringes Streuungsvermögen, so daß für profilierte Waren der Elektrodenabstand vergrößert bzw. die Anodenform der Kathodenform angepaßt werden muß; sorgfältig muß der Säuregehalt aufrechterhalten bleiben; denn sobald das Bad aufhört deutlich sauer

zu sein, fällt das Zink in oxydhaltiger, spröder oder sogar schwammiger Form aus. Die zyankalischen Bäder arbeiten besonders gut in die Tiefe und werden deshalb zum Vorverzinken stark profilierter Ware verwendet. Die elektrolytische Verzinkung wird namentlich auf Eisen durchgeführt und hat die früher übliche Feuerverzinkung stark zurückgedrängt. Sie liefert zwar meist nur eine mattgraue, unansehnliche Zinkschicht, bietet aber gegenüber der Feuerverzinkung wichtige Vorteile: bei großer Ersparnis an Zink besteht der Überzug aus reinem Metall; die Stärke der Zinkschicht kann leicht verändert werden (gewöhnlich beträgt sie 80...100 g je m², einseitig gerechnet; bei Blechen, die viel mit Wasser in Berührung kommen, geht man auf 120...150 g); es besteht nicht die Gefahr, daß Löcher, Bohrungen, Gewinde auf der Ware zugesetzt werden, oder daß Drähte, Federn u. dgl. ihre physikalischen Eigenschaften ändern; der elektrolytische Überzug haftet viel fester auf dem Grundmetall als die Feuerverzinkung (Haftfestigkeit 33,6 kg/cm² bzw. 16,8 kg/cm²); galvanisch verzinkte Bleche sind falzbar, Drähte können sogar bei starker Zinkauflage um ihren eigenen Durchmesser gewickelt werden, ohne daß die Auflage abblättert. Besonders vorteilhaft ist die elektrolytische Verzinkung für Kleiseisenzeug, das bei der Feuerverzinkung leicht zusammenbackt und verklebt wird; in den hierfür dienenden Massengalvanisierapparaten wird mit hoher Badspannung gearbeitet (8...10 V, in Trommelapparaten bis zu 15 V); die Stromstärke ist in Trommelapparaten bei 15 V etwa 100...120 A und steigt in Schaukelapparaten sogar auf 250...300 A; dabei kommt die Ware durch das innige Scheuern während des Prozesses schön hell und glänzend aus dem Bade.

52. Saure Zinkbäder. a) 25 kg Zinkvitriol, 2 kg Chlorzink, 5 kg Natriumsulfat, 1 kg Schwefelsäure, 100 l Wasser. Badspannung bei 1 A/dm² 1,6 V. 2 A/dm² 3 V, 3 A/dm² 4,2 V; Stromausbeute etwa 95%.

b) 25 kg Zinkvitriol, 1,5 kg Borsäure, 4,5 kg Magnesiumsulfat, 100 l Wasser.

c) 30 kg Zinkvitriol, 5 kg Aluminiumsulfat, 7 kg Natriumchlorid, 3,5 kg Borsäure, 100 l Wasser.

Die Bäder b und c werden zweckmäßig von Zeit zu Zeit mit etwas Schwefelsäure angesäuert.

Wenn sich blankpolierte Eisengegenstände nicht gut verzinken, muß man mit höherer Stromdichte arbeiten oder die Waren vor dem Verzinken durch Salpetersäure ziehen.

Alle Zinkbäder arbeiten besser, wenn man sie erwärmt, und erlauben dann auch erheblich höhere Stromdichten; doch erhält die Verzinkung bei Temperaturen über 30° einen blauen Schimmer. Wichtig ist ferner die Bewegung des Bades, häufigeres Umhängen der Waren und Kratzen des Niederschlages mit einer weichen Stahldrahtbürste, ferner die Verwendung reiner, besonders eisenfreier Salze.

53. Zinkzyanidbad. 5 kg Zinkzyanid, 5 kg Zyannatrium (oder 6 kg Zyanalkalium), 5 kg Natriumhydroxyd, 100 l Wasser. Das Bad liefert z. B. mit 2,2 A/dm² bei 49° helle, sehr ebene und feinkörnige Niederschläge bei fast theoretischer Stromausbeute.

54. Glanzverzinkung. Als Mittel zur Glättung und Kornverfeinerung haben sich Aluminiumsalze bewährt. Doch werden auch Zusätze von Dextrin, Leim, Kandiszucker, Traubenzucker (2...3 kg auf 100 l), Stärke, Panamaholzextrakt, Süßholzextrakt, β -Naphthol, Glycerin, Tannin, Weinsäure, Pyridin, Schwefelkohlenstoff empfohlen. Doch dürfen sie nur in geringer Menge angewandt werden, und meistens hört die günstige Wirkung nach längerem Gebrauch auf.

Zinkbad nach Goldberg (D.R.P. 151336, erl.). 1 kg Zinkchlorid, 1 kg Pyridin, 100 l Wasser und soviel Salzsäure, daß klare Lösung entsteht. Stromdichte 0,2 A/dm². Das Bad deckt schnell und gleichmäßig, arbeitet auch verhältnismäßig gut in die Tiefen und wird namentlich zur Verzinkung von Gußeisen empfohlen.

55. Verhinderung der Schlammbildung an Zinkanoden. Nach einem amerikanischen Verfahren soll die Schlammbildung dadurch vermieden werden, daß an Stelle reinen Zinks Anoden mit einem Gehalt an 0,3% Quecksilber und 0,5% Aluminium verwendet werden. Hierdurch sollen auch glattere Niederschläge erhalten werden.

56. Entfernung von Eisen aus Zinkbädern. Um einen sich störend bemerkbar machenden Eisengehalt aus sauren Zinkbädern zu entfernen, macht man das Bad mit Soda oder Magnesiumkarbonat neutral, erhitzt es unter Aufrechterhaltung der neutralen Reaktion zum Sieden und trägt vorsichtig in kleinen Mengen Ammoniumpersulfat ein (meist genügen 2 g auf 1 l). Den braunen Eisenniederschlag läßt man absitzen, hebert und filtriert das Bad ab und bringt es durch Zusatz von Säure wieder auf den richtigen Säuregrad.

6. Kadmiumbäder.

57. Grundsätzliches. Kadmiumniederschläge sind fast silberweiß; sie sind etwas härter als Zinn und Silber, aber etwas weicher und geschmeidiger als Zink, leicht auf Hochglanz polierbar. Infolge des größeren Atomgewichts ist die theoretische Niederschlagsmenge je Amperestunde rd. 2,1 g (gegenüber 1,2 g beim Zink), so daß gleich schwere Niederschläge bei gleicher Stromdichte in etwas mehr als der halben Zeit erhalten werden. In der Spannungsreihe steht das Kadmium zwischen Zink und Eisen, so daß es sich ähnlich wie Zink zum Rostschutz eignet; dabei hat es vor diesem den Vorzug, daß es leicht porenfrei niedergeschlagen werden kann, so daß man mit erheblich geringerer Schichtdicke auskommt (für viele Zwecke genügen schon 20...25 g/m²). Wegen der hohen Geschmeidigkeit halten verkadmete Bleche scharfen Biegeproben stand.

Kadmium wird sowohl aus sauren wie aus zyankalischen Bädern mit hoher Stromausbeute niedergeschlagen; im 1. Fall neigt es zur Bildung größerer Kristalle, so daß glatte Niederschläge nur bei Anwesenheit glättender Zusätze (Gelatine, Agar-Agar, Leim jeder Art, Türkischrotöl, Phenol in Mengen bis zu etwa 1%) entstehen; auch ein kleiner Zusatz von Nickel (etwa 0,4 g/l) wirkt glättend und erhöht ein wenig die Härte des Niederschlags. Wegen der besseren Tiefenwirkung werden vorwiegend zyankalische Bäder angewendet, die zweckmäßig auch Glanzzusatz erhalten und fast silberweiße Niederschläge liefern.

Da Kadmiumverbindungen giftig sind, eignen sich verkadmete Waren nicht zum Aufbewahren von Lebensmitteln.

58. Saures Kadmiumbad. 12 kg Kadmiumsulfat, 0,5 kg Schwefelsäure, 100 l Wasser nebst Glanzzusatz. Badspannung bei gewöhnlicher Temperatur und etwa 2,5 A/dm² ungefähr 5 V. Als Anoden dienen gegossene Platten aus reinem Kadmium.

59. Zyankalisches Kadmiumbad (nach Fischer): 2,870 kg Kadmiumzyanid und 3,7 kg Zyankalium werden in 100 l Wasser gelöst. Man arbeitet bei 40° und etwa 4 V, wobei sich Stromdichten von 2 A/dm² und mehr ergeben.

7. Zinnbäder.

60. Grundsätzliches. Die elektrolytische Abscheidung bereitet insofern Schwierigkeiten, als das Zinn imstande ist, hierbei in drei verschiedenen Formen aufzutreten: schwammig, grobkristallinisch oder dicht. Die schwammige Form

ist locker und leicht abzureiben; die grobkristalline haftet zwar, besteht aber aus größeren Kristallen, die Poren zwischen sich lassen und zum Teil aus der Oberfläche herauswachsen; erst die dichte Form ist porenfrei und festhaftend und entspricht dem gewünschten Zustande. Der elektrolytische Zink-Niederschlag ist matt; soll er glänzend werden, so muß während des Niederschlagens wiederholt mit Stahl- oder Messingdrahtbürsten gekratzt werden.

Die elektrolytische Verzinnung wird angewandt zum Verzinnen von Kupferdraht für elektrische Leitungen, um ihn für die spätere Vulkanisierung unempfindlich zu machen, ferner von kleinen Massenartikeln aus Eisen, Stahl, Messing, Kupfer (wie Schrauben, Stiften, Kabelschuhen und anderen elektrotechnischen Artikeln) und von Gußeisen, das der Feuerverzinnung gewisse Schwierigkeiten bereitet.

Meist arbeitet man mit alkalischen Bädern, da sie große Streukraft haben; doch bewirkt ein zu großer Überschuß von Ätznatron ein Schwammigwerden des Zinnniederschlag; ferner haben die Bäder den Nachteil einer schlechten Stromausbeute und sind nur beschränkt haltbar, da das Zinn anodisch passiv wird und die Lösung an Metall verarmt. Die sauren Zinnbäder haben eine lange Lebensdauer und arbeiten mit fast theoretischer Stromausbeute. Doch ist unbedingt ein Kolloidzusatz notwendig, um einen mikrokristallinen Niederschlag statt großer Kristalle zu erzeugen. Die gleiche Wirkung kann durch Zugabe von aromatischen Sulfosäuren erreicht werden; indessen ist nach Foerster die günstige Wirkung nicht auf die Sulfosäure selbst zurückzuführen, sondern auf gewisse, bisher noch unbekannte Beimengungen, die sie enthält.

61. Alkalisches Zinnbad. Man löst auf 100 l Wasser 2,5 kg Zinnchlorür, kristallisiert, setzt Kalilauge oder Natronlauge von 10° Bé bis zur Auflösung des entstandenen Niederschlag zu und dann noch 1 kg Zyankalium von 98...100%. Badspannung 1,3 V, Stromdichte 0,2 A/dm².

62. Schwefelsaures Zinnbad. 6 kg Zinnsulfat, 5 kg Schwefelsäure, 1,5...2 kg Leim, 100 l Wasser. Das Bad wird auf etwa 40° erwärmt und in Bewegung erhalten. Stromdichte 1...2 A/dm² bei etwa 0,5 V.

63. Kresolsulfosaures Zinnbad (nach Foerster). 5,4 kg Zinnsulfat, 1,5 kg Schwefelsäure, 3 kg Kresolsulfosäure, 100 l Wasser. Die Sulfosäure wird hergestellt, indem gleiche Gewichtsmengen Metakresol und konzentrierte Schwefelsäure gemischt werden; hierbei erwärmt sich die Flüssigkeit von selbst auf 80...90°; zur Beendigung der Einwirkung wird die Temperatur auf 100...110° erhöht und etwa 1 h hindurch aufrechterhalten. Das entstandene Produkt kann unmittelbar verwendet werden; es sieht rotbraun aus bei Herstellung aus technischem Kresol, fast farblos aus reinem Kresol. Mit dem rotbraunen Produkt erhält man zuerst dunkelgraues Zinn, nach kurzer Benutzung des Bades aber dichtes, weißes Metall; das Bad mit der fast farblosen Sulfosäure liefert von Anfang an dichtes, helles Zinn. Dünne Verzinnungen lassen sich mit etwa 4 A/dm² ausführen; für stärkere Überzüge ist geringere Stromdichte zweckmäßig, oder es muß Gelatine o. dgl. zugesetzt und für lebhaftere Bewegung des Bades gesorgt werden.

8. Bleibäder.

64. Grundsätzliches. Bleiüberzüge sind wegen ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Schwefelsäure oft am Platze; sie kommen auch auf elektrischen Installationsstoffen zum Schutze gegen saure Grubenwässer zur Anwendung.

Man kann mit alkalischen und sauren Bleibädern dichte und festhaftende Niederschläge von Blei herstellen; die sauren Bäder schlagen schneller nieder, die alkalischen streuen besser, sind also für profilierte Waren vorzuziehen.

Indessen haben die alkalischen Bäder den Nachteil einer schlechten Stromausbeute und liefern ebenso wie die meisten älteren Rezepte für Bleiniederschläge kaum dickere Überzüge, ohne daß schwammige oder kristallinische Ausscheidung auftritt. Erst die modernen Bäder, in denen das Blei an Kieselfluorwasserstoffsäure, Borfluorwasserstoffsäure oder Überchlorsäure gebunden ist, liefern ohne Schwierigkeit und mit bester Stromausbeute (annähernd 100%) dicke Bleischichten in dichter, porenfreier Form.

Eisen und Stahl lassen sich gut verbleien; Gußeisen wird zweckmäßig mit dem Sandstrahlgebläse vorbereitet, um eine metallreine Oberfläche zu schaffen. Kupfer und seine Legierungen erhalten vor der Verbleiung zweckmäßig eine dünne Auflage von Zinn oder Nickel. Die Anoden bestehen aus Weichblei.

65. Alkalisches Bleibad. 2 kg Kaliumplumbat, 0,5...0,7 kg Kaliumhydroxyd, 100 l Wasser. Badspannung etwa 4 V, Temperatur etwa 80...90°.

66. Kieselfluorwasserstoffsäures Bleibad a) nach Senn. Die im Handel befindliche, etwa 33%ige Kieselfluorwasserstoffsäure wird auf 20° Bé verdünnt und dann allmählich mit soviel Bleikarbonat versetzt, daß die entstandene Lösung je Liter etwa 100 g Bleimetall enthält; dies entspricht einer Menge von etwa 130 g Bleikarbonat. Die durch Absetzen geklärte Lösung wird vom Bodensatz abgessen und mit einer Lösung von 0,1 g Gelatine je Liter Bad gemischt. Schon mit einer Badspannung von 0,1...0,2 V lassen sich Kathodenstromdichten von etwa 1 A/dm² erhalten.

b) Pfanhauser gibt („Galvanotechnik“ 1928. Verlag: Julius Springer) als weiteres Beispiel folgende Zusammensetzung an: Wasser 1 l, kieselflußsaurer Blei 85 g, Kieselflußsäure 70 g, Gelatine 0,15 g.

67. Borfluorwasserstoffsäures Bleibad (nach Blum). Bäder dieser Art liefern die besten Bleiniederschläge, haben auch den Vorzug, sich für besonders dicke Bleischichten in hoher Konzentration ansetzen zu lassen und dauernd klar zu bleiben, während die kieselflußsauren Bäder zur Trübung neigen. Bad für dünne Bleiüberzüge bis zu etwa 0,125 mm: Basisches Bleikarbonat 142 g/l, Flußsäure 250 g 50%ige Lösung, Borsäure 106 g, Leim 0,2 g. Dünne Überzüge lassen sich daraus mit 2...3 A/dm², stärkere nur mit 1 A/dm² niederschlagen. Für dickere Überzüge und größere Stromdichten empfiehlt Blum doppelt so hohe Konzentration und beim Arbeiten im ruhenden Bade 1...2 A/dm², im bewegten 3...8 A/dm². doch darf die Bewegung nicht durch Einleiten von Luft bewirkt werden.

68. Überchlorsäures Bleibad. a) Mathers empfiehlt eine Lösung aus 2,72 kg Bleiperchlorat (statt dessen auch das billigere Bleiazetat), 1,36 kg Perchlorsäure (sp. G. 1,25), 28,35 g Pepton, 54,5 l Wasser. Stromdichte im allgemeinen 1 A/dm² bei 16...21° bei möglichst großen Anoden aus reinem Weichblei; Stromausbeute nahezu 100%. Streifigwerden des Überzuges und Ansteigen der Badspannung deuten auf Verarmung an Säure.

b) Bad nach Siemens & Halske. 370 g Bleiperchlorat, 113 g Überchlorsäure, 4,5 l Wasser, einige Tropfen Nelkenöl.

c) Metallniederschläge ohne äußere Stromquelle.

69. Grundsätzliches. Metalle können aus den Lösungen ihrer Verbindungen auch ohne Zuhilfenahme einer elektrischen Stromquelle abgeschieden werden, nämlich durch Einwirkung unedlerer Metalle. Je edler ein Metall ist, um so schwerer ist es in chemische Verbindungen umzuwandeln, und um so leichter ist es aus seinen Verbindungen abzuschneiden. Je unedler ein Metall ist, um so stärker ist seine Neigung, lösliche Verbindungen zu bilden, oder, wie man

auch sagt: um so größer ist sein Lösungsdruck. Ordnet man die wichtigsten Metalle nach abnehmendem Lösungsdruck, so ergibt sich folgende Reihenfolge:

Aluminium, Zink, Eisen, Nickel, Zinn, Blei, Kupfer, Silber, Gold.

Sie bedeutet also, daß jedes Metall dieser Reihe befähigt ist, die hinter ihm folgenden aus ihren Verbindungen abzusecheiden. Bringt man z. B. Eisenpulver in eine Lösung von Kupfervitriol, so wandelt sich das Eisen in löslichen Eisen- vitriol um, während das Kupfer pulverförmig ausgeschieden wird. Bringt man das Eisen in kompakter Form (z. B. als Blech oder Stab) in die Lösung des Kupfer- vitriols, so spielen sich diese Vorgänge nur an der Oberfläche des Eisenstückes ab, indem die alleräußerste Eisenschicht als Eisen- vitriol gelöst wird, während eine hauchdünne Kupferschicht den eisernen Gegenstand überzieht. Auf diese Weise kann also jede Ware mit einer anderen edleren Metallhaut durch einfaches Eintauchen in eine geeignete Lösung versehen werden. Man nennt einen solchen Vorgang Tauchverfahren; wird er mit heißen Lösungen durchgeführt, so spricht man von Ansieden, und wenn die Lösung auf die Ware aufgerieben oder aufgestrichen wird, von Aufreiben oder Aufstreichen (z. B. Streich- verkupferung).

Ein Nachteil dieser Arbeitsweise liegt darin, daß nur hauchdünne Über- züge erhalten werden, die infolge mangelnder Widerstandsfähigkeit sehr minder- wertig sind, trotzdem aber für manche Zwecke (z. B. als Hilfs- oder Zwischen- schicht) ausreichen können.

Wesentlich bessere Ergebnisse werden erzielt, wenn man die Ware innerhalb der Lösung mit einem Draht aus unedlerem Metall (z. B. Zink, Magnesium, Alu- minium) in Berührung bringt (Kontaktverfahren). Die günstige Wirkung einer solchen Anordnung erklärt sich daraus, daß durch die Berührung zweier Metalle untereinander und mit einem Elektrolyten (hier der Lösung) immer ein galvanisches Element entsteht, d. h. ein Apparat, in dem durch chemische Vorgänge ein elektrischer Strom entsteht. Die Pole des Elementes sind die beiden Metalle, und zwar wird das edlere (also die Ware bzw. das auf ihr niedergeschlagene Metall) zur Kathode und das unedlere (also der Draht) zur Anode. Die in der Lösung enthaltenen Metallionen werden durch den Strom zur Kathode geführt und dort niedergeschlagen. Die Schicht des Überzugsmetalls muß also stärker werden, allerdings nicht gleichmäßig auf der ganzen Warenoberfläche, sondern vorzugsweise nur in einem kleineren Umkreis um die Berührungsstelle. Not- wendig ist es daher, daß man die Berührungsstelle wechselt, und ferner, daß man den Hilfsdraht, sobald auch er sich mit dem Überzugsmetall überzogen hat, durch kurzes Eintauchen in verdünnte Salpetersäure immer wieder blank ätzt. Da Aluminium durch Salpetersäure nicht zerstört wird, wird es dem leicht an- greifbaren Zink und Magnesium vorgezogen.

Auch die nach dem Kontaktverfahren erzeugten Metallüberzüge genügen nur bescheidenen Ansprüchen und können an Schönheit und Haltbarkeit nicht wetteifern mit den durch äußere Stromarbeit erhaltenen. Allen diesen Verfahren haftet ferner der Nachteil an, daß sich die Zusammensetzung der Lösung ständig verändert.

70. Verkupferung. a) Hauchdünne Verkupferung auf Eisen und Stahl erzielt man durch kurzes Eintauchen in folgendes Bad: 5...10 g Kupfervitriol, 5...10 g Schwefelsäure, 1 l Wasser. Bei längerem oder zu häufigem Eintauchen bleibt die Verkupferung nicht haften.

Stahlfedern, Nadeln, Ösen, Nägel u. dgl. werden verkupfert, indem man dieses Bad auf das Zwei- bis Dreifache verdünnt, Sägespäne oder Kleie damit befeuchtet und mit dieser die Ware in eine hölzerne, rotierende Scheuertrommel einträgt.

b) Die Verkupferung von großen Zinkflächen kann durch Anstreichen mit einer Lösung aus 200 g Kupfervitriol, 1 l Wasser und 400 g Salmiakgeist (10%ig) erfolgen; die Lösung wird auf das fettfrei gemachte Blech mit kräftigem Pinsel aufgetragen, worauf mit Wasser nachgespült wird.

c) 150 g Seignettesalz (weinsaures Kaliumnatrium), 80 g Ätznatron (60%) werden in 400 cm³ Wasser gelöst, desgleichen in anderen 400 cm³ Wasser 30 g Kupfervitriol. Beide Lösungen werden vereinigt und auf 1 l verdünnt. Zink verkupfert sich in diesem Bade direkt, andere Metalle mit Zinkkontakt, besser noch mit Aluminium- oder Magnesiumkontakt.

71. Vermessingung. Autovoltmessingbad D.R.P 128 319 (erloschen). 15 g Ätznatron, 12,5 g Zyankalium, 10 g Zinkvitriol, 4 g Kupfervitriol, 1 l Wasser. Die 12,5 g Zyankalium können auch ersetzt werden durch 8 g Zyankalium + 4 g Pottasche. Die Lösung kann auch heiß angewendet werden und arbeitet gut mit Aluminiumkontakt.

72. Vernicklung: a) 100 g Nickelvitriol, 250 g Chlorammonium, 1 l Wasser werden zum Kochen erhitzt und die Waren (Kupfer oder Messing) mit Eisenfeilspänen, Zink oder Aluminium im Kontakt eingetaucht.

b) Kleine Gegenstände aus Kupfer oder Messing werden in einer Lösung aus 20 g Nickelammonsulfat und 10 g Zinkchlorid in 1 l Wasser unter Zusatz von Zinkgranalien etwa 10 min lang gekocht.

c) Ein Bad aus 13 g Nickelchlorür, 235 g Natriumphosphat, 20 g Ammoniumchlorid, 8 g Natriumkarbonat, 8 g Ammoniumkarbonat in 1 l Wasser wird mit Aluminium- oder Magnesiumkontakt angewandt.

73. Verzinkung von Kupfer und Messing. Eine Lösung von 200 g Ätznatron in 1 l Wasser wird mit Zinkstaub einige Zeit im Kochen gehalten, worauf die Ware eingebracht wird. Der Zinkstaub muß in genügender Menge vorhanden sein, so daß ein Teil davon durch Auflösung das alkalische Zinkbad bildet und der übrige, ungelöste Anteil als Kontaksubstanz wirkt.

74. Verzinnung. a) Bad nach Roseleur für Messing, Kupfer, Eisen und Zink: 15 g Ammoniakalaun, 2,5 g Zinnchlorür, geschmolzen, 1 l Wasser. Das Bad wird kochend angewandt.

b) Weißsud für Messing (vorzugsweise für Haken, Ösen, Stecknadeln). Eine Lösung von 40...50 g Weinstein in 1 l Wasser wird mit granuliertem Zinn, Stanniol oder dgl., die vorher durch Behandeln mit Lauge sorgfältig entfettet worden sind, etwa 1/2...1 h gekocht unter Ersatz des verdampfenden Wassers. Dann bringt man die zu verzinnenden Waren ein und setzt das Kochen fort, bis ein gleichmäßiger Zinnüberzug entstanden ist. Wichtig ist, daß eine genügende Menge von Zinngranalien in der Ware verteilt ist, die als Kontaktmetall dienen. Statt reinen Zinns können auch Legierungen aus Zinn mit 2...5% Kupfer verwendet werden. Man kann auch von vornherein ausgehen von einer Lösung aus 10 g Weinstein, 1 g Zinnchlorür in 1 l Wasser und das heiße Bad mit Zinngranalien und der Ware beschenken. Beginnt es träger zu arbeiten, so setze man 5...10 g Zinnsalz je Liter hinzu.

c) Zinnsud mit Zinkkontakt nach Hiller: 30 g Zinnchlorür krist., 60 g Ätznatron, 1 l Wasser. Das Zinnchlorür und das Ätznatron werden für sich in je 1/2 l Wasser gelöst; sobald die Ätznatronlösung erkaltet ist, wird die Zinnlösung in sie hineingegossen. In die Flüssigkeit werden Zinnabfälle eingetragen und die zu verzinnenden Waren eingebracht, worauf zum Kochen erhitzt wird. Rührt man nun mit einem Zinkstab um, so entsteht augenblicklich die Verzinnung.

d) Chemische Metallfärbung.

75. Grundsätzliches. Hierunter werden solche Verfahren verstanden, durch welche die äußerste Oberfläche eines Metalls unter Einwirkung von Chemikalien in eine festhaftende, farbige, wasserunlösliche Metallverbindung umgewandelt wird. Als Beispiele natürlicher Metallfärbung können die bekannten Anlaufschichten dienen, die auf allen technischen Metallen und sogar dem Silber bei Berührung mit der Luft freiwillig entstehen; indessen sind sie mitunter (z. B. Aluminium) kaum sichtbar, in anderen Fällen (z. B. der Rost des Eisens) bröckeln sie ab, und in der Mehrzahl der Fälle, vielleicht mit einziger Ausnahme der Patina auf Kupfer, sind sie unansehnlich. Die künstliche Metallfärbung ermöglicht die Hervorrufung der verschiedensten Farbtöne und verdeckt durch sie den grellen Glanz der Metalle, was oft aus kunstgewerblichen oder praktischen Gründen erwünscht ist.

76. Vor- und Nachbehandlung. Die Metallgegenstände müssen auf das sorgfältigste gereinigt sein. Zu beachten ist, daß die Färbäder gleichmäßig auf die Oberfläche einwirken, also bei Anstreichverfahren gleichmäßig in dünner Schicht aufgetragen werden, bei Eintauchverfahren gut durchmischt und nicht zu klein sind, so daß alle Teile des eingetauchten Gegenstandes mit Lösung von gleicher Konzentration und Temperatur in Berührung kommen.

Wichtig ist auch die Behandlung nach der Färbung. Die gefärbten Metallgegenstände müssen zunächst gründlich mit viel reinem Wasser gespült werden, damit die in den Poren, Spalten und in sonstigen Hohlräumen des Gegenstandes verbliebenen Reste der Chemikalien völlig entfernt werden. Das Nachtrocknen geschieht in harzfreien und erwärmten Sägespänen. Wenn nötig, stellt man die Gegenstände noch mehrere Stunden in einen geheizten Trockenschrank.

Die Gegenstände müssen dann meist noch mit Bürsten oder Drahtbürsten gekratzt oder poliert werden.

In vielen Fällen ist nun noch ein Schutzüberzug nötig, der die Färbung vor der Einwirkung der Luft, der Feuchtigkeit, allerlei schädlicher Gase, wie Schwefelwasserstoff usw., vor der Berührung mit schweißigen Fingern u. dgl. schützt. Massenartikel werden meist gefirnißt, lackiert oder zaponiert, feinere Färbungen mit Öl, das natürlich säurefrei sein muß, abgerieben oder gewachst. Man kann das Wachs schwach anwärmen, mit einer Bürste darüberstreichen, und nun das an der Bürste haftende Wachs auf den gleichfalls schwach angewärmten Metallgegenstand auftragen und verreiben. Oder man erweicht das Wachs durch Anfeuchten mit Benzin oder Terpentinöl, oder man verwendet eine der unter Nr. 78 beschriebenen Mischungen.

77. Einfluß der Metallbeschaffenheit. Zu beachten ist, daß die Farbschicht selbst nur dünn ist, und daß ihre Schönheit und Gleichmäßigkeit in hohem Grade von der Beschaffenheit der Metallschicht abhängt, auf der sie erzeugt ist. Es ist nicht gleichgültig, ob diese gegossen, gewalzt oder elektrolytisch entstanden ist; bei Legierungen ist natürlich auch ihre Zusammensetzung von Einfluß. Da elektrolytische Metallschichten wegen ihres gleichmäßigen Gefüges zur Färbung besonders geeignet sind, werden sie oft als Hilfsmittel angewandt; dasselbe gilt von der Streichverkupferung.

78. Wachsmischungen für schützende Überzüge. a) 1 Teil Bienenwachs, in 15 Teilen Benzin oder Benzol gelöst. Die Lösung wird mit dem Pinsel aufgetragen oder mit einem Zerstäuber aufgespritzt und dann mit der Bürste verarbeitet.

b) 1 Teil Kernseife, 3 Teile japanisches Wachs und 20 Teile Wasser läßt man zusammen kochen und rührt während des Erkaltes um.

1. Färbungen von Eisen und Stahl.

79. Anlauffarben auf Stahl und anderen Metallen. Bekannt ist die Beurteilung des Nachlassens von gehärtetem Stahl nach den Anlauffarben. In vielen Fällen handelt es sich aber auch darum, solche Anlauffarben möglichst gleichmäßig auf der Oberfläche von Metallgegenständen besonders aus Eisen und Stahl zu erzeugen. Sie entstehen durch Bildung dünner Oxydschichten.

Die Farbe hängt von der Dicke der Oxydschicht ab, die Erzeugung eines gleichmäßigen Farbtons setzt also voraus, daß der Gegenstand ganz gleichmäßig erwärmt wird und überall gleichmäßig mit der Luft in Berührung ist. Gute Reinigung und Entfettung der Oberfläche ist deshalb vor dem Anlassen unbedingt notwendig.

Kleine Gegenstände können über einer Gas- oder Spiritusflamme angelassen werden, oder man legt sie auf eine durch Kohlenfeuer erhitzte Eisenplatte oder in eine Blechtrommel, die über Kohlen- oder Gasfeuer gedreht wird. Für Massenfertigung hat man besondere Öfen mit mechanisch angetriebenen Trommeln. Gleichmäßiger wird die Erhitzung im Sand- oder Luftbad (Anlaufkasten). Besondere Wirkungen erzielt man, indem man den Gegenstand an bestimmten Stellen mit einem leichten Fettüberzug versieht, wodurch diese in der Anlauffarbe hinter den fettfreien Stellen zurückbleiben, oder indem man den nicht bis zum Blau angelassenen Gegenstand mit einer Stichflamme stellenweise stärker erhitzt. Endlich kann man den gleichmäßig angelassenen Gegenstand teilweise mit einem Ätzgrund decken, von den nicht gedeckten Stellen die Oxydschicht mit verdünnter Salpetersäure oder starkem Essig wegätzen und hierauf den Ätzgrund mit Benzol u. dgl. wieder ablösen. Der Ätzgrund kann auch aufgedruckt werden.

Hat die richtige Temperatur genügende Zeit gewirkt bzw. ist die gewünschte Farbe erschienen, kühlt man die Ware schnell ab in Wasser oder unter Umständen in Öl.

Anlauffarben. Jeder Anlauffarbe entspricht eine bestimmte Temperatur.

Anlauffarbe	Temperatur	Anlauffarbe	Temperatur	Anlauffarbe	Temperatur
mattes Hellgelb	220°	gelbbraun	255°	starkes Purpur	285°
hellgelb	225°	beginnendes	265°	dunkelblau	295°
strohgelb	235°	Rotbraun	275°	hellblau	310°
dunkelgelb	245°	purpurrot		grau	325°

Es ist jedoch zu bemerken, daß nicht nur die Höhe der Temperatur, sondern auch die Zeitdauer der Einwirkung von Einfluß auf die sich bildende Farbe ist, in der Weise, daß höhere Temperatur und kürzere Dauer ähnlich wirkt wie niedrigere Temperatur und längere Dauer.

Anlauffarben durch besondere Bäder. Da die Anlauffarben durch Erwärmung allein in Gleichmäßigkeit und Stärke höheren Ansprüchen nicht genügen können, unterstützt man das Anlaufen wohl durch besondere Bäder, Öl- oder Salzäder.

So erhält man ein tiefes Schwarzblau durch Eintauchen in siedendes Leinöl. Zum Bläuen benutzt man viel ein Salpeter- oder ein anderes Salzbad; der Salpeter bewirkt dabei nicht nur eine gleichmäßige Erwärmung, sondern wirkt selbst oxydierend; manche setzen, um dies zu befördern, noch Mangansuperoxyd zu. So wird zum Anlassen von Stanzteilen aus weichem SM-Band-eisen in den Farben blau, braun oder grau, so daß sie den Hochglanz

behalten, folgende Arbeitsweise empfohlen: Die von Öl und Fett befreiten Gegenstände werden in ein Salpeter-Braunstein-Bad gebracht, das mit Pyrometer versehen ist, und hierin bis zum Entstehen der gewünschten Anlaßfarbe erwärmt. Siebe können hierbei zur Aufnahme der Teile dienen. Anfangs ist die Farbe durch wiederholtes Auf- und Niedertauchen zu beobachten und dann durch schnelles Abkühlen in Wasser festzuhalten. Die verbrauchte Zeit gibt für die Folge den genauen Anhalt. Die Behälter für das Schmelzbad werden aus Flußeisen gefertigt und am gleichmäßigsten durch Gasfeuerung beheizt.

80. Blaufärben von Stahl und Eisen. a) Stahlblaue Färbungen können nach dem in Nr. 100 beschriebenen Lüstersud (Blausud) erhalten werden.

b) Die blaue, sog. Wasserfarbe der Büchsenläufe wird erzielt, indem der Büchsenlauf hinreichend erhitzt und dann mit Blutstein abgerieben wird, bis die gewünschte Farbe erscheint.

81. Braunfärben von Eisen und Stahl (Brünieren): Grundsätzliches. Das Eisen kann durch Oxydation in rötliche bis braune oder schwarze Verbindungen umgewandelt werden. Dadurch, daß man diese auf künstlichem Wege nebeneinander hervorrufft, entstehen verschiedene Braunfärbungen, deren Tönung durch Einlagerung anderer Stoffe noch weiter verändert werden kann. Der Ausdruck „Brünieren“ wird auch häufig für die Färbungen des Eisens im weitesten Sinne, also nicht nur für die Braunfärbung verwendet; hier soll er auf diese beschränkt werden.

82. Brünieren von Eisen und Stahl mit Chloriden. a) Eisenchloridbeize nach Beutel: 15 g Eisenchlorid werden in 1 l Wasser oder denaturiertem Spiritus gelöst. Die Lösungen werden recht dünn aufgestrichen, man läßt sie eintrocknen und mehrere Stunden wirken, bürstet den Rostanflug ab und wiederholt das Verfahren so oft, bis eine haltbare, gleichmäßige Brünierung eintritt, worauf man gut abspült, trocknet und ölt, wachst oder firnißt.

b) Viel gebrauchte Brünierbeize: 15 g Eisenchlorid, 30 g Eisenvitriol, 12 g Kupfernitrat werden in 1 l Wasser gelöst; um besseres Benetzen der zu brünierenden Gegenstände zu erzielen, wird oft auch etwas Spiritus zugesetzt.

c) Ein sehr bekanntes Mittel zum Brünieren ist das Antimonchlorür oder die Spießglanzbutter, das sogenannte englische Brüniersalz bzw. seine salzsaure Lösung. Man stellt durch Erwärmen und Umrühren eine innige Mischung von etwa 1 Gewichtsteil Antimonchlorür und 3 Teilen Olivenöl her, nach einer anderen Vorschrift eine Mischung von 10 Teilen der salzsauren Lösung des Antimonchlorürs (Liquor stibii chlorati) mit 1 Teil Olivenöl. Diese Mischung reibt man mit einem Leinenlappen auf und läßt die Gegenstände etwa einen Tag stehen. Der sich bildende Rost wird abgerieben oder abgebürstet und das Verfahren so oft wiederholt, bis eine gute, gleichmäßige Brünierung erfolgt ist. Die Brünierung wird manchmal mit dem Polierstahl oder hartem Holze poliert, zuletzt mit Leinöl eingerieben oder mit einer über Wachs gestrichenen Bürste gewachst, zuweilen auch gefirnißt.

d) Nach Lintner brüniert man mit einer durch inniges Verreiben hergestellten Paste von 3 Teilen Zinkchlorid und 2 Teilen Olivenöl.

e) Zum Brünieren von Gewehrläufen werden diese im polierten und entfetteten Zustande an einem warmen Ort mit einem Brei eingerieben, bestehend aus 2 Teilen Antimonchlorür, 2 Teilen kristallisiertem Eisenchlorid, 1 Teil Gallussäure und 4 Teilen Wasser. Danach wird in starker Wärme getrocknet, worauf abgerieben und mit einem wollenen Tuch poliert wird. Nötigenfalls muß das Verfahren wiederholt werden; zum Schluß kann mit Olivenöl oder Wachs überrieben werden.

83. Schwarzfärben von Eisen: Grundsätzliches. Die Vorgänge sind ganz ähnlich denjenigen, die sich beim Brünieren des Eisens abspielen; nur wird hier die Bildung des schwarzen Eisenoxyduloxydes begünstigt und die schwarze Färbung durch Einlagerung von Kohlenstoff oder Kupferoxyd vertieft.

84. Abbrennen mit Öl. Man überzieht die Gegenstände recht gleichmäßig mit einer dünnen Schicht von Leinöl, Leinölfirnis oder Mineralöl und erhitzt bei abgestelltem Wind über einem Holzkohlenfeuer oder gut durchgebranntem Koksfeuer, wobei die Ölschicht anfangs verkohlt und schließlich verbrennt. Das Verfahren muß mehrmals wiederholt werden; bei erneutem Aufstreichen des Firnisses reibt man jedesmal mit einem trockenen Lappen ab. Zuletzt erhitzt man schwächer und reibt den Gegenstand mit einem mit Leinölfirnis getränkten Lappen ab. Um schöne und gleichmäßige Überzüge zu erhalten, wird die Ware vor dem Abbrennen zweckmäßig durch Scheuern entzündert oder überhaupt aus dekapiertem Blech gefertigt.

Andere bearbeiten die über einem Kohlenfeuer erhitzten Gegenstände mit in Leinöl getränkten Stahldrahtbürsten. Kleinere Gegenstände werden auch in Leinöl getaucht; man läßt sie abtropfen und erhitzt sie stark in einem Eisenblechtopf.

Kleine Eisengegenstände trägt man mit einer Mischung von 10 Teilen trockenen Sägespänen und 1 Teil Leinöl in eine Trommel aus Eisenblech, die über einem Kohlen- oder Gasfeuer langsam gedreht wird. Oder man erhitzt die Teile in einer mechanisch umgetriebenen Trommel in einem Ofen auf etwa 400° und stürzt sie dann in ein Ölbad.

Schwarzfärben von Gesenkschmiedestücken. Gesenkschmiedestücke erhalten ein sauberes schwarzes Aussehen, wenn man sie nach sorgfältiger Entfernung des Zunders dunkelrot nochmals schlägt und dabei mit Wasser anfeuchtet. Eine schöne dunkle Farbe bekommen sie dabei, wenn man statt Wasser Öl nimmt.

Schwarzfärben von Eisenteilen im Großbetrieb. Ozokerit wird in einem Kessel geschmolzen und auf etwa 100° erhitzt. Die vorher blank gescheuerten Eisenteile taucht man in die geschmolzene Masse, läßt gut abtropfen und hält sie über ein Kohlenfeuer, bis der Ozokerit entflammt. Nach dem Erlöschen der Flamme zeigt das Eisen einen festhaftenden schwarzen Überzug, der auch gegen die Einwirkung von Luft und Wasser und selbst Säuren und Alkalien sehr gut schützt.

85. Schweizerschwarz. Die Lösungen zur Herstellung dieser Schwarzfärbung des Eisens, die viel für Uhrengehäuse verwendet wird, sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Bäder für Schwarzfärbungen des Eisens.

Nr. des Rezeptes	Wasser	Alkohol	Salpeteräther	Salzsäure	Salpetersäure	Eisenchlorid	Kupferchlorid	Quecksilberchlorid	Wismutchlorid	Antimonchlorid	Chlorammonium	Eisenvitriol	Kupfervitriol
I	1000	100	—	120	—	—	20	40	20	—	—	—	—
II	1000	100	—	100	—	—	20	50	25	—	—	—	—
III	1000	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—
IV	1000	—	10	—	15	—	—	4	—	30	—	50	20
V	1000	90	—	—	5	35	—	—	—	—	—	—	—
VI	1000	30	—	—	20	75	—	—	—	—	—	—	5
					(v. 26° Bé)	Lösung							
						(v. 30° Bé)							
VII	1000	50	—	—	—	15	—	—	—	—	—	30	12
VIII	1000	50	—	—	75	150	—	—	—	—	—	—	30

Wogrinz („Das Metall“, 1914, Heft 1) empfiehlt folgende Beize: 70 g kristallisiertes Eisenchlorür, 10 g Eisenchlorid und 2 g Quecksilberchlorid werden in 1 l Wasser gelöst, der Lösung dann noch einige Tropfen Salzsäure zugefügt. Das Eisenchlorür darf nicht zu stark verwittert sein, so daß die Lösung nach dem Absitzen des sie bräunlich trübenden Eisenhydroxyds, das dem festen Eisenchlorür anhaftet, eine zwar lichte, aber doch kräftige gelbgrüne Färbung zeigt.

Die Eisen- oder Stahlwaren (Stahl wird, wenn möglich, durch Erhitzen nachgelassen) werden blank geschmirgelt bzw. sorgfältig geschliffen und mit Wiener Kalk zum Zwecke der Entfettung tüchtig abgebürstet. Gegenstände, die mit dem Sandstrahlgebläse mattiert werden, braucht man natürlich nicht zu entfetten. Nach sorgfältigem Abspülen und Trocknen streicht man nun die Beize mit einem ziemlich ausgedrückten Schwämmchen, Lappchen oder Wattebausch ganz dünn und gleichmäßig auf und läßt sie an einem warmen Ort, am besten in einem auf etwa 100° erwärmten Trockenschrank, wirken, wozu mindestens 20...30 min erforderlich sind; manche lassen die Beize mehrere Stunden wirken. Bei richtigem Auftragen der Beize müssen sich die Eisengegenstände ganz gleichmäßig mit einer braunroten Rostschicht bedecken, die nirgends Höcker und Krusten oder Flecke bilden soll. Man überzeugt sich durch Bürsten mit einer nassen, weichen Stahldrahtbürste (etwa 0,06 mm Drahtdurchmesser und 1000 U/min), ob die Rostschicht gleichmäßig gut haftet, und wiederholt die Behandlung mit der Beize so lange, bis dies der Fall ist.

Nunmehr werden die Gegenstände unmittelbar in reinem Wasser gekocht oder besser erst der Einwirkung von Wasserdampf ausgesetzt. Dieses Dämpfen dauert etwa 20...30 min, worauf man sie weitere 20 min in kochendes Wasser selbst bringt. Die Rostschicht geht dabei in schwarzes Eisenoxyduloxyd über. Es wird nun abermals gekratzt und das Verfahren zwei- bis dreimal wiederholt, worauf man auf einer heißen Platte oder im Trockenschrank gut trocknet. Zuletzt kratzt man trocken, wobei der Überzug einen gleichmäßigen, tiefschwarzen Glanz annehmen muß, und zieht durch heißes Leinöl, dessen Überschuß natürlich zu entfernen ist, oder ölt mit Waffenöl.

86. Inoxydieren von Gußeisen. Darunter versteht man die Erzeugung einer festhaftenden Schicht von Eisenoxyduloxyd auf Gußeisen durch unmittelbare Einwirkung von Heizgasen bei einer Temperatur von etwa 800...900°.

Die Gegenstände (Kandelaber, Ornamentstücke, Töpfe usw.) werden auf eisernem Schlitten in einen Flammofen gefahren, wo sie 15...20 min einer oxydierenden und 20...30 min einer reduzierenden Flamme von Generatorgas abwechselnd ausgesetzt werden. Die Oberfläche der Ware soll möglichst rein und das Heizgas möglichst staubfrei sein; nur dann erhält man reine blauschwarze Töne, während sonst mißfarbige graue bis rötliche Färbungen entstehen. Der durch Zugmesser zu beobachtende Gasdruck im Ofen soll möglichst niedrig sein, ebenso der Gehalt des Verbrennungsgases an freiem Sauerstoff; auch die Bildung von Stichflammen muß vermieden werden (z. B. beim Übergang von der Reduktions- zur Oxydationsperiode), weil hierdurch die Inoxydschicht leicht abspringt. Zum Schluß wird die Beschickung möglichst langsam aus dem Ofen herausgezogen. Die Ofentemperatur wird zweckmäßig durch Meßinstrumente kontrolliert; bei etwa 900° zeigt die Inoxydschicht den besten Farbton und den höchsten Glanz; bei höherer Temperatur bildet sie Blasen und blättert ab.

87. Schwarzfärbung von Eisen in Schmelzflußbädern. a) Ein solches Verfahren, Eisen schwarz zu färben, ist das Eintauchen in ein geschmolzenes Gemisch von 4 Teilen Ätznatron und 1 Teil Salpeter. Statt dieses Schmelzflusses kann man auch geschmolzenes Kalium- oder Natriumnitrit (salpetrigsaures Kalium

oder Natrium) oder Gemische von Nitrit und Nitrat (Salpeter) verwenden (siehe Zeitschrift „Das Metall“, 1914, S. 451). Für gehärtete Stahlteile sind diese Schmelzflüsse natürlich nicht anwendbar.

b) Zu den Verfahren, bei denen das Eisen in eine schmelzflüssige Masse eingetaucht wird, gehört auch das von Prettnner erfundene *Orthomanverfahren*. Es wird hierzu eine Schmelze verwendet, die aus Alkalichromat und Chromsäure oder Alkalisalzen der Polychromsäuren besteht. Da die Salze leicht Sauerstoff beim Schmelzen abgeben, dürfen die Bäder nicht überhitzt werden. Gegenüber dem Beizen mit wässerigen Lösungen bieten die Schmelzbäder den Vorzug, daß die Oxydschichten schon in einigen Minuten entstehen.

88. Schwarzfärbung mit vorhergehender Verkupferung. Die Gegenstände werden sorgfältig gereinigt, am besten mit einem feinen Sandstrahl mattiert und dann in eine Verkupferungsflüssigkeit getaucht. Hierzu genügt schon eine mit Schwefelsäure schwach angesäuerte Kupfervitriollösung, z. B. 5...10 g Kupfervitriol und 5...10 g Schwefelsäure auf 1 l Wasser. Kleine Eisenteile kann man verkupfern, indem man dieses Bad auf das Zwei- bis Dreifache verdünnt, Sägespäne damit befeuchtet und mit diesen die Ware in eine hölzerne, umlaufende Scheuertrommel einträgt (s. auch Nr. 70, Verkupferung). Hierauf wird mit heißem Wasser gut gespült und dann mit einer Schwefelleberlösung durch Eintauchen oder auch durch Bepinseln schwarz gefärbt. Hierzu verwendet man zweckmäßig eine Lösung von 6 g Schwefelleber und 20 g Salmiaksalz (Chlorammonium) in 1 l Wasser. Nach dem Schwarzfärben wird gut gespült, am besten in heißem Wasser, dann in Sägespänen getrocknet. Zur Nachbehandlung empfiehlt sich eine Auflösung von Asphaltlack in Cumol, die sich mit dem Pinsel äußerst fein verteilen läßt, rasch trocknet und nicht den Eindruck einer Lackierung erweckt. Der Asphaltlösung kann man auch noch einen feinen Farbstoff, z. B. Umbra, Kienruß oder Kasseler Braun, beimischen, um den Farbton zu verändern und die Wirkung der Färbung noch zu steigern. Mit einer solchen Farbe kann man auch kleine Fehlstellen decken; zu dem Zweck kann man auch der Asphaltlösung neben Farbstoff etwas Feinsilberschliff beimischen.

89. Schwarzfärbung von Eisen durch Tanninbeize. a) Oft genügt ein wiederholtes Bestreichen mit einer Lösung aus 1 g Tannin und 1 g Weinsäure in 500 cm³ Wasser; nach jedesmaligem Bestreichen läßt man an der Luft trocknen.

b) Gemäß D.R.P. 368548 (erloschen) wird ein Bad benutzt, das Gallussäure und Pikrinsäure und überschüssiges Alkali (Natronlauge, Kalilauge, Soda) enthält, d. h. soviel von diesem, daß rotes Lackmuspapier durch die Lösung blau gefärbt wird. Die Lösung wird nur mäßig erwärmt und liefert in einem einzigen Arbeitsgange eine Schwarzfärbung von größter Tiefe. Das Verfahren ist namentlich für empfindliche Gegenstände wie Uhrfedern, Präzisionsteile, Meßwerkzeuge, Schneidwerkzeuge usw. geeignet.

90. Schutzüberzüge aus Phosphaten auf Eisen und Stahl (Phosphatierung). Die Verfahren beruhen darauf, daß Eisen- und Stahlteile in kochenden Bädern behandelt werden, die Phosphorsäure-Phosphat-Lösungen enthalten. Dadurch entstehen festhaftende, in dem Metall selbst verwurzelte Phosphatschichten, die nichtleitend und wasserunlöslich sind, daher das Rosten erschweren und durch nachträgliches Ölen, Paraffinieren, Lackieren einen hervorragenden Rostschutz bei schöner Oberflächenwirkung bilden. Hierher gehören das Parker-Verfahren in seinen verschiedenen Ausführungsformen und das Atrament-Verfahren.

91. Parker-Verfahren. Die Oberfläche der zu behandelnden Ware muß metallisch rein sein; bearbeitete Stücke bedürfen nur einer Entfettung; mit Hammerschlag, Rost, Zunder behaftete Teile müssen durch Beizen, Trommeln

oder Sandstrahlen gereinigt werden. Dann wird die Ware für $\frac{1}{2}$...1 h in das kochende Bad eingebracht, das durch Auflösen von Parkersalz oder Parkerlösung (primäres Manganphosphat, hergestellt und vertrieben von der Metallgesellschaft A.-G., Frankfurt a. M.) bereitet wird. Sofort beginnt eine kräftige Wasserstoffentwicklung an der Metalloberfläche; sie wird in dem Maße geringer, wie die Parkerschicht sich bildet, und hört schließlich ganz auf, womit der Arbeitsvorgang beendet ist. Die Stücke werden gespült, gut getrocknet und zeigen dann ein mattgraues bis dunkelgraues Aussehen. Wichtig ist die Innehaltung der Badtemperatur von möglichst 98°. Der Verbrauch an Parkersalz bzw. Parkerlösung beträgt 60 bzw. 120 g je m² bei gesandeter Oberfläche; er ist bei geringerer Badkonzentration kleiner, liefert dann aber auch entsprechend dünnere, weniger korrosionsfeste Schutzschichten. Um einer Verarmung vorzubeugen, muß das Bad von Zeit zu Zeit entsprechend dem Durchsatz aufgefrischt werden.

Die Schicht besteht aus einem Gemisch von sekundärem und tertiärem Mangan-Ferro-Phosphat, haftet fest auf dem Untergrund und soll ein mattes, feinkristallines Aussehen zeigen. Bei ihrer geringen Schichtstärke (0,005...0,01 mm) stellt sie noch keinen Rostschutz an sich dar, sondern dient als schwer rostbarer Untergrund und verbesserter Haftgrund für Öl-, Paraffin- und Lackschichten, deren Lebensdauer durch die Parkerschicht wesentlich vergrößert wird. Die Maßhaltigkeit von Gewindeteilen wird durch die Phosphatierung nur in sehr geringem Grade verändert, so daß ein Nacharbeiten der Gewinde nicht erforderlich ist.

Am besten eignen sich zur Parkerung solche Eisensorten, die leicht zum Rosten neigen; hochlegierte Stähle sind schwer zu parkern. Groben mechanischen Beanspruchungen ist die Parkerschicht nicht gewachsen; so machen stärkere Biegungen die Schicht rissig, und Dehnungen über 2% lassen den Korrosionsschutz stark sinken, dgl. Temperaturen über 400°.

Aus diesem Grundverfahren sind mehrere weitere Verfahren entwickelt worden, die teils eine Abkürzung der Behandlungsdauer, teils die Vermeidung von Tauchbädern bezwecken.

Parker-Verfahren II: Das Bad wird mit Parkerlösung II (Zinkphosphatlösung) in gleicher Weise wie bei dem Grundverfahren angesetzt und betrieben. Die Behandlungsdauer bei diesen Bädern beträgt nur 20...30 min. Die erzeugten Parkerschichten sind sehr feinkristallinisch. Das Verfahren wird vorzugsweise für die Behandlung von Präzisionsteilen angewendet, die eine sehr große Maßhaltigkeit verlangen.

Bonder-Verfahren: Das Bonderbad wird mit zwei Lösungen — Bonderlösung A und E — angesetzt. Die Arbeitsweise des Bades ist die gleiche wie bei dem Grundverfahren. Durch die besondere Zusammensetzung der Bonderlösung wird erreicht, daß die Phosphatschichten innerhalb 3...5 min ausgebildet werden, trotzdem wird der gleiche Korrosionsschutz erreicht wie bei den Parker-Verfahren. Die ausgebildeten Phosphatschichten sind sehr feinkristallinisch. Das Verfahren wird vorzugsweise für die Behandlung von Blechteilen in der Massenfertigung angewendet.

Antox-Verfahren: Es handelt sich hierbei um ein Spritzverfahren, bei dem eine Phosphatlösung auf Stahl- und Eisenteile aufgespritzt wird. Die Lösung geht mit dem Untergrund in Reaktion. Antox bindet vorhandenen Oberflächenrost und erzeugt gleichzeitig eine dünne Phosphatschicht, die als Brücke zwischen Lack und Metall dessen Haftfähigkeit und Lebensdauer verbessert. Es wird für sperrige Eisen- und Stahlblechverkleidungen angewendet.

92. Atrament-Verfahren (I.G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.). Das Bad wird durch Auflösen von 3,5 kg Atramentol (= 2,5 l) in je 100 l Leitungs-

wasser bereitet und für den Gebrauch auf 98° (bzw. zum Sieden) erhitzt. Kleine Stücke, wie Schrauben, Bolzen usw., legt man in eine Trommel, die im Bade langsam umläuft (1 U/min); sperrige und große Stücke werden an Drähten oder in Drahtkörben eingehängt. Die Atramentierung ist beendet, wenn die Gasentwicklung an der Ware aufhört, und dauert etwa $\frac{1}{2}$...1 h, verzögert sich jedoch, wenn die Badkonzentration abnimmt. Die Kontrolle des Bades erfolgt durch Titrieren mit n/10-Natronlauge: Man füllt 10 cm³ der Badflüssigkeit in ein Becherglas und fügt 3...4 Tropfen einer Phenolphthaleinlösung hinzu; nun läßt man aus einer Bürette soviel n/10-Natronlauge zulaufen, bis die Farbe der Lösung nach schwach rosa umschlägt. Bei einem frisch bereiteten Bade der oben angegebenen Konzentration verbrauchen 10 cm³ Badflüssigkeit etwa 16 cm³ n/10-Natronlauge; folglich entspricht 1 cm³ n/10-Natronlauge einer Menge von $2500 : 16 = 156$ cm³ oder $3500 : 16 = 218$ g Atramentol. Werden bei der Prüfung eines gebrauchten Atramentolbades zur Titration von 10 cm³ Badflüssigkeit nur etwa 12 cm³ n/10-Natronlauge verbraucht, also 4 cm³ weniger als bei dem frischen Bade, dann müssen dem Bade für je 100 l Inhalt $4 \times 156 = 624$ cm³ oder $4 \times 218 = 872$ g Atramentol zugefügt werden, um die ursprüngliche Konzentration wiederherzustellen. Beim Gebrauch entsteht eine geringe Menge feinen Schlammes, der sich auf der Heizschlange und dem Boden des Bottichs ablagert und von Zeit zu Zeit entfernt werden muß.

Die atramentierten Waren werden getrocknet: entweder bei der Entnahme aus dem heißen Bade ohne besondere Mittel oder in Trockenschränken oder auf Trockentischen. Um ihnen ein gleichmäßiges und ansprechendes Aussehen zu geben, werden sie geschwärzt und leicht eingeölt. Die Schwärzung erfolgt durch Eintauchen in eine etwa 70° warme Lösung von Atramentschwarz W in Wasser (5 : 100) oder durch Aufstreichen einer gebrauchsfertigen Lösung von Atramentschwarz L. Das Ölen kann bei kleineren Stücken mit einer Zentrifuge, bei größeren durch Abwischen mit einem ölgetränkten Lappen geschehen. Statt der Ölung kann jeder andere Farb- oder Lackanstrich oder Einbrennlack aufgetragen werden. Die Atramentschicht bildet eine vorzügliche Haftfläche für sie und verhindert eine Unterrostung.

2. Färben von Kupfer und Kupferlegierungen.

93. Grundsätzliches. Unter den technischen Metallen ist Kupfer dadurch ausgezeichnet, daß seine Verbindungen die verschiedensten Farbtöne aufweisen. Es bildet ein rotes Oxydul, ein schwarzes Oxyd, braun- bis blauschwarze Sulfide und hellblaue bis patinafarbige Verbindungen verschiedener Zusammensetzung. Auch hier kann die Nuancierung dadurch noch weiter getrieben werden, daß in die Oberfläche gleichzeitig noch andere färbende Bestandteile eingelagert werden. So entstehen bei Anwendung von übermangansaurem Kalium durch seine Zersetzung tiefbraune Flocken von Braunstein; enthält die Farbbeize gleichzeitig Höllenstein (Silbernitrat), so scheidet sich in der Farbschicht auch schwarzbraunes Silber und Silberoxyd ab; ähnlich können auch dunkle Nickelverbindungen an der Färbung teilhaben, wenn Nickelsulfat in der benutzten Lösung enthalten war.

Am gleichmäßigsten, schönsten und sichersten entstehen die Färbungen auf einer elektrolytisch erzeugten Kupferschicht; erheblich abweichend können sich Kupferlegierungen verhalten. Aber dadurch, daß man die zu veredelnden Waren durch Elektrolyse, Tauchen oder Streichen, zunächst verkupfert, hat man die Möglichkeit, alle Vorteile der Kupferfärbung auch auf die übrigen Metalle zu übertragen.

94. Rotfärbung mit geschmolzenem Kalium- oder Natriumnitrit. Technisches Natriumnitrit wird in einer Eisenblechschale geschmolzen und auf einem starken Feuer bis zur beginnenden Rotglut erhitzt. Die zu färbenden Gegenstände werden, an einem Draht befestigt, etwa $\frac{1}{2}$ min in den hochoerhitzten Salzfluß eingetaucht. Sie können hierauf unmittelbar in kaltes Wasser geworfen werden, wodurch das anhaftende, sehr leicht lösliche Nitrit von der Oberfläche entfernt wird.

95. Schwarzbrennen. Am bekanntesten ist das Schwarzbrennen mit salpetersaurem Kupfer. Die Phys.-Techn. Reichsanstalt empfiehlt folgenden Ansatz der Schwarzbrenne: 600 g Kupfernitrat werden in 200 cm³ destilliertem Wasser gelöst, worauf die Lösung von 2,5 g Silbernitrat in 10 cm³ destilliertem Wasser zugesetzt wird. Die gut gereinigten Gegenstände werden mit der Schwarzbrenne bepinselt und an einem mäßig warmen Ort getrocknet. Der nun gleichmäßig grün erscheinende Gegenstand wird dann mit einer Zange gefaßt und solange über eine Flamme oder über glühende Kohlen gehalten, bis der grüne Überzug durch Zersetzung dunkel geworden ist. Durch reichliches Auftragen der Brenne bzw. durch mehrfaches Wiederholen des Verfahrens erzielt man tiefschwarze Töne. Soweit das Kupferoxyd nicht fest haftet, wird es durch Reiben oder Bürsten entfernt. Zum Schluß kann geölt oder gewachst werden. Wegen der stärkeren Erhitzung eignet sich diese Schwarzbrenne nicht für weichgelötete Ware.

96. Persulfatverfahren. Ein von Groschuff in der Phys.-Techn. Reichsanstalt ausprobiertes Schwarzfärbeverfahren ist das Persulfatverfahren (Deutsche Mechaniker-Ztg. 1910), bei dem der Schmelzpunkt des Weichlots nicht überschritten wird.

Für die Herstellung und den Gebrauch der alkalischen Persulfatbeize gibt Groschuff folgende Vorschrift: Man erhitzt eine passende 5%ige Natronlauge in einem geeigneten Gefäß aus Glas, Porzellan, Steinzeug oder emailliertem Eisen auf 100°, fügt 1% gepulvertes Kaliumpersulfat hinzu und taucht das an einem Draht befindliche Metallstück ein, wobei eine Sauerstoffentwicklung sichtbar wird. Der zu beizende Gegenstand ist in dem heißen Bade so lange hin- und herbewegen, bis die gewünschte schwarze Farbe erreicht ist, was bei kleinen Stücken gewöhnlich innerhalb 5 min geschieht. Sollte die Sauerstoffentwicklung vorher aufhören, so ist von neuem 1% Kaliumpersulfat zuzusetzen.

Der zunächst sammetartig aussehende Gegenstand wird in kaltem Wasser gespült, darauf mit einem weichen Handtuch getrocknet und abgerieben; er erscheint dann tiefschwarz mit mattem Glanz. Bei Nichtgebrauch ist die Lauge gut verschlossen aufzubewahren, um sie nach Möglichkeit vor Anziehung von Kohlensäure aus der Luft zu schützen.

Bei Anwendung auf Kupferlegierungen ist meist eine etwas längere Beizdauer erforderlich als bei Kupfer; in der Regel genügen 5...10 min.

97. Kaliumpermanganatbeize. Nach Buchner erhält man mit einer warmen wässerigen Lösung von 2% Kupfervitriol und 0,5% Kaliumpermanganat rasch ein schönes Braun, nach Groschuff in wesentlich konzentrierteren Lösungen einen gleichmäßigen, mattgrauschwarzen Überzug.

Groschuff empfiehlt eine Lösung von 12 g Kupfervitriol und 1,5 g Kaliumpermanganat in 100 cm³ Wasser in einem geeigneten Gefäß aus Glas, Porzellan, Steinzeug oder emailliertem Eisen auf 100° zu erhitzen und den an einem Kupferdraht befestigten zu färbenden Gegenstand in der erhitzten Lösung so lange hin und her zu bewegen, bis die gewünschte Färbung erreicht ist, was bei kleineren Gegenständen in etwa 10 bis 15 min der Fall ist. Der Gegenstand kommt sammetartig braun aus dem Bade, nach dem Abspülen in kaltem Wasser und Trockenreiben mit einem weichen Tuch erscheint er mattgrauschwarz (schiefergrau) und rau.

98. Schwarz- und Braunfärbungen durch Bildung von Schwefelkupfer. Am meisten verwendet werden Lösungen von Schwefelleber (Hepar sulfuris), z. B.

a) 10 g Schwefelleber in 1 l Wasser (Schwefellauge nach Beutel). Kleinere Gegenstände werden an Drähten in die auf ungefähr 80° erwärmte Lösung eingetaucht, größere mit der Lösung übergossen oder abgebürstet. Nach etwa 1...2 min erhält man eine braune, nach 4 min eine blauschwarze Färbung. Nach dem Spülen und Trocknen mit warmen Sägespänen kann man die Höhen mit feinem Bimssteinpulver abreiben; man erhält dann das sog. Altkupfer oder Cuivre fumé.

Auf Messing und Tombak erhält man grünlichbraune, gelbbraune und rotbraune Färbungen; besser färben sich aber Kupfer-Zink-Legierungen, wenn man sie abwechselnd in die Lauge und in stark verdünnte Säure (Vorbeize oder mit alter Gelbbrenne angesäuertes Wasser) taucht bzw. abwechselnd mit der Lauge und der Säure abbürstet. Die Säure entwickelt Schwefelwasserstoff und beschleunigt dadurch die Färbung.

b) Häufig nimmt man die Schwefellauge etwas konzentrierter, z. B. 20 g Schwefelkalium auf 1 l Wasser, oder man setzt Ammoniumsalze oder einige Tropfen Ammoniak zu. So wird z. B. empfohlen 6 g Schwefelleber und 20 g Chlorammonium (Salmiaksalz) auf 1 l Wasser oder 15...25 g Schwefelleber und 2,5...3 g Ammoniak (Salmiakgeist) auf 1 l Wasser, oder 2 g Schwefelleber, 2 g Chlornatrium (Kochsalz) auf 1 l Wasser; auch kohlen-saures Ammonium wird von manchen statt Chlorammonium oder Ammoniak der Schwefellauge zugesetzt.

c) Tiefer schwarz werden die Schwefelfärbungen, wenn man die Gegenstände vorher schwach verquickt; dies geschieht durch Eintauchen in eine ganz schwache, mit einigen Tropfen Salpetersäure versetzte Lösung von Quecksilbernitrat (höchstens 1:10) oder eine mit etwas Zyankalium versetzte Lösung von Zyanquecksilberkalium.

99. Schwarzfärben von Messing. Während die vorstehenden Beizen meist für Kupfer und Kupferlegierungen anwendbar sind, wenn auch die erzielte Färbung meist nicht die gleiche ist, ist die nachstehende, viel angewendete Beize nur zum Schwarzfärben von Messing und stark vermessingten anderen Metallen brauchbar.

Man löst in 1 l Ammoniak (Salmiakgeist) 200 g kohlen-saures Kupfer. Die Lösung ist tiefblau gefärbt und muß kühl und gut verschlossen aufbewahrt werden. Schwächer gewordene Beize kann zwar durch Zugabe von starkem Ammoniak und kohlen-saurem Kupfer aufgefrischt werden; doch ist zu empfehlen, die Beize immer nur in der erforderlichen Menge frisch zu bereiten.

Die Messinggegenstände werden in die kalte oder schwach angewärmte Beize unter ständiger Bewegung eingetaucht. Sie färben sich in der kalten Beize in 1...4 min, in der auf 30° erwärmten Beize schon in wenigen Sekunden tiefblauschwarz. Des starken Geruchs wegen unterläßt man das Anwärmen meist und arbeitet unter einem Abzug.

Sehr kupferreiches und sehr kupferarmes Messing färbt sich in der Beize nicht tiefschwarz.

Das verwendete Ammoniak soll möglichst stark sein (25%, sp. G. 0,9), das kohlen-saure Kupfer möglichst frisch gefällt (aus Kupfervitriollösung durch Zugabe von Sodalösung) verwendet werden. Man kann zwar auch schwächeren Salmiakgeist (10%, sp. G. 0,96) und nur 100 g kohlen-saures Kupfer, auch käufliches kohlen-saures Kupfer (Bergblau) verwenden, doch ist dann die Wirkung weniger stark, und die Beize wird schneller erschöpft.

100. Lüstersud. Gewöhnlich verwendet man ein Bad aus 124 g Natriumthiosulfat + 38 g Bleiazetat in 1 l Wasser, um bei Temperaturen von 80...95° Messing in verschiedenen Lüsertönen, Kupfer dunkelblau bis chromfarben, Zink bronzeeartig und Eisen stahlblau zu färben. Indessen hat das Arbeiten bei der hohen Temperatur den Nachteil, daß es kaum möglich ist, einen bestimmten Farbton festzuhalten; einigermaßen befriedigend werden außer den Endfarben nur die Blautönungen erreicht (daher auch „Blausud“ genannt). Bei 80° und der oben angegebenen Badzusammensetzung wird auf Messing Ms 63 ein Dunkelblau in 50 s erhalten. Die Färbung wird durch eine dünne Schicht von Bleisulfid gebildet; wird jedoch die Thiosulfatmenge gegenüber dem Bleiazetat zu klein, so tritt keine Blaufärbung ein. Nach G. Gross (D.R.P. 612728, Metallkunde 1935, S. 238) kann durch geringfügige Änderung der Badzusammensetzung ein Arbeiten bei niedrigerer Temperatur ermöglicht werden; infolgedessen zersetzt sich das Bad nicht so schnell, und man ist in der Lage, nicht nur reinere Farbtöne zu erzielen, sondern auch allerlei Übergangsfärbungen in kräftigen, leuchtenden Tönen festzuhalten. Ein Bad z. B. aus 240 g Natriumthiosulfat, 25 g Bleiazetat und 30 g Weinstein in 1 l Wasser liefert auf Ms 63 die Blaufärbung bei 20° in 12 min, bei 30° in 4 min, bei 40° in 1,3 min, bei 50° in 40 s. Doch lassen sich bei 30° auch schöne reine Farbtöne in Goldgelb, Kupferrot, Violett, Chromfarben, Nickelfarben und Rotgrau erhalten. Durch die Senkung der Temperatur sind die Sulfidteilchen feiner im Korn und verankern sich gut im Grundmetall, so daß gutes Haftvermögen und eine Schichtdicke von mehreren μ (2...3,5 μ) erzielt wird.

3. Färben von Zink.

101. Grundsätzliches. Das Zink selbst bildet nur schmutziggraue Anlaufschichten; gefärbt wird es namentlich in braunen und schwarzen Tönen, zu deren Hervorrufung eine dünne Verkupferung dient. Natürlich kann das Zink auch auf elektrolytischem Wege verkupfert bzw. vermessingt und dann den Färbverfahren für diese Metalle unterworfen werden.

102. Braunfärben von Zink. Eine Lösung von 60 g Kupfervitriol, 60 g stärkstem Salmiakgeist und 27 g Salmiaksalz in 1 l Wasser wird, wenn nötig, mehrmals dünn aufgebürstet. Die entstehende braune Verkupferung dunkelt in kurzer Zeit erheblich nach.

103. Streichverkupferung für Zink. Die für Braunfärbung des Zinkes angegebene Lösung ohne Zusatz des Salmiaksalzes wird mit einem Schwamme aufgetragen und angebürstet, wonach sofort gründlich gespült wird. Der entstehende dünne Kupferüberzug färbt sich an der Luft bald braun.

104. Schwarzbeize für Zink. Ein schönes, tiefes Schwarz erzielt man, wenn man die entfetteten Gegenstände mit feinem Sand und verdünnter Salzsäure scheuert, mit reinem Wasser spült, mit fettfreiem Lappen oder heißen Sägespänen trocknet und mit einer Lösung von 125 g Kupfervitriol, 60 g chlorsaurem Kalium in 1 l Wasser abbürstet. Ist die gewünschte Färbung erreicht, so spült und trocknet man gut und überbürstet schließlich mit einer über Wachs gestrichenen Bürste.

4. Färben von Aluminium.

105. Grundsätzliches. Unter den technischen Metallen ist das Aluminium am schwierigsten zu färben. Dies liegt zum Teil daran, daß es an geeigneten farbigen Aluminiumverbindungen fehlt, zum Teil auch an der Schwierigkeit, festhaftende Metallüberzüge auf Aluminium zu erzeugen. Am besten gelingt die unmittelbare Vernicklung auf galvanischem Wege, und diese kann benutzt werden, um nachträglich Kupfer oder Messing darauf niederzuschlagen. Auf diesem Umwege

gelingt es dann, alle Färbungen, deren diese Metalle fähig sind, auf das Aluminium zu übertragen. In neuerer Zeit ist man besonders bestrebt gewesen, widerstandsfähige Schichten auf dem Aluminium zu erzeugen, die zum Schutze des darunterliegenden Metalls dienen sollen; diese Schutzschichten haben ihre besonderen Farbtöne, können aber auch leicht als Untergrund zur Aufnahme anderer Färbungen dienen. Darüber hinaus ist es aber auch gelungen, gewisse Färbungen unmittelbar auf dem Metall hervorzurufen.

106. Eloxal-Verfahren (Elektrolytisch oxydiertes Aluminium). Hierunter wird eine Reihe von Arbeitsweisen zusammengefaßt, in denen auf Aluminium durch anodische Oxydation in geeigneten elektrolytischen Bädern sehr fest haftende und widerstandsfähige Schutzschichten erzeugt werden. Als Elektrolyt dienen meist mehr oder weniger verdünnte Säuren, wie Chromsäure, Oxalsäure, Schwefelsäure, denen je nach dem beabsichtigten Zweck noch besondere Zusätze von Salpetersäure, Kaliumsulfat, Malonsäure oder Glycerin gegeben werden; z. B. verwendet man eine 3...10⁰/₀ige Oxalsäurelösung mit einem oxydierend wirkenden Zusatz von Chromsäure bis zu etwa 0,1⁰/₀ bei Temperaturen von 20...40⁰. Da die auf der Ware entstehende Oxydschicht schlecht leitet, geht die Badstromstärke nach einem kurzen Stromstoß bald zurück und macht eine Erhöhung der Spannung erforderlich. Wegen der isolierenden Wirkung der Oxydschicht wird der Stromdurchgang allmählich auf die weiter zurückliegenden Flächenteile geleitet, so daß auch auf profiliertem Ware die Schutzschicht gleichmäßig ausgebildet wird. Fremdmetalle, wie Kupfer und Zink, stören, wenn sie als eingebaute Teile (Nieten o. dgl.) oder als Legierungsbestandteile in hohem Gehalt vorliegen. Darum sind auch Lötverbindungen störend, während sachgemäß ausgeführte Schweißnähte nicht hinderlich sind. Die Elektrolyse selbst kann sowohl mit Gleichstrom als auch Wechselstrom durchgeführt werden; im zweiten Fall kann als Gegenelektrode ein ebenfalls zu eloxierender Gegenstand dienen; bei Gleichstrom, oft auch bei Wechselstrom, besteht die Gegenelektrode aus einem durch den Elektrolyten nicht angreifbaren Werkstoff. Das Eloxieren kann nicht nur nach dem meist üblichen Eintauchverfahren in ruhenden Bädern durchgeführt werden, sondern auch nach dem Spritzverfahren, wobei der Elektrolyt ständig aus einer Düse gegen die zu eloxierende Fläche gespritzt wird, oder nach dem Durchlaufverfahren, das eine kontinuierliche Verarbeitung von Drähten, Bändern u. dgl. ermöglicht. Bei der Arbeit wächst in das Metall eine Schicht von Aluminiumoxyd hinein, die je nach den Arbeitsbedingungen von mehr oder weniger Aluminiumhydroxyd durchsetzt ist. Da das Aluminiumoxyd selbst die Härte des Korundes (9 der Härteskala nach Mohs) annehmen kann, hat man es in der Hand, weichere, elastische, saugfähige bis zu glasharten, sehr dichten und wenig saugfähigen Schichten zu erzeugen und damit ihre Art und Güte dem jeweiligen Zweck anzupassen.

Für das Verfahren sind außer Reinaluminium und den damit platierten Metallen alle praktisch vorkommenden Aluminiumlegierungen von Standardcharakter geeignet. Doch muß man sie in zwei Gruppen trennen: Gattung I (umfassend die Cu-freien, Si-armen Legierungen auf Magnesium- und Mangangrundlage, wie Aldrey, Anticorodal, Hydronalium, KS-Seewasser, Pantal usw.) vermag ebenso wie Reinaluminium Schutzschichten höchster Härte und Verschleißfestigkeit anzunehmen. Bei Gattung II (mit Kupfer und anderen Schwermetallen, auch hohem Si-Gehalt, wie Aludur, Duralumin, Y-Legierung, Lautal, Silumin usw.) sind die Schichten im allgemeinen weniger hart und verschleißfest, erhöhen aber auch hier die chemische Beständigkeit. Die meist anzuwendende und technisch brauchbare Schichtstärke liegt zwischen 0,02 und 0,04 mm, so daß in den meisten Fällen die Maßhaltigkeit nicht gefährdet wird.

Die wichtigsten Vorzüge der Eloxal-Veredlung sind: Unlösbar feste Verbindung mit dem Grundmetall, hohe Härte und Verschleißfestigkeit, chemische Beständigkeit gegenüber zahllosen Einwirkungen, hervorragende ästhetische Wirkung, zumal die Schicht in Matt und Hochglanz sowie in vielen Farbtönen erzeugt werden kann; hohe elektrische Isolierfähigkeit, gepaart mit Unverbrennlichkeit und höchster Hitzebeständigkeit; hohes Strahlungsvermögen, das besonders für Wärmeaustauschapparate wichtig ist.

Nachweis von Lohn-Eloxal-Anlagen, Lizenzvergebung und Beschaffung der Einrichtung für Eigenanlagen erfolgt in Deutschland durch die Firmen: Siemens & Halske A.-G., Abteilung Elektrochemie, Berlin-Siemensstadt, und Langbein-Pfanhauser-Werke A.-G. in Leipzig O 5, Torgauer Str. 76. Auskünfte erteilt ferner die Aluminiumzentrale G. m. b. H., Abt. Elektrotechnik, Berlin W 9, Potsdamer Str. 23a.

107. Seo-Foto-Verfahren (Siemens-Elektro-Oxydation). Die nach diesem Verfahren auf Aluminium erhältliche Oxydschicht ist zur Aufnahme lichtempfindlicher Stoffe geeignet und kann den in der Photographie üblichen Vorgängen der Belichtung, Entwicklung, Fixierung, Tonung ohne weiteres oder mit geringen Abänderungen unterworfen werden. Das Seo-Foto ist, da es nur aus anorganischen Stoffen besteht, absolut lichtbeständig, wetter-, wasser- und feuerfest und geeignet zur Herstellung von Schildern aller Art, Zifferblättern, Skalen für Meßinstrumente, Karten und Plänen, Dokumenten, Bildern, Nachbildungen von Holz- und Steinmasuren u. dgl.

108. Schutzüberzüge auf Aluminium nach dem MBV-Verfahren (Modifiziertes Bauer-Vogel-Verfahren, ausgebildet von dem Erftwerk in Grevenbroich-Niederrhein, wo auch das MBV-Salz erhältlich ist). Die Gegenstände können im allgemeinen ohne besondere Vorbereitung behandelt werden; nur aufgebrannte Ölfilme oder starke Oxydschichten müssen zuvor mechanisch oder chemisch entfernt werden. Die Bäder enthalten etwa 60 g MBV-Salz je Liter und werden im Sieden oder nahe bei Siedetemperatur gehalten. Zur Aufnahme der Lösung dienen Behälter aus Schwarzblech, Emaille, Steinzeug oder Holz. Die zu schützenden Gegenstände werden für wenigstens 5 min in dem Bade belassen, bis sie mit einer grauen Farbe überzogen sind; dann folgt gründliches Spülen mit Wasser und Trocknen. Da der Vorgang mit Entwicklung von Wasserstoffgas verbunden ist, dürfen offene Flammen in der Nähe des Badspiegels nicht vorhanden sein. Soll die Innenfläche eines Aluminiumgerätes den MBV-Schutz erhalten, so bringt man zunächst klares Wasser darin zum Sieden und trägt erst dann das MBV-Salz ein, wodurch ein gleichmäßiges Aufziehen der Schutzschicht erreicht wird. Das Verfahren eignet sich für Reinaluminium und alle kupferfreien Aluminiumlegierungen; darum stören auch Lötstellen, während richtig ausgeführte Schweißnähte keine Schwierigkeiten bereiten. Bei großen Flächen kann statt der Lösung ein Brei aus 10 Teilen Natriumchromat, 4 Teilen kalzinierter Soda, 4 Teilen Ätzkali und 10...15 Teilen Wasser benutzt werden, der bei Zimmertemperatur mit Pinsel oder durch Spritzen aufgetragen, gegebenenfalls schwach angewärmt und nach 10...15 min mit Wasser abgespült wird. 10 l MBV-Lösung reichen zur Behandlung von etwa 30 m² Oberfläche aus, so daß der Schutz von 1 m² Oberfläche etwa 3 Pfg. an Stoffkosten erfordert.

Die Schutzschicht ist hell- bis dunkelgrau und je nach der Oberflächenbeschaffenheit der zu behandelnden Ware matt bis hochglänzend; sie verträgt stärkste Formänderung des Metalls durch Schlagen, Biegen oder Walzen, ist aber empfindlich gegen Reibung. Sie bildet einen guten Haftgrund für Einbrennlacke, kann aber auch durch Imprägnieren mit Wasserglas und nachfolgendes Glühen mit einer offenen Flamme dicht und hart gemacht werden.

109. Braune bis schwarze Schutzschicht gegen Seewasser (Frh. von Grotthuß D.R.P. 324 619, erloschen). Der Niederschlag wird auf galvanischem Wege in wenigen Minuten aus einem Bade erzeugt, das 20 g molybdänsaures Ammonium in 2 l Wasser, 20...25 cm³ konzentriertes Ammoniak und soviel Schwefelwasserstoff enthält, daß die Lösung tiefdunkelrot wird. Das Bad arbeitet bei 60° mit 3...4 V Badspannung und 1 A/dm² Stromdichte mit einer Anode aus Zinkblech. Der Niederschlag besteht aus Molybdänoxyd und Molybdänsulfid und haftet so fest, daß er das Walzen verträgt; er wird hierbei stahlblau bis schwarzblau.

110. Färben von Aluminium und seinen Legierungen. Die nach dem Eloxal- (s. Nr. 106) oder MBV-Verfahren (s. Nr. 108) erhältlichen Schutzüberzüge weisen schon an sich besondere Farbtöne auf, können darüber hinaus aber auch zur Aufnahme von Farben und farbbildenden Stoffen dienen. Jedoch können auch ohne diese Zwischenschichten auf einfachem unmittelbarem Wege Färbungen erzielt werden nach einem von Vollrath und Lahr angegebenen Verfahren. Als Färbebad dient eine bis zu 25 g Kaliumsulfid K₂S im Liter enthaltende Lösung, die mit geringen Mengen Morin, Alizarin oder Vanadinsulfat als färbenden Mitteln versetzt und bei 80...90° angewandt wird. Die Gegenstände bleiben 1/2 h und länger darin. Auch Lösungen von Kaliumpermanganat mit oder ohne Zusatz von Kupfersulfat oder Mangansulfat liefern goldgelbe bis dunkelbraune Färbungen, die allerdings geringere Haftfestigkeit zeigen als die im K₂S-Bade erzielten. Nachstehend einige Vorschriften:

Kalium- sulfid g je l	Vanadin- sulfat g	Kalium- bichromat g	Alizarin g	Morin g	Kalium- perman- ganat g	Kupfer- sulfat g	Mangan- sulfat g	Farbton
25	—	—	—	1	—	—	—	goldgelb
25	—	—	1	1	—	—	—	goldbraun
25	0,5	0,5	1	—	—	—	—	kaffeebraun
25	—	0,5	1	0,5	—	—	—	Zwischenfarbe von 2 und 3
25	—	0,3	1	—	—	—	—	rot
25	1	5	1	—	—	—	—	samtbraun
25	3	—	—	2	—	—	—	goldgelbbraun
25	1	—	—	—	—	—	—	braunschwarz
—	—	—	—	—	20	5	—	bronzeton
—	—	—	—	—	20	—	5	Messingfarbe, dunkelbraun
—	—	—	—	—	20	—	—	goldgelb

e) Schutz- und Zieranstriche.

111. Grundsätzliches. Es ist schon darauf hingewiesen worden, daß viele Metallfärbungen zur Haltbarmachung mit wasserabstoßenden Mitteln wie Wachs oder Öl eingerieben werden müssen; bei vielen anderen kommt die Schönheit des Farbtones erst durch einen durchsichtigen und glänzenden Überzug zur Geltung; in noch anderen Fällen kann der vorhandene Grundton durch farbige und durchsichtige Überzüge verändert werden. Endlich lassen sich durch undurchsichtige farbige Anstriche selbst schöne und dauerhafte Dekorationen auf Metall ermöglichen. Die wichtigsten Hilfsmittel zur Erzielung dieser Wirkungen sind für die Metalltechnik die Ölfarben und Lacke.

112. Ölfarben. Man versteht darunter innigste Mischungen aus pulverförmigen Farbkörpern und trocknenden Ölen; jene haben die Aufgabe, den Untergrund zu verdecken und den gewünschten Farbton zu liefern; diese sollen durch

den Trockenprozeß sich in ein elastisches, trockenes Häutchen umwandeln, durch welches das Farbpulver auf der Unterlage befestigt wird.

Als trocknendes Öl kommt namentlich das Leinöl in Betracht. Sein Trockenprozeß beruht darin, daß es, in dünner Schicht der Luft dargeboten, allmählich Sauerstoff aus dieser aufnimmt und chemisch bindet unter Umwandlung in ein festes elastisches Häutchen. Dieser Trockenvorgang erfordert für das Leinöl bei gewöhnlicher Temperatur mehrere Tage und wird durch Erniedrigung der Temperatur verzögert, durch ihre Steigerung beschleunigt. Ein besonderes Verfahren zur Abkürzung der Trockendauer beruht darin, daß man in dem Leinöl unter Erhitzen sog. Sikkative auflöst, das sind gewisse Verbindungen des Bleies, Mangans oder Kobalts, durch deren Gegenwart der Trockenvorgang bei gewöhnlicher Temperatur auf etwa 12 h abgekürzt wird. Das mit solchen Zusätzen versehene Leinöl wird Leinölfirnis genannt.

Unter Standöl (Dicköl) versteht man ein unter Durchblasen von Luft erhitztes Leinöl; es wird durch das Blasen dickflüssiger und durch das Erhitzen von seinem natürlichen Gehalt an Wasser und Schleimstoffen befreit. Zum Zweck dieser Reinigung pflegt man auch die Firnisse heiß zu bereiten. Besonders geeignet zur Firnisbereitung ist auch das Holzöl, das in sehr wasserundurchlässiger und harter Schicht trocknet.

Herstellung der Ölfarbe: Das Farbpulver wird zunächst mit wenig Firnis oder Leinöl zu einem gleichmäßigen, dicken Brei verrieben, was am bequemsten mit der Farbreibmaschine geschieht; dann verdünnt man mit Firnis bis zur Streichfähigkeit. Soll der Anstrich besonders dünn und mager ausfallen, so kann ein Teil des Firnis auch ersetzt werden durch Verdünnungsmittel, wie Terpentin, Benzin, Benzol, die Leinöl und Firnis auflösen können, aber an der Luft verdunsten.

Bei der Anwendung der Ölfarbe ist zu beachten, daß jeder Anstrich dünn aufgetragen wird und daß jeder folgende Anstrich erst ausgeführt werden darf, wenn der vorhergehende vollkommen trocken ist.

113. Lacke. Sie werden in der Feinmetalltechnik besonders häufig als Dekorationsmittel angewandt. Es sind Lösungen harzartiger Trockensubstanzen wie Kopal, Kolophonium, Bernstein, Dammar, künstlicher Harze, Asphalte, Zelluloid u. dgl.; durch Verdunsten des Lösungsmittels bleibt die gelöst gewesene Lacksubstanz in gleichmäßiger, zusammenhängender Form als Film zurück. Als Lösungsmittel dienen je nach der Art der Lacksubstanz z. B. Spiritus, Benzin, Terpentinöl, Benzol usw.; da diese beim Trocknen der Anstriche sich leicht verflüchtigen, nennt man derartige Lacke auch flüchtige Lacke oder, da zum Trocknen schon das Stehen an der Luft ausreicht, Luftlacke oder, da zum Trocknen schon die gewöhnliche Temperatur bzw. eine gelinde Erwärmung auf 40...50° ausreicht, Kaltlacke.

Die Lacklösungen können aber auch mit trocknenden Ölen (z. B. Leinöl, Firnis, Standöl) gemischt sein. Der Trockenprozeß derartiger Lacke ist verwickelter, indem einmal das Lösungsmittel verdunsten, dann aber noch das zugesetzte Öl durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft trocknen muß. Derartige Lacke nennt man auch Lackfirnisse, fette Lacke oder Öllacke. Oft ist es notwendig, daß diese Öllacke zur Erzielung ihrer besten Eigenschaften einer höheren Temperatur ausgesetzt werden müssen (100...160° und darüber); man nennt sie dann zum Unterschied von den Kaltlacken Ofenlacke.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Hauptgruppen beruht also im Trocknungsvorgang. Eine Einteilung der Lacke nach ihrer Zusammensetzung liefert folgende Gruppen: 1. Öllacke, die bereits genügend gekennzeichnet

sind; 2. Asphaltlacke, die Asphalte allein oder daneben noch Harze als Grundlage enthalten, im übrigen aber sowohl als luft- wie als ofentrocknende zusammengesetzt sind; 3. Spirituslacke, die aus einer Lösung von Schellack und anderen Harzen in Spiritus bestehen und außer auf Holz und Leder namentlich auch als feine Industrielacke für Metalle verwendet werden; nicht selten sind sie mit Lavendel- oder Rosmarinöl parfümiert und werden dann Vernis genannt, weshalb man das Überziehen mit einem durchsichtigen Spirituslack auch allgemein als Vernieren bezeichnet. 4. Zelluloselacke, die Zelluloseverbindungen als Trockensubstanz enthalten; so werden die Zaponlacke aus Zelluloid bzw. aus Kollodiumwolle hergestellt und die Zellonlacke aus Zelluloseazetat; derartige Lacke haben den Vorzug, ganz gleichmäßig zu verlaufen und einen härteren und dauerhafteren Überzug als die Spirituslacke zu liefern; doch sind die Zaponlacke und Nitrozelluloselacke leicht brennbar, während die Zellonlacke nicht feuergefährlich sind. Gegenüber den Öllacken haben sie den Vorzug einer kürzeren Trockenzeit und besseren Widerstandsfähigkeit bei gelegentlicher Beanspruchung durch Wasser, hingegen den Nachteil geringerer Haftfestigkeit auf dem Untergrund und schnelleren Versagens bei Überbeanspruchung. 5. Synthetische Lacke. Hierunter werden solche Lacke verstanden, die Kunstharze als Grundlage enthalten. Hier können 2 Arten unterschieden werden. a) Solche Erzeugnisse, die durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft härtbar sind. Sie sind durch gutes Trockenvermögen und große Haltbarkeit ausgezeichnet, haben aber geringere Füllkraft und Ausgiebigkeit als Öllacke. Sie sind besonders geeignet für Außenanstriche auf Holz und Metall, auch als Füll- und Spachtelmassen für Lackierung von Automobilen. b) Durch Wärme härtbare Erzeugnisse. Sie sind durch Lichtbeständigkeit, gutes Haftvermögen und große Hitzebeständigkeit ausgezeichnet und wandeln sich durch 1...2stündiges Erhitzen auf etwa 100...130° in unlösliche und unschmelzbare Überzüge um; sie dienen besonders zur Herstellung von Lacken für Öfen, Heizplatten, Reflektoren, Glühlampen usw. 6. Chlorkautschuklacke, d. s. dünnflüssige Lösungen von Chlorkautschuk (in Benzol, Toluol, Xylol, Solventnaphtha, Tetra, Tri, Butylazetat, Amylazetat, Hexalinazetat, Tetralin), die mit Farbpigmenten vermischt werden. Die streichfertigen Mischungen werden mit vollem Pinsel in flottem Tempo verstrichen und zeigen bereits nach 1 h beträchtliche Härte, doch lasse man vor dem Neuauftragen 24 h trocknen. Derartige Anstriche sind gegen Wasser, Alkohole, Glycerin, Benzin, Mineralöle, auch gegen Säuren und Alkalien gut haltbar, auch ausgezeichnet durch gutes Isoliervermögen gegen elektrische Ströme und durch Nichtbrennbarkeit; an der offenen Flamme verkohlt der Chlorkautschukfilm, ohne zu brennen. Zur Erzielung von Wetterbeständigkeit ist ein Gehalt an trockenem Öl (mindestens 50% vom Gewicht des Chlorkautschuks) zweckmäßig; auch für Harzzusatz sind Chlorkautschuklösungen verträglich. Handelsnamen für Chlorkautschuk sind z. B. Dartex, Pergut, Tegofan, Tornesit.

Die Lacke können aufgetragen werden durch Streichen, Tauchen oder Spritzen, doch muß die Zusammensetzung des Lackes der Arbeitsweise angepaßt sein. Zu achten ist besonders auf eine trockene und fettfreie Unterlage, da der Überzug sonst leicht irisiert oder gar abblättert. Während die Kaltlacke schon bei gewöhnlicher Temperatur trocknen oder nur mäßige Wärme (40...50°) zur Austreibung der letzten Reste des Lösungsmittels brauchen, erfordern die Ofenlacke wesentlich höhere Erhitzung; hierbei ist auf eine langsame Steigerung der Temperatur zu achten, um Blasenbildung im Überzuge zu vermeiden. Je öreicher die Lacke sind, um so notwendiger ist die Anwendung höherer Temperatur zur Beschleunigung des Trockenvorganges und zur Erhöhung des Haftens; zu fette Lacke werden hierbei leicht runzelig oder liefern eine Gänsehaut, namentlich,

wenn sie zu dick aufgetragen sind. Zweite und dritte Anstriche dürfen nicht aufgetragen werden, bevor die vorhergehenden völlig getrocknet und nötigenfalls mit feinem Schmirgel glattgeschliffen worden sind.

114. Spachteln. Soll ein rauher Grund mit einem glatten Anstrich aus Öl-farbe oder Lack versehen werden, so muß zuvor der Grund geebnet werden, was durch Ausfüllen der Vertiefungen mit einem geschmeidigen, erhärtenden Kitt, dem Spachtelkitt, und durch nachfolgendes Schleifen geschieht. Man unterscheidet Öl- und Lackspachtelkitt. Der erste kann bereitet werden aus Mischungen von Filling up (Schiefermehl), Bleiweiß und Kreide durch Zusammenkneten mit einem Gemenge aus 2 Teilen Leinölfirnis, 3 Teilen Terpentinöl oder Lackbenzin und 1 Teil guter Sikkativlösung. Lackspachtel werden von den Lackfabriken hergestellt und als Messer- oder Ziehspachtel in den Handel gebracht. Zum besseren Haften des Kittes wird der Grund zweckmäßig erst mit einer mageren Öl-farbe dünn gestrichen; nach dem Trocknen wird der Kitt mit der Spachtel, einer Handhabe aus elastischem Stahlblech oder Holz, in Hohlräume oder Unebenheiten eingedrückt und verstrichen. Durch Verdünnen der Messer- und Ziehspachtel mit Terpentinöl oder Lackbenzin kann man streich- und spritzfähige Spachtel erzeugen, die zum Grundieren ganzer Flächen dienen. Ein Ölspachtel soll in etwa 8 h, ein Lackspachtel in etwa 4...6 h durchtrocknen. Nach dem Trocknen wird mit Wasser und Bimsstein oder Sandpapier geschliffen und von neuem gespachtelt, bis der Grund genügend geglättet ist.

115. Spirituslack. a) 17 g Schellack, gebleicht, 6,6 g Körnerlack, 0,4 g venezianischer Terpentin, 76 g Spiritus (96%). b) 125 g Sandarak in 250 g Spiritus gelöst, dazu 20 g Kampfer und 35 g venezianischer Terpentin.

116. Öllacke. a) Überzugslack für Innenanstriche: Harzester 28 Teile, Standöl 34 Teile, Bleikobaltresinat 1 Teil, Lackbenzin 37 Teile. b) Überzugslack für Außenanstriche: Albertol 20 Teile, Standöl 41 Teile, Bleikobaltlinoleat 1 Teil, Terpentinöl 8 Teile, Lackbenzin 30 Teile.

117. Asphaltlacke (nach Prager).

a) Feiner Japanlack: 16 kg abgelagertes Leinöl werden bis zum Dicklichwerden mit 2 kg feinst gemahlemem Pariserblau, hierauf mit je 12 kg Bernsteinkolophonium und syrischem Asphalt versetzt, bis zum Flüssigwerden erhitzt und nach genügender Abkühlung mit 45 kg Terpentinöl verdünnt.

b) Ofentrocknender Asphaltlack: 30 kg syrischer Asphalt, 20 kg Ia. Leinölfirnis, 10 kg Leinölstandöl, 40 kg Terpentinöl.

c) Lufttrocknender Asphaltlack: 35 kg syrischer Asphalt, 7½ kg gerösteter Angolakopal, 5 kg Leinölstandöl, 60 kg Terpentinöl.

d) Tauchlack, schnelltrocknend: 28 kg syrischer Asphalt, 7 kg gerösteter Angolakopal, 5 kg Leinölstandöl, 60 kg Terpentinöl.

e) Ia. Asphaltlack: 20 kg künstl. Hartharz, 25 kg Gilsonitasphalt, 10 kg Leinöl oder Standöl, 2 kg Manganoxydhydrat, 43 kg Terpentinöl.

f) IIa. Asphaltlack: 40 kg Steinkohlenteerasphalt, 5 kg Leinölfirnis, 45 kg Rohbenzol.

g) IIIa. Asphaltlack: 55 kg Steinkohlenteerasphalt, 45 kg Steinkohlenteerdestillationsvorlauf.

h) Luft-Mattlack, schwarz: 20 kg syrischer Asphalt, 20 kg Kopalöl, wasserfreies, 10 kg Ia. Leinölfirnis, 10 kg Leinölstandöl, 40 kg Terpentinöl.

Der Asphalt sowie die Hartharze werden mit dem Öl in einem Kessel zusammen verschmolzen, nötigenfalls wird ein Trockenmittel (Sikkativ) zugesetzt, bis zur gleichmäßigen Lösung erhitzt, einigermaßen abkühlen gelassen und in

üblicher Weise mit dem Terpentinöl verdünnt. Bei den billigsten Eisenlacken werden einfach Asphalt und Pech unter Erhitzen verflüssigt, vom Feuer abgestellt und mit dem Verdünnungsmittel versetzt.

Um die Asphaltlacke, besonders die Grundlacke, schwärzer sowie deckender zu machen, pflegt man sie, bevor das Verdünnungsmittel dazu kommt, durch Zugabe von 2...3% Gasruß oder Flammruß nachzufärben. Zum Abtönen der Decklacke wird oft ein wenig Fettblau zugesetzt.

Eine größere Härte wird durch Mitverwendung von harten Harzen, wie Bernsteinkolophonium, Angola- oder Kaurikopal erreicht. Eine erhöhte Elastizität wird wie bei allen Öllacken durch erhöhte Ölzusätze oder durch Stearinpech erreicht. Die besten Asphaltlacke sind Ofenlacke, während die mageren als lufttrocknende Asphaltlacke gehandelt werden.

118. Zaponlacke (Zelluloidlacke) sind Lösungen von durchscheinenden Zelluloidabfällen oder von Kampher und Nitrozellulose in geeigneten Lösungsmitteln wie Azeton, Amylacetat, Äther-Alkohol, Essigäther usw. oder in Mischungen von ihnen. Oft werden Abfälle von der Zelluloidwarenfabrikation verwendet, z. B. alte photographische Filme, nur müssen diese zunächst von der anhaftenden photographischen Schicht durch Einlegen in heißes Sodawasser und Nachspülen mit warmem Wasser befreit werden. Wegen der leichten Entzündlichkeit sind offene Flammen in der Nähe zu vermeiden.

Z. B. werden 2 Teile farblose, durchsichtige Zelluloidabfälle in 22 Teilen Azeton gelöst; dann wird soviel Amylacetat zugefügt (etwa 78 Teile), bis eine gleichmäßige dickliche Lösung entstanden ist. Häufig gibt man noch einen Zusatz von 5% Amylalkohol, wodurch die milchige Trübung vermieden wird, die sonst leicht bei der Berührung der lackierten Fläche mit Wasser entsteht. Zum Färben des Lackes können die sog. Fettfarben oder auch besondere für Zaponlacke bestimmte käufliche Farbensenzen dienen. Im Handel sind unter dem Namen „Galvanolack“ auch Zaponlacke mit einem Zusatz von feinstem Blattmetallpulver, die als Ersatz für galvanische Überzüge dienen.

Zaponieren. Der Lack darf nicht zu dünn sein, da sonst ein buntes Schillern entsteht. Der Gegenstand muß völlig trocken sein, auch die Luft darf nicht zu feucht sein, weil sonst weißliche Trübungen auftreten können. In solchen Fällen empfiehlt sich ein geringer Zusatz von Amylalkohol; oft führt auch ein geringes Anwärmen des Gegenstandes oder des Lackes zum Ziel.

119. Nitrozelluloselacke. Während Zelluloidlösungen hochviskos sind und deshalb zu sehr dünnen Filmen trocknen, werden die Nitrozelluloselacke aus solchen Arten von Nitrozellulose (Kollodiumwolle) bereitet, die niedrigviskose Lösungen bilden, darum in höherer Konzentration angewandt werden können und zu einem dickeren Film eintrocknen. Als Maßstab für die Viskosität dient entweder die Ausflußgeschwindigkeit oder die Fallgeschwindigkeit einer kleinen Stahlkugel (2 mm Dm.) durch eine 25 cm hohe Flüssigkeitssäule, die aus der Kollodiumwolle durch Auflösen in Butylacetat bereitet ist. So erklären sich die Bezeichnungen: $\frac{1}{2}$ -Sek.-Wolle, 15-Sek.-Wolle usw. Auch durch Harzzusätze wird die Viskosität hochkonzentrierter Wollösungen wesentlich herabgesetzt, was besonders für Spritzlacke von Bedeutung ist. Einen wichtigen Bestandteil bilden ferner geeignete Weichmachungsmittel, welche die Aufgabe haben, dem trockenen Lackfilm die nötige Elastizität zu erteilen; sie sollen nach Möglichkeit auch die Entflammbarkeit herabsetzen und das Haftvermögen auf dem Untergrund erhöhen; sie müssen sowohl für die Nitrozellulose wie auch für die Harze gute Lösungsmittel sein. Beispiele: Kampher, Rizinusöl, Triphenylphosphat, Trikresylphosphat, Plastol, Palatinol, Mollit, Elaol, Plastolin. Zu

jedem Nitrozelluloselack gehört ferner ein Gemisch von Lösungs- und NichtlösungsmitteIn, das dem betreffenden Fabrikat angepaßt ist; als Verdünnung wird es mit dem fertigen Lack geliefert und dient dazu, den eingedickten Lack wieder auf die richtige Konsistenz zu bringen.

Nitrozelluloselack für Metalle:

I		II	
Nitrozellulose (niedrigviskos)	5,5 Teile	Nitrozellulose (hochviskos)	4 Teile
Butylazetat	35 „	Amylazetat	36 „
Butylalkohol	6 „	Spiritus (96 ⁰ / ₀)	20 „
Holzgeist	9,5 „	Toluol	40 „
Spiritus (96%)	5 „		
Benzin-Benzol (1 : 1)	38 „		
Trikresylphosphat	1 Teil		
Weißer Emaillack, mattglänzend, erste Güte:			
Zinkoxyd (Weißsiegel)	9 Teile	Butylazetat	17 Teile
Titanweiß	6 „	Butanol	8 „
Nitrozellulose (hochviskos)	2 „	Toluol	26 „
$\frac{1}{2}$ -Sek.-Nitrozellulose	9 „	Trikresylphosphat	4 „
Dammarlösung	19 „		

Die Dammarlösung wird bereitet, indem gepulvertes Dammarharz in einem Gemisch aus Azeton (15⁰/₀), Essigäther (15⁰/₀) und Benzol (70⁰/₀) gelöst und der Lösung nach gutem Schütteln Holzgeist zugesetzt wird, wodurch eine graue schleimige Masse ausfällt, von der die Lösung getrennt wird.

Eisblumenlack:

$\frac{1}{2}$ -Sek.-Wolle	4,5 Teile	Butylazetat	10,4 Teile
25-Sek.-Wolle	5,5 „	Amylazetat	3,8 „
Harnstoff	0,1 „	Toluol	36 „
Essigester	20 „	Harzesterlösung	17 „

Die Harzesterlösung wird bereitet durch Auflösen von Harzester in einem Gemisch aus 80 Teilen Toluol und 20 Teilen Butylazetat.

Als Verdünnungsmittel dient ein Gemisch aus Butylazetat + Essigester.

Schwarzer Kristallack:

Nitrozellulose	4 Teile	Toluol	14 Teile
Äthylglykol	2...4 „	Azeton oder	} 28 „
Butylazetat	20...22 „	Lösungsmittel E 13	
Alkohol	20 „	Lackschwarz	0,6 „
Azetanilid	8...8,5 „	Ruß	0,3 „

Bronzelack (Mixture):

Nitrozellulose	9,3 Teile	Butanol	18,8 Teile
Butylazetat	20,5 „	Toluol	30,3 „
Amylazetat	20,5 „	Rizinusöl	0,6 „

Hochglanzlack für Holz:

$\frac{1}{2}$ -Sek.-Wolle	16 Teile	Butylazetat	19 Teile
Albertol 82 G	12 „	Essigester	20 „
Rizinusöl	3 „	Alkohol	8 „
Trikresylphosphat	1 Teil	Butanol	8 „
Dibutylphthalat	1 „	Benzol	12 „

120. Entfernung getrockneter Ölfarbe von Metallteilen. Hierzu bieten sich verschiedene Wege: mechanisches Abreißen mit dem Sandstrahlgebläse, Abbrennen mit der Lötlampe oder Auflösen mit geeigneten Lösungsmitteln.

Als solche können heiße Laugen, z. B. Natronlauge oder Kalilauge, dienen, die imstande sind, durch Verseifung das getrocknete Öl zu lösen, aber nur dort verwendbar sind, wo die zu reinigenden Waren ohne Befürchtung einer Anätzung in die Lauge eingelegt werden können. Andere Lösungsmittel, die weder die Metalle noch Pinsel angreifen, sind: Terpentin, Schwebbenzin, Handelsbenzol und Rohkresol (letztenanntes wird im Handel auch als 90...100%ige rohe Karbolsäure bezeichnet). Man legt die Ware in die Flüssigkeiten ein oder streicht diese wiederholt auf die zu entfernenden Anstriche; sie kommen dadurch bald in solchen Zustand der Lösung, Quellung oder Erweichung, daß sie mit einem Lappen abgewischt werden können.

121. Entfernung von Politur und Lackanstrichen. Sie geschieht nach denselben Grundsätzen wie bei getrockneter Ölfarbe. Oft können, namentlich gewöhnliche Politur und Anstriche von Spirituslacken, schon mit Sodalösung oder Salmiakgeist entfernt werden; natürlich kann in diesem Fall auch mit Spiritus heruntergelöst werden; bei fetten Lacken finden dagegen die für Ölfarben angegebenen Lösungsmittel Anwendung.

f) Das Emaillieren.

122. Grundsätzliches. Unter Emaille (Email, Schmelz) versteht man ein leicht schmelzbares, meist undurchsichtiges, farbiges oder farbloses Glas, das zu Schutz- oder Dekorationszwecken auf Metalle, namentlich auf Eisenblech und Eisenguß, aufgeschmolzen wird. In ihrem Wesen gleicht sie vollkommen den Glasuren, die man auf Tonwaren aufzubrennen pflegt. Obwohl das Emaillieren einen ungeheuren Umfang angenommen hat, stellt es in dem weiten Rahmen der Oberflächenveredlung der Metalle ein verhältnismäßig enges Arbeitsgebiet dar, in dem die metallische Unterlage meist nur als mechanischer Träger für die Emailleschicht dient und nur selten an dem Zustandekommen der Oberflächenveredlung selbst teil hat. Bei richtiger Zusammensetzung weisen die Emailleüberzüge besondere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Beanspruchung auf und verdanken diesem Vorzuge ihre große Bedeutung für technische Apparaturen und Haushaltsgegenstände.

Die Rohstoffe für Emailen sind hauptsächlich: Feldspat, Quarz, Ton, Soda, Borax und Borsäure, Mennige und Bleioxyd, Flußspat und Kryolith, Knochenasche, Salpeter u. a. Aus diesen kann durch Zusammenschmelzen ein Glas erhalten werden, das man glühendflüssig in kaltes Wasser leitet, wodurch es granuliert, d. h. in ein grobkörniges Produkt umgewandelt wird. Dieses wird vermischt mit etwas Ton und färbenden Zusätzen (wie Zinnoxid für Weiß, Eisenoxyd für Gelb bis Rot, Kobaltverbindungen für Blau) und dann mit etwas Wasser in Trommelmühlen zu einem unfehlbar feinen, dicken Brei gemahlen. Durch Eintauchen, Aufstreichen oder Aufspritzen wird dieser auf den Gegenstand in gleichmäßiger Schicht aufgetragen. Nach dem Verdunsten des Wassers kommt die Ware in einen auf etwa 600...900° geheizten Ofen, in dem während ganz kurzer Zeit die einzelnen Teilchen des Pulvers miteinander zu einem glänzenden und fest haftenden Überzuge verschmelzen.

Beim unmittelbaren Aufbrennen weißer oder farbiger Emailen auf Eisen kann der in diesem enthaltene Kohlenstoff reduzierende Wirkungen ausüben und dadurch zu Farbenveränderung und Blasenbildung Veranlassung geben. Darum pflegt man auf das Eisen zunächst eine unansehnliche, aber fest

haftende „Grundglasur“ und erst auf diese die eigentliche Emaille, die „Deckglasur“, aufzuschmelzen. Dieses Verfahren gewährt den Vorteil, daß die Grundglasur in dem Ausdehnungsvermögen durch Wärme der metallischen Unterlage gut angepaßt werden kann, was besonders für solche Gegenstände wichtig ist, die im Gebrauch häufig erwärmt und abgekühlt werden. Das wichtigste Hilfsmittel hierfür ist der Gehalt an Kieselsäure; durch seine Steigerung sinkt das Ausdehnungsvermögen.

123. Grundglasur für Eisenblech. Sie kann nach folgendem Rezept zusammengeschmolzen werden:

Quarz	20,1 ⁰ / ₀	Natronsalpeter	5,0 ⁰ / ₀
Feldspat	25,1 ⁰ / ₀	Nickeloxyd	0,3 ⁰ / ₀
Borax	45,2 ⁰ / ₀	Kobaltoxyd	0,2 ⁰ / ₀
Flußspat	4,0 ⁰ / ₀		

124. Weiße Deckglasur für Eisenblech. Eine ungiftige (bleifreie) Weißglasur entsteht beim Einschmelzen von

Borax	23,0 ⁰ / ₀	Quarz	13,5 ⁰ / ₀
Feldspat	47,2 ⁰ / ₀	Soda	0,9 ⁰ / ₀
Kryolith	15,4 ⁰ / ₀		

Das granuliertete Produkt wird mit einem Zuschlag von 40⁰/₀ Wasser, 8⁰/₀ Ton und 7⁰/₀ Zinnoxid in der Kugelmühle vermahlen. Für Schilderemailen kann auch Bleioxyd mitbenutzt werden, wodurch an Borax gespart wird.

125. Grundglasur für Gußeisen. 50 Gewichtsteile Quarz und 25 Gewichtsteile Borax werden in einem eisernen Gefäß geglüht, bis die Masse gleichmäßig zusammengesintert ist. Sie wird nun in Stücke geschlagen und mit 100⁰/₀ Quarz und 50⁰/₀ Ton und Wasser fein gemahlen. Diese Glasur kommt beim Einbrennen auf Gußeisen gar nicht zum Schmelzen, sondern sitzt als poröser, aber sehr fest haftender Überzug darauf. Sie wird vor dem Auftragen der Deckglasur mit einem nassen Schwamm angefeuchtet.

126. Weiße bleihaltige Deckglasur für Gußeisen. Eine Schmelze aus:

Borax	30 Gewichtsteile	Mennige	20 Gewichtsteile
Feldspat	30 Gewichtsteile	Kryolith	15 Gewichtsteile
Quarz	20 Gewichtsteile	Salpeter	5 Gewichtsteile.

wird granuliert und unter Zuschlag von 7⁰/₀ Ton, 7⁰/₀ Zinnoxid und Wasser vermahlen.

127. Emaillieren von Eisenblechen ohne Grundglasur. Gemäß D.R.P. 585409 ist hierzu das Mineral Lepidolith (Lithionglimmer) besonders geeignet. Es wird aufs feinste gemahlen, mit Wasser angerührt, aufgestrichen und nach dem Trocknen bei etwa 1000° eingebrannt. Es entsteht eine fest am Eisen haftende, vollkommen undurchsichtige, hochglänzende Emailschiicht, die stoßfest und säurefest ist. Statt des natürlichen Minerals kann auch das synthetische Produkt benutzt werden.

g) Besondere Verfahren der Oberflächenveredlung.

128. Das Metallspritzverfahren nach Schoop. Es arbeitet nach dem Grundsatz der Spritzlackierung: das aufzuspritzende Metall wird mit einer Stichflamme oder durch elektrische Widerstandsheizung geschmolzen und sofort durch einen kräftigen Druckluftstrom zerstäubt und auf den zu überziehenden Gegenstand geschleudert. Ausgeübt wird es mit der Metallspritzpistole. Das zu zerstäubende Metall wird als Draht von hinten her in axialer Richtung eingeführt; ferner sind drei Druckschläuche an die Pistole angeschlossen; der eine führt das Heizgas, der zweite den zu seiner Verbrennung erforderlichen Sauerstoff und der dritte

die zur Zerstäubung und Herausschleuderung des geschmolzenen Metalls nötige Druckluft. Durch diese wird gleichzeitig eine in die Pistole eingebaute Turbine betrieben, die den Vorschub des Drahtes regelt. Ein Hahn öffnet oder unterbricht die Gas- und Luftzufuhr, beläßt aber stets ein kleines Zündflämmchen zu rascher Inbetriebsetzung.

Das Verfahren hat ein sehr weites Anwendungsgebiet, weil zur Zerstäubung in der Pistole alle technischen Metalle, wie Zink, Blei, Zinn, Kupfer, Aluminium, Eisen und ihre Legierungen, geeignet sind und weil wegen der auffallend niedrigen Temperatur des Metallnebels als Träger für die zu erzeugenden Metallüberzüge nicht nur Metalle selbst, sondern auch allerlei andere feste Stoffe dienen können, wie Stein, Beton, Mörtel und sogar brennbare Stoffe, wie Holz, Papier, Gewebe, Wachs usw. Ein weiterer Vorteil liegt in der Handlichkeit der Apparatur, so daß auch geräumige Behälter oder ganze Eisenkonstruktionen leicht mit Schutzschichten aus beliebigen Metallen und in beliebiger Stärke bis zu etwa 0,02 mm herab versehen werden können. Indessen legieren sich diese Überzugmetalle nicht mit dem Grundmetall, sondern sind nur mechanisch in der Oberfläche verankert; zur Erhöhung des Haftvermögens ist daher eine vorherige Reinigung und Aufrauung der Oberfläche zweckmäßig. Auch durch starke Vorwärmung der Grundmetalle kann die Haftfestigkeit gesteigert werden. Ferner sind die durch Spritzen erzeugten Metallschichten poröser und spröder als die auf galvanischem oder feurigflüssigem Wege erzeugten. Das geringere Haftvermögen auf der Unterlage wird ausgenutzt, um abtrennbare Metallschichten, wie Abklatsche von Matrizen beliebigen Werkstoffs, Hohlkörper, Röhren usw., herzustellen.

129. Sherardisieren, ein besonderes Verzinkungsverfahren für kleine Massenware aus Eisen. Die Gegenstände werden durch Beizen in Schwefelsäure oder durch Trommeln mit Sand oder mit dem Sandstrahlgebläse metallisch rein gemacht, wobei keine so gründliche Reinigung erforderlich ist wie beim galvanischen Verzinken. Dann werden sie unter Luftabschluß in umlaufenden Trommeln mit Zinkstaub auf 250...400° erhitzt, also auf Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes des Zinks, bei denen indessen schon eine merkliche Verdampfung des Zinks eintritt. Der Zinkdampf dringt in die Poren der Ware und legiert sich oberflächlich mit dem Eisen; darüber entsteht ein dünner Zinküberzug, dessen Stärke im wesentlichen von der Temperatur und Erhitzungsdauer abhängt. Der Zinkstaub kann immer wieder benutzt werden, bis sein Metallgehalt unter 20% gesunken ist. In der Regel wird er mit seinem 5...10fachen Gewicht Sand gemischt.

Das Erhitzen geschieht in einer Trommel, die 20...40 U/min macht und in einen Ofen eingefahren werden kann. Die Trommel ist nicht voll zu packen (jedoch so, daß alle Teile vom Zinkstaub bedeckt sind) und gut zu schließen. Schmiedeeiserne Gegenstände werden am besten bei 320°, Gußteile, Tempergußstücke usw. bei 350°, Stahlteile bei 270° und weniger verzinkt. Je höher die Temperatur ist, um so geringer ist das Eindringen des Zinkes, um so stärker aber ist die Reinzinkschicht und umgekehrt. Die Zinkmenge kann man zu ungefähr 3% des Einsatzgewichts annehmen. Nach 1...2 h ist die gewünschte Temperatur erreicht, und nach weiterem Erhitzen von 1...4 h je nach Ware kann die Trommel ausgefahren werden. Der Inhalt muß zur Vermeidung von Selbstentzündung abkühlen, ehe man die Trommel entleeren kann. Durch Rütteln auf einem Sieb werden die Teile vom Staub getrennt.

130. Aluminieren von Metallen. Hierunter ist eine Reihe von Verfahren zur Erzeugung aluminiumreicher Legierungen auf Eisen und anderen Metallen zusammengefaßt, wodurch diese vor einer raschen Verzunderung bei hohen Temperaturen bewahrt werden sollen. Ausgenutzt wird hierbei die Eigenschaft

des Aluminiums, bei hohen Temperaturen in das Grundmetall unter Bildung widerstandsfähiger Legierungen hineinzudiffundieren. Auf verschiedenste Weise sucht man dies zu erreichen, z. B. durch Durchziehen des Gegenstandes durch ein Aluminiumschmelzbad, durch Einbrennen einer durch Aufstreichen oder Aufspritzen aufgetragenen Aluminiumschicht, durch Spritzguß, durch Einbetten in Aluminiumpulver und Erhitzen darin.

Kommen Eisen und Aluminium bei Temperaturen oberhalb 658° in Berührung, so wird zunächst Eisen aufgelöst unter Entstehung der spröden Verbindung Al_3Fe ; diese wandert allmählich tiefer in das Eisen unter Bildung von Mischkristallen. In einem solchen Überzug werden demnach von innen nach außen 4 verschiedene Zonen übereinander lagern: unverändertes Eisen, Mischkristallgebiet, Al_3Fe -Zwischenschicht, Aluminiumdeckschicht. Gleichmäßigkeit und Haftfestigkeit des Überzugs werden um so besser sein, je weniger Störungen die Diffusion aufweist. Darum ist es notwendig, daß die Oberfläche des Eisens metallisch rein, auch frei von Wasserstoff ist; zu ihrer Vorbereitung dienen Salzschnmelzen aus Chloriden oder Fluoriden, die unmittelbar auf dem Aluminiumbade angeordnet sein können und den Gegenstand gleichzeitig auf die richtige Temperatur vorwärmen. Die Geschmeidigkeit des Überzuges wird um so größer sein, je dünner die spröde Al_3Fe -Zwischenschicht ist; die chemische Widerstandsfähigkeit wird um so größer sein, je reiner und dichter die Aluminiumdeckschicht ist. Zur Erreichung dieser Ziele soll die Badtemperatur so niedrig und die Tauchdauer so kurz wie möglich sein. Bei guten Überzügen soll die Zwischenschicht nicht stärker als etwa 0,01 mm sein; die Deckschicht wird vorteilhaft 2...4mal so dick gehalten. Bei einer Gesamtstärke von 0,04 mm werden etwa 110 g Aluminium je m^2 verbraucht.

Derartige Schutzschichten werden auf Tiegeln, Glühtöpfen, Kesseln, Roststäben, Ofenplatten, Muffeln, Einsatzhärtkästen, Drähten usw. erzeugt. Bei hohen Temperaturen in oxydierender Atmosphäre entsteht auf der Oberfläche eine dünne, aber festhaftende und hitzebeständige Schicht von Aluminiumoxyd, welche die Verzunderung verhindert.

Alitieren ist die Bezeichnung für das von Krupp ausgeübte Verfahren. Bei alitierten Stücken hört die Schmied- und Schweißbarkeit auf; in der Kälte sind sie nicht mehr, wohl aber in der Rotglut richtbar; an Beständigkeit ist das alitierte Eisen dem nichtalitierten bei 850° etwa 20...50fach überlegen, bei 900° nur 10...15fach, bei 1000° 6...8fach, bei 1100° etwa 4fach und bei 1200° nur noch etwa 3fach. Da die Kosten etwa das 2...5fache betragen, so bleibt bis 950° noch gute Wirtschaftlichkeit der alitierten Stücke bestehen. Für das Alitieren sind geeignet: Flußeisen, Kohlenstoffstahl, niedrig und hoch legierte Stähle, Stahlguß und getemperter Guß, auch Nickel, Kupfer und Messing, dagegen nicht Gußeisen.

Kalorisieren heißt das Verfahren der AEG (D.R.P. 285245, erloschen). Die zu kalorisierenden Stücke werden in einer Aluminiumpulver enthaltenden Mischung geglüht. Diese Mischung wird aus geglühter Tonerde und gepulvertem Aluminium unter Beifügung von ungefähr 1% Chlorammonium hergestellt. Der Aluminiumgehalt schwankt zwischen 5 und 50 Gewichtsprozenten, je nach der Verwendung, zu der das Stück bestimmt ist. Der Tonerdegehalt kann auch fortfallen oder durch andere Stoffe ersetzt werden. Für Kupfer- und Messingteile wird die Mischung niedrig in Aluminium und die Erhitzungstemperatur auf 700...800° gehalten. Für Stahl und Eisen werden reichere Mischungen gebraucht und die Temperatur auf 900...950° gesteigert. Die Mischungen werden unter Ersatz des bei jeder Erhitzung eintretenden Aluminium- und Chlorammoniumverlustes wiederholt verwendet.

Kupfer überzieht sich mit einer 0,2...0,3 mm dicken Schicht einer hochpolierfähigen, harten und zähen und gegen Säuren widerstandsfähigen Legierung von der Farbe der Aluminiumbronze.

Die auf Eisen entstehende Legierung ist sehr spröde, weshalb Drähte und dünne Bänder nur mit einer leichten Haut versehen werden, um die Biegsamkeit nicht zu beeinträchtigen. Nickel dagegen überzieht sich mit einer geschmeidigen Schutzschicht, so daß kalorsierte Nickeldrähte ihre Biegsamkeit behalten.

Alumetieren ist das Verfahren nach Hopfelt: Aluminium wird auf Eisengegenstände aufgespritzt; nach Trocknung eines aufgestrichenen Flußmittels wird bei etwa 800° geglüht.

131. Chromieren von Stahl. Um Stahl rosticher zu machen, kann man (ähnlich dem Kalorisieren, Alitieren und Zementieren) Chrom in die Oberflächenschicht einführen. Kelley (Stahl und Eisen 1923, 1286) verwendet ein Chromierungsgemisch aus 45% ausgeglühter Tonerde und 55% Chrommetall (mit mindestens 95% Chromgehalt). Die Tonerde ist als Verdünnungsmittel notwendig, weil sonst ungleichmäßige Stellen entstehen. Das Chromieren muß bei 1300 bis 1400° im Wasserstoffstrom ausgeführt werden; der Gegenstand wird in Eisentröhen gepackt, die ihrerseits in Alundumröhen liegen; zur elektrischen Heizung sind diese mit Molybdändraht umwickelt. Unbedingt notwendig ist es, daß sowohl das Gas wie das Chromierungsgemisch vollkommen trocken sind.

Für praktische Zwecke genügt eine Einsatzdauer von wenigen Stunden. Die chromierte Schicht enthält im Durchschnitt 10...15% Chrom. Bei nachträglichem Glühen in Wasserstoff nimmt der Chromgehalt der Oberfläche durch Wanderung in das Innere ab. Höherer Kohlenstoffgehalt ist der Chromaufnahme hinderlich; bei härteren Stählen äußert sich dies darin, daß Chrom erst aufgenommen wird, wenn die Oberfläche durch den Wasserstoff genügend entkohlt ist.

Durch nachträgliche Aufkohlung der Chromierungsschicht wird die Rostbeständigkeit vermindert. Derartig chromierte Gegenstände sind gegen Salpetersäure, nicht aber gegen Salzsäure und Schwefelsäure widerstandsfähig. Auf diesem Wege chromierte Turbinenschaufeln aus Nickelstahl zeigten nach einjährigem Gebrauch noch keine Spur von Rost.

II. Rost. Rostschutz. Prüfung auf Rostbeständigkeit.

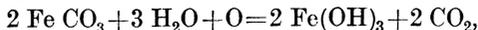
a) Der Vorgang des Rostens.

132. Was ist Rost? Unter Rost versteht man das rotbraune Ferrihydroxyd $\text{Fe}(\text{OH})_3$; doch können durch Abspaltung von Wasser H_2O aus dieser Verbindung Veränderungen in der Zusammensetzung und Farbe des Rostes eintreten. In Wasser sind diese Verbindungen unlöslich. Das Eisen erfährt beim Rosten eine beträchtliche Vergrößerung des Gewichts und Volumens und übt deshalb eine große Sprengwirkung aus. Infolge seiner lockeren, pulverigen bis flockigen Form bleibt der Rost nicht dicht und fest auf dem Metall haften, sondern bröckelt ab und legt dadurch immer neue Eisenflächen zum Rosten frei, bis das Metall völlig zerstört ist. Durch das Verrosten wird also das Eisen von der Oberfläche her abgetragen; die Wirkung dieses Vorganges ist schließlich dieselbe, als ob das Metall durch Berührung mit irgendwelchen chemischen Lösungsmitteln aufgelöst worden wäre. Daher kommt es, daß man in der Technik unter Rosten im weiteren Sinne des Wortes überhaupt alle Vorgänge versteht, bei denen das Eisen durch chemische Einflüsse einen Gewichtsverlust erleidet.

133. Bedingungen für das Rosten. Das Rosten selbst kann durch die verschiedensten Umstände beeinflusst werden. Auf jeden Fall kann es sich nur dort abspielen, wo das Eisen mit flüssigem Wasser und mit freiem Sauerstoff (z. B. Luft) bzw. Sauerstoff leicht abgebenden Stoffen in Berührung steht. Besonders günstig sind die Verhältnisse für das Rosten dort, wo das Eisen im Wasser liegt, das seinerseits mit Luft in Berührung steht; bekanntlich ist Sauerstoff in Wasser löslich und findet auf diese Weise Zutritt zu dem Eisen. Dieselbe Wirkung tritt aber auch ein, wenn das Eisen nur in Berührung mit der Luft ist. Denn der in ihr enthaltene Wasserdampf schlägt sich in Form dünner Häutchen auf allen festen Stoffen nieder, und zwar um so leichter und reichlicher, je mehr die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Entsprechend dem ständigen Wechsel der Temperatur und Witterung ist der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft in dauernder Änderung begriffen, so daß auch die Wasserhäutchen auf den Metallen einem dauernden Wachsen und Schwinden unterliegen. Es hat sich gezeigt, daß gerade das abwechselnde Verdunsten und Kondensieren von Wasser an der Oberfläche des Eisens bei gleichzeitiger Gegenwart von Luft das Rosten besonders erleichtert.

134. Die Erklärung für die Rostbildung wird nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung hauptsächlich in elektrochemischen Vorgängen erblickt. Hiernach spielt sich der Rostvorgang in zwei Phasen ab; in der ersten sendet das Eisen gemäß seinem Lösungsdruck Ferroionen in Lösung, in der zweiten werden diese durch Sauerstoff und Wasser in Ferrihydroxyd umgewandelt, das sich wegen seiner Unlöslichkeit in Wasser flockig abscheidet. Durch den zweiten Vorgang verarmt die Flüssigkeit an Ferroionen, so daß das Eisen hierdurch von neuem veranlaßt wird, Ferroionen zu bilden, usw. Man erkennt sofort die Notwendigkeit der Anwesenheit von flüssigem Wasser zur Bildung der Ferroionen und von Sauerstoff zu ihrer Umwandlung in Rost.

135. Beeinflussung der Rostbildung. Eine Beschleunigung erfährt das Rosten z. B. durch Anwesenheit von Säuren. Schon die schwache Kohlensäure, die in geringen Mengen stets in der Luft und meistens auch im Wasser enthalten ist, wirkt rostfördernd; sie ätzt nämlich das Eisen unter Bildung von löslichem Ferrokarbonat und Ferrobikarbonat an, und diese werden durch Wasser und Sauerstoff in Ferrihydroxyd und freie Kohlensäure zerlegt



so daß die einmal vorhandene Kohlensäure immer von neuem zur Wirkung kommt. Auch die meisten in Wasser löslichen Salze wirken förderlich auf die Rostbildung, wie dies ja namentlich vom Kochsalz bekannt ist; doch hängt der Einfluß wesentlich ab von der Konzentration der Salzlösung. Kochsalz ist in der Natur fast allgegenwärtig und in geringen Mengen stets im Staube und im Schweiß enthalten, kann also als rostförderndes Mittel auch leicht auf das Eisen gelangen.

Begünstigt wird die Rostbildung ferner durch Berührung des Eisens mit edleren Metallen, sofern gleichzeitig Feuchtigkeit und Luft Zutritt haben. Die Ursache hierfür liegt darin, daß die beiden Metalle zusammen mit der Feuchtigkeit ein galvanisches Element bilden, dessen Pole die beiden Metalle sind, und zwar wird das edlere (hier z. B. Kupfer) zur Kathode, das unedlere (hier das Eisen) zur Anode, die durch die chemischen Vorgänge in Form von Ferroionen gelöst und zerstört wird. So erklärt es sich auch, daß das Eisen in Apparaturen, wo es in leitender Berührung mit Kupfer oder anderen edleren Metallen steht, rasch zerfressen wird, namentlich, wenn es mit Salzlösungen oder ähnlichen Leitern zweiter Klasse benetzt ist. Ähnlich wie die edleren Metalle wirken innerhalb des tech-

nischen Eisens auch gewisse Gefügebestandteile, wie Graphit u. a. Sie zeigen wie die Metalle gegenüber Chemikalien einen verschiedenen Lösungsdruck; die Metallographie erweist dies ja gerade durch die Ätzbilder, die uns den Einblick in den inneren Aufbau des Eisens aus verschiedenen Gefügebestandteilen vermitteln. Übrigens wird dieser Lösungsdruck auch durch innere Spannungen und äußere Druckbeanspruchung verändert, weshalb z. B. Stellen, die unter starkem äußeren Druck stehen, sich unedler verhalten, als die mindergepreßten Nachbarstellen. Infolge dieser Umstände müssen sich an der Oberfläche des technischen Eisens, sobald sie in Berührung mit wässerigen Flüssigkeiten gelangt, leicht Lokalelemente herausbilden, durch die örtliche Anfressungen durch Rost bewirkt werden.

Den rostfördernden Mitteln stehen aber auch rostverzögernde gegenüber. So z. B. rostet Eisen nicht, wenn es mit Lösungen von Chromsäure oder Chromaten in Berührung steht; man sagt, daß das Eisen unter solchen Verhältnissen passiv wird. Indessen geht diese Passivität des Eisens verloren, wenn in das Wasser rostfördernde Stoffe, wie Kochsalz oder andere Chloride, hineingelangen. Einen ähnlichen Schutz vor dem Rosten erlangt das Eisen, wenn es mit Laugen, wie Natron- oder Kalilauge, selbst in stark verdünntem Zustande, in Berührung ist. Auch hier arbeiten Chloride der Schutzwirkung entgegen, heben sie jedoch nicht völlig auf, sondern machen nur höhere Konzentration der Laugen zur Aufrechterhaltung der Schutzwirkung erforderlich. Ebenso wie die Laugen wirkt das Kalziumhydroxyd, d. h. gelöschter Kalk, und darauf beruht die bekannte Tatsache, daß das in Zement bzw. Beton eingebettete Eisen nicht rostet.

b) Rostschutz.

136. Ein allgemein verwendbares Rostschutzmittel gibt es nicht; vielmehr muß das angewandte Verfahren dem besonderen Falle angepaßt werden. In Betracht kommen die im vorhergehenden Kapitel behandelten Verfahren der Oberflächenveredlung, namentlich das Überziehen des Eisens mit anderen Metallen und mit Anstrichfarben; doch können auch andere Wege eingeschlagen werden, die sich aus den Ausführungen über den Rostvorgang ergeben. In allen Fällen der Oberflächenveredlung aber ist zu beachten, daß etwa schon vorhandene Rostansätze vor dem Aufbringen der Schutzschichten auf das sorgfältigste entfernt werden und daß die Schutzschichten selbst festhaftend, genügend dicht und stark sind.

Besondere Erfolge auf dem Gebiete des Rostschutzes sind endlich durch Legieren des Eisens mit geeigneten Zusätzen erzielt worden.

137. Metallische Überzüge als Rostschutz. Sind sie mangelhaft hergestellt, z. B. zu porös oder zu dünn, so daß sie leicht durch mechanische Beanspruchung verletzt werden, so bilden sich durch den Zutritt von Feuchtigkeit leicht galvanische Elemente heraus, die den Rostvorgang beeinflussen. Besteht in solchem Falle der Überzug aus Zink, so würde dieses zur Anode und das Eisen zur Kathode werden; das Eisen würde daher auch an einer freiliegenden Stelle vor dem Rosten bewahrt bleiben, so lange das Zink in der Nachbarschaft noch eine metallische Oberfläche zeigt. Besteht der Überzug aus edleren Metallen als Eisen (z. B. Zinn, Nickel, Blei, Kupfer), so würde das Eisen an einer freiliegenden Stelle zur Anode des galvanischen Elements werden und deshalb schneller und stärker rosten, als es der Fall wäre, wenn es den Überzug gar nicht hätte. Daher die bekannte Erscheinung, daß z. B. bei schlechten Vernickelungen in kurzer Zeit der Rost durch die Nickelschicht hindurchwächst und sie abhebt.

138. Ölfarbenanstriche. Daß Ölfarbenanstriche einen sicheren Rostschutz nicht zu gewähren brauchen, ergibt sich daraus, daß nicht selten unter Anstrichen, die äußerlich kaum verändert erscheinen, dicke Rostschichten entstanden sind. Um dem vorzubeugen, verwende man einen möglichst dicht trocknenden Grundanstrich aus gutem Leinöl- oder Holzölfirnis mit nicht zu hohem Zusatz an Eisen- oder Bleimennige und trage nach völligem Trocknen einen ein- bis zweimaligen Deckanstrich mit möglichst wetterfesten Farben auf. Als Grundanstrich sind besonders auch solche Farben geeignet, die einen geringen Zusatz an Stoffen enthalten, die laugenhaft wirken oder bei Zutritt von Wasser Laugen abspalten. Bei Schiffsbodenfarben werden auch in die Deckanstriche giftige Stoffe, wie Quecksilberoxyd, arsenige Säure, Kupferverbindungen, eingeführt, durch welche die sich ansetzenden Tiere und Pflanzen getötet werden sollen.

139. Fettüberzüge. Blanke Eisenteile können vorübergehend bis zur endgültigen Fertigstellung ihrer Oberfläche durch Überziehen mit Fetten oder Ölen wirksam geschützt werden. Zweckmäßig verwendet man hierfür die unverseifbaren Mineralfette, wie Vaseline, oder noch besser Staufferfette, die durch ihren Gehalt an Alkalien einen besonders guten Rostschutz gewähren.

140. Einlegen in Lauge oder Chromsäure. Um zeitweilig einen Schutz zu erzielen, können die Gegenstände auch in stark verdünnte Lösungen dieser Chemikalien gelegt werden, die das Eisen passiv machen.

Geeignet sind z. B. Lösungen von etwa 1 g Kaliumbichromat oder 2...3 g Natriumhydroxyd in 1 l destilliertem Wasser. Gewöhnliches Wasser wird zweckmäßigerweise vermieden wegen der schädlichen Eigenschaften der in ihm enthaltenen Chloride.

141. Zementüberzüge. Ein vier- bis fünfmaliger Anstrich mit einem streichfähig angerührten Zementbrei gewährt einen guten Rostschutz. Nur muß dafür gesorgt sein, daß der Zement auf die metallisch reine Fläche aufgetragen wird, daß jeder neue Anstrich erst erfolgt, nachdem der vorhergehende völlig erhärtet ist, und daß die Zementschicht nicht der Einwirkung fetter Öle ausgesetzt wird.

142. Aufbewahren in trockener Luft. Sammlungsgegenstände u. dgl. von kleinen Abmessungen können dauernd vor dem Rosten bewahrt werden, indem man sie in geschlossenen Räumen, Kästen, Schränken usw. aufbewahrt, in denen die Luft durch Aufstellen offener, mit stark hygroskopischen Stoffen (wasserfreiem Kalziumchlorid, konzentrierter Schwefelsäure) beschickter Schalen trocken gehalten wird. Nur ist darauf zu achten, daß der Schaleninhalt rechtzeitig erneuert wird.

143. Galvanischer Rostschutz. Wenn das Eisen in besonders hohem Grade der Rostgefahr ausgesetzt ist (z. B. an Kondensatoren, Dampfkesseln), kann der Schutz dadurch erzielt werden, daß die gefährdete Stelle als Kathode in einen Stromkreis eingeschaltet wird. Als Anode können Eisenbleche dienen, die z. B. im Speisewasser isoliert aufgehängt sind. Auch der Entstehung von Lokal- und Thermoströmen kann auf diese Weise vorgebeugt werden (Cumberland-Verfahren, D.R.P. 480996).

Mitunter genügt es schon, das gefährdete Metall in leitende Berührung mit einem unedleren, z. B. reinem Zink, zu bringen; ist jedoch die Zinkoberfläche oxydiert, so läßt die Schutzwirkung nach; die Zinkplatte muß daher in regelmäßigen Zwischenräumen gereinigt werden.

144. Legieren des Eisens mit geeigneten Zusätzen. Schon durch einen Kupfergehalt von 0,2...0,25% kann die Wetterbeständigkeit (d. h. Lebensdauer) von Thomas- und SM-Stahl gegenüber dem kupferfreien Stahl um die

Hälfte verlängert werden; daher sind schon 1925 in Amerika etwa 1 Million Tonnen gekupferten Stahls hergestellt worden.

Noch günstiger wirkt das Legieren mit Chrom, Nickel, Molybdän und Silizium. Bedingung ist, daß diese widerstandsfähigen Zusätze mit dem Grundmetall Mischkristalle bilden, da nur dieser Aufbau Potentialdifferenzen und katalytischen Angriff ausschaltet. Darum bedürfen diese Legierungen auch einer geeigneten Wärmebehandlung, damit die aus den vorhandenen geringen Kohlenstoffmengen gebildeten Karbide ebenfalls in fester Lösung verbleiben. So sind jene Edelmehle vom Typus VA (mit etwa 13...15% Chrom- und geringem Nickel-, gegebenenfalls auch Molybdängehalt) und VM (mit 18...25% Chrom- und mittlerem Nickelgehalt), sowie der hochlegierte Siliziumguß (14...18% Silizium) entstanden, die nicht nur Rostsicherheit, sondern auch höchste Widerstandsfähigkeit gegen starke Chemikalien (Schwefelsäure, Salpetersäure, schweflige Säure, Phosphorsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Milchsäure, Weinsäure, Zitronensäure, oxydierende Stoffe, chlorhaltige Bleichmittel) gewährleisten.

Von Einfluß auf die Beständigkeit ist auch eine glatte Oberfläche.

145. Schutz für Magnesium und seine Legierungen. Gemäß D.R.P. 579185 können diese Leichtmetalllegierungen vor dem Angriff durch Wasser und Alkohole dadurch geschützt werden, daß man entweder sie selbst durch Behandeln mit wässrigen Lösungen von Schwefelalkalien mit einer schützenden Deckschicht versieht oder den korrodierenden Flüssigkeiten einen kleinen Zusatz von Alkalisulfid (0,1...0,5%) gibt. Das Verfahren ist besonders für Verbrennungsmotoren aus Leichtmetall bestimmt, um eine Korrosion durch das Kühlwasser zu verhindern.

e) Prüfung auf Korrosionsbeständigkeit.

146. Ungeschützte Bleche, Stahl u. dgl. werden geprüft, indem man sie mit den in Betracht kommenden Flüssigkeiten in Berührung bringt und den Rostvorgang bzw. die Abnahme des Gewichts oder der Festigkeit beobachtet. Z. B. Einlegen in Fruchtsäfte, Essigsäure, Zitronensäure, Kupfersulfatlösungen mit Zusatz von Schwefelsäure oder Oxalsäure; doch achte man auf möglichste Gleichmäßigkeit der Versuchsbedingungen.

147. Ferroxyprobe (Ferrizyankaliumprobe). Sie dient dazu, um auf Eisen oder Stahl solche Stellen sichtbar zu machen, wo sich Poren oder Löcher in den aus Nickel, Kupfer, Zinn, Zink oder Kadmium bereiteten Deckschichten befinden. Nach Walker löst man 5...10 g Agar-Agar (oder Gelatine) in 1 l heißem Wasser und fügt 10 g Kochsalz und 1 g rotes Blutlaugensalz (Ferrizyankalium) hinzu. Die fertige heiße Lösung gießt man auf die gereinigte Platte und läßt sie dort erstarren. Statt dessen kann das Muster auch in die heiße Lösung kurz eingetaucht und dann in waagerechter Lage zum Abkühlen eingespannt werden. Nach einiger Zeit, unter Umständen schon nach wenigen Minuten, entstehen überall, wo das Reagens mit dem Eisen in Berührung gekommen ist, dunkelblaue Flecke. Das Zählen der entstandenen blauen Punkte erfolgt nach Auflegen einer in cm² eingeteilten Zählplatte mit bloßem Auge. Ein Blech ist normal- bzw. schwachporig, wenn im Quadrat 1...3 Punkte, mittelporig, wenn 4...12, starkporig, wenn mehr Punkte, Flächen oder Streifen gezählt werden.

Die Prüfung kann auch so durchgeführt werden, daß man Filtrierpapier mit der warmen Lösung tränkt und auf die Probe drückt. Oder man taucht das Muster in die gelatinefreie Lösung der beiden Salze und läßt sie etwa 30 min darin.

Verbleite Eisenstücke werden auf Porosität der Deckschicht geprüft, indem man sie zunächst mit verdünnter Schwefelsäure wäscht, um etwa anhaftendes

mit einem Messinggewicht von 1 kg belastet. Nach etwa $\frac{1}{2}$ h wird der an den Seiten der Klötzchen herausgequollene Leim vorsichtig entfernt und der Anstrichfilm um den Klotz herum eingeschnitten. Am nächsten Tage wird das Brett mit dem Blech und den aufgeleimten Klötzchen senkrecht unter eine Waagschale gelegt; diese selbst wird mit dem Klötzchen verbunden und die andere Seite der Waage mit Wasser belastet bis zum Abreißen des Klotzes vom Untergrund. Aus dem Gewicht des Wassers und der Fläche von 4 cm² ergibt sich die Haftfestigkeit in g/cm².

Ist die Haftfestigkeit des Anstriches auf dem Blech größer als die des Leimes auf dem Deckanstrich, so kann durch geringes Anrauen der Anstrichoberfläche das Haftvermögen des Leimes auf dem Anstrich gesteigert werden.

III. Kitte und Klebmittel.

151. Grundsätzliches. Beim Kitten und Kleben ist darauf zu achten, daß die zu verbindenden Flächen möglichst genau zusammenpassen, frei von Staub und Fremdkörpern und, wenn möglich, etwas rau sind. Bei Kitten, die kein Wasser oder wässrige Lösungen enthalten, müssen die zu kittenden Stellen trocken sein. Bei Wasserglas-, Glycerin-, Leinölkitten werden die Kittstellen vor dem Kitten zweckmäßig mit Wasserglas, Glycerin bzw. Leinöl (Firniss) bestrichen. Bei Schmelz- oder Leimkitten werden die Kittstellen vorher erwärmt. Die Kittschicht soll möglichst dünn sein und muß genügend erhärtet sein, ehe sie beansprucht wird.

a) Öl- und Harzkitte.

152. Grundsätzliches. Sie dienen zum Abdichten gegen Gase und wässrige Flüssigkeiten. Die Ölkitt bestehen aus einem Pulver wie: Schlämmkreide, Bleiweiß, Bleiglätte, Mennige, das mit Leinöl oder Firnis zu einem plastischen Teig geknetet ist. Das Öl kann durch Auflösen von Kolophonium verdickt werden. Auch können Harze allein im geschmolzenen oder gelösten Zustande als Kitt dienen (Kolophonium, Mastix, Schellack, Asphalt, Pech). Als Lösungsmittel dienen Spiritus, Benzin, Terpentinöl, Benzol.

153. Glaserkitt wird aus Schlämmkreide und Leinöl oder Firnis geknetet; mit Firnis bereitet, erhärtet er schneller.

154. Mennigekitt wird durch Zusammenkneten von Mennige mit Leinöl oder Firnis erzeugt. Statt Mennige kann auch Bleiglätte genommen werden. Oft werden andere Pulver (Sand, Glasmehl) als Füllkörper zugemischt.

155. Harzkitt. Gleiche Teile Kolophonium und Wachs werden zusammengeschmolzen.

156. Spachtelkitt (für Holz). Man mengt die eine Hälfte einer gewissen Menge Schlämmkreide mit Leimwasser zu einem steifen Brei an, die andere Hälfte der Kreide wird mit Leinölfirnis und Sikkativ zu einem geschmeidigen, nicht zu steifen und knollenfreien Teig angemacht. Der Sikkativzusatz kann sehr gering sein. Beide Massen werden nun auf einem Brett zusammen gearbeitet und gut durchgemischt. Ist der Kitt zu bröckelig, muß mehr Öl, zieht er, muß mehr mit Leimwasser angesetzte Kreide zugemengt werden. S. a. Nr. 194.

157. Kitt für Messerhefte. Gleiche Teile Kolophonium und Kreide werden zusammengeschmolzen; die Masse wird heiß in die Hülse gegossen.

158. Kitt für zerbrochene Ölsteine. Die Bruchflächen werden sorgfältig von Öl und Staub befreit, dann mit gepulvertem Schellack bestreut und auf einer heißen Platte bis zum Schmelzen des Schellacks erhitzt. Nun werden die Teile zusammengepreßt und verklammert, bis sie völlig erkaltet sind.

159. Kitt zur Befestigung von Linoleum oder Wachstuch auf Holz, Metall, Stein: 5 Teile Galipot, 5 Teile Kolophonium, 5 Teile Manilakopal, 5...7 Teile Spiritus.

b) Kautschuk- und Guttaperchakitte.

160. Grundsätzliches. Beim Erwärmen auf 60...70° wird Guttapercha sehr plastisch und klebrig, so daß sie unmittelbar als Kitt dienen kann. Kautschuk wird in Form der käuflichen „Gummilösung“ angewandt.

161. Flüssiger Marineleim. In der Gummilösung wird Mastix aufgelöst, wodurch die Klebkraft sehr erhöht wird.

162. Harter Marineleim. 1 Teil Kautschuk wird in 12 Teilen Terpentinöl (Petroleum, Steinkohlenteeröl) unter Rühren in einem eisernen Gefäß zu einem dicken Rahm gelöst, worauf unter Erwärmen 2 Teile Schellack oder Asphalt hineingerührt werden, bis die Masse gleichartig ist. Zur Anwendung wird der Leim erst im Wasserbade erweicht und dann auf etwa 140° erhitzt, weil er dann tiefer eindringt und besser haftet.

163. Lederkitt. Eine Lösung von Guttapercha in Schwefelkohlenstoff oder Benzin wird dünn auf die zu verbindenden Flächen gestrichen, worauf diese fest zusammengedrückt werden. Neuerdings werden Kollodium und Zelluloidlösungen bevorzugt.

c) Mineralkitte.

164. Grundsätzliches. Als solche dienen namentlich Zement, Gips, Magnesiaement, Wasserglas; auch die Ausdehnung, die das Eisen beim Rosten erfährt, kann zu Kittzwecken ausgenützt werden (sog. Rostkitte). Gips wird oft, statt mit Wasser, mit einer Lösung von Leim oder Gummiarabikum angemacht, um ein dichteres Gefüge zu erhalten.

165. Wasserglaskitte. Pulverisiertes Kalziumkarbonat wird mit möglichst wenig Wasserglaslösung zu einer zähen Masse verarbeitet. In einigen Stunden wird sie steinhart. Statt Kalziumkarbonat können auch gelöschter Kalk, Zinkoxyd, Eisenoxyd u. a. verwendet werden.

166. Kitt zum Abdichten gestanzter Weißblechdosen besteht aus Wasserglas oder (schneller erhärtend) aus einer gut verriebenen Mischung von Wasserglas mit Schlämmkreide oder Zinkweiß oder Braunsteinpulver. Diese Mischung kann auch zum Abdichten von Ölbehältern, von Rissen in Metall und Stein dienen.

167. Magnesiaement wird bereitet, indem in eine konzentrierte Lösung von Magnesiumchlorid möglichst viel gebrannter Magnesit als feines Pulver hineingeknetet wird. Zur Färbung können Mineralfarben zugesetzt werden. Der Zement wird steinhart und sehr dicht, zerbröckelt aber bei längerer Berührung mit Wasser.

Rührt man in die Magnesiumchloridlösung eine Mischung aus 1 Teil gebranntem Magnesit und 8 Teilen Eisenpulver ein, so wird der Zement auch gegen Wasser recht widerstandsfähig.

168. Rostkitt zum Dichten eiserner Behälter und zum Ausfüllen von Gußfehlern. a) 100 Teile Eisenpulver und 1...2 Teile Salmiak (oder Kochsalz oder Mischung aus beiden) werden mit Wasser angemacht und fest eingeschmiert.

b) 10 Teile Eisenpulver und 3 Teile Chlorkalk werden mit Wasser zu einem dicken Teig angemacht, der in die Fugen eingestrichen wird. Um Eisenteile durch den Kitt zu verbinden, werden die Stücke nach dem Auftragen des Kittes fest zusammengeschraubt. Schon nach 12 h wird feste Verbindung erzielt sein.

169. Schmelzkitte. Als solche dienen das Spencemetall, die Lote und leicht schmelzende Gläser. Z. B.

Spencemetall. Gepulvertes Schwefeleisen, allein oder gemischt mit Schwefelblei und Schwefelzink, wird mit dem doppelten Gewicht Schwefel verschmolzen. Der Kitt schmilzt bei etwa 150° und dehnt sich beim Erstarren aus.

Glasige Schmelzkitte. a) Schmelzpunkt etwa 800°: 4 Teile Mennige und 1 Teil fein gemahlener Sand werden zu einem Glase verschmolzen. Das gepulverte Glas wird mit Klebstofflösung zwischen die Kittflächen gebracht, worauf vorsichtig bis zum Erweichen des Pulvers erhitzt wird.

b) Schmelzpunkt etwa 650..700°: 9 Teile Mennige, 5 Teile kalzinierter Borax, 3 Teile Sand. Zur Weißfärbung können beide Kitte mit 5..10% Zinn-oxyd gemischt werden.

d) Sonstige Kitte.

170. Zelluloidkitte. Die zu vereinigenden Zelluloidflächen werden mit Eis-essig, Azeton, Amylacetat, Kollodium oder Zaponlack oberflächlich erweicht und zusammengedrückt.

171. Nitrozellulosekitt für Porzellan, Glas u. dgl. Filmabfälle 8 Teile, Kampfer 1,5 Teile, Spiritus (96%) 21,5 Teile, Essigäther 20 Teile, Butylacetat 25 Teile, Benzol 24 Teile. Oder man läßt ein Stückchen Film in Azeton, Essigäther o. dgl. quellen und drückt es zwischen die zu vereinigenden Flächen.

172. Glycerinkitt. 50 g Bleiglätte werden mit 5 cm³ Glycerin (sp. G. 1,24) verrieben. Die Kittflächen werden vorher mit etwas Glycerin befeuchtet.

e) Klebmittel.

173. Grundsätzliches. Am häufigsten werden Leim, Stärkekleister und Dextrin benutzt; doch können auch viele Kitte im flüssigen Zustande als Klebmittel dienen.

174. Leim. Am besten läßt man den Leim 24 h in kaltem Wasser quellen, gießt das Wasser ab und verflüssigt die gequollenen Stücke durch Erhitzen im Wasserbade. Die zu leimenden Stücke werden etwas angewärmt.

175. Kleister. Eine Aufschwemmung von 1 Teil Stärke in 1..2 Teilen kaltem Wasser wird unter Rühren in 10..15 Teile kochendes Wasser eingetragen. Durch Zusatz von etwas Weizen- oder Roggenmehl wird die Klebkraft erhöht. Um das Sauerwerden zu verzögern, setze man etwas Borax oder Karbolsäure oder Salizylpulver hinzu.

176. Dextrin. Das käufliche Dextrinpulver liefert schon mit kaltem Wasser, rascher mit warmem, stark klebende Lösungen. Um Schimmeln zu verhindern, wird etwas Borsäure, Karbolsäure, Formalin hinzugefügt.

177. Kaltleim ist die Bezeichnung für leimartige Klebstoffe, die im Gegensatz zum Tischlerleim bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind und darum kalt angewandt werden. Meist werden sie aus pflanzlichen Rohstoffen (Stärke, Dextrin), daneben aber auch aus Kasein und Tierleim bereitet.

a) 100 Teile heiße Leimlösung werden mit 5 Teilen konzentrierter Essigsäure (oder Ameisensäure) versetzt. Es entsteht ein klebkräftiger Kaltleim, der für solche Zwecke geeignet ist, wo eine vorübergehende Säurewirkung nicht schadet. Beim Trocknen verflüchtigt sich die Säure.

b) 30 g Kasein werden mit 69 g Wasser, dem 1 g Natriumhydroxyd, Soda oder Borax zugesetzt ist, gekocht.

c) 50 g Dextrin (hellgelb) werden mit 30 g Wasser angerührt und mit 0,5 g Natriumbisulfit zur Behebung des Geruchs und zur Aufhellung der Farbe versetzt; dann wird eine Lösung von 5 g Borax in 15 g Wasser hinzugefügt und alles gleichmäßig durchmischt.

d) Stärke wird durch Erhitzen mit Wasser verkleistert und der Kleister auf heißen, umlaufenden Zylindern getrocknet (Quellstärke).

e) 90 g Kasein werden mit 7,5 g Natriumkarbonat (wasserfrei) und 2,5 g Betanaphthol gemischt. Durch Erwärmen mit Wasser auf etwa 70° entsteht der Leim (Trockenkleber).

178. Gummilösungen zum Bezetteln von Glas oder Metall. Eine dicke Lösung von Gummi arabikum wird mit dem gleichen Volumen Wasserglas gemischt.

IV. Verschiedenes.

179. Reinigen gebrauchter Schmieröle. Gebrauchte Schmieröle werden vor der Wiederverwendung zweckmäßig von den in ihnen schwebenden Fremdstoffen befreit. Zu diesem Zweck sammelt man die zu reinigenden Öle in Behältern, die 2...5 cm über dem Boden einen Hahn tragen; bei längerem Stehen fallen die schwereren Fremdstoffe zu Boden, was beschleunigt wird, wenn die Behälter an einem warmen Ort aufgestellt sind. Das durch den Hahn abgezogene Öl wird dann durch 2...3 Lagen Flanell oder Isoliertuch geseiht, dabei sind die Zeuglagen etwa 6 cm voneinander entfernt zu halten. — Animalische und vegetabilische Öle, die durch den Gebrauch ranzig geworden sind oder sauer reagieren, greifen die Oberfläche der Zapfenlager an; die Säure muß daher beseitigt werden, was am besten durch Waschen mit klarem Kalkwasser geschieht, wobei das Öl klar oben auf dem Wasser schwimmt und zum Gebrauch abgezogen werden kann.

180. Bohröle, Gleitöle. Beim Bohren, Fräsen, Schneiden von Metallen müssen Flüssigkeiten zugegen sein, die als Schmiermittel und Kühlmittel dienen sollen. Bei feinen Arbeiten verwendet man Öle allein, z. B. fette Öle (wie Rüböl) oder Mineralöle; bei gröberen verwendet man Mischungen dieser Öle mit Wasser, wobei zur Haltbarmachung dieser Mischung Seifen und ähnliche Hilfsmittel angewandt werden. Man nennt derartig präparierte Öle auch wasserlösliche Öle oder auch Gleitöle, weil sie auch ein rascheres Gleiten von Werkzeugen oder Werkstücken über raue Unterlagen ermöglichen¹.

a) 102 l Paraffinöl, 15 l Ölsäure (Olein), 7,6 l denaturierter Spiritus, 3,8 l Natronlauge von 31° Bé werden unter Rühren vermischt. Für gewöhnliches Bohren, Drehen, Fräsen, Schleifen wird mit weichem Wasser im Verhältnis 1 : 24 gemischt.

b) 10 kg Kolophonium, 7,5 kg Olein, 65 kg Mineralöl 0,885...0,9, 12,5 kg Türkischrotöl, 3 kg Ammoniaklösung 0,91, 3 kg Kalilauge von 50° Bé werden unter Rühren vermischt.

c) 20 kg rohes, dünnes Harzöl, 20 kg Olein, 60 kg Spindelöl, 8 kg Sprit, 6 kg Natronlauge oder Kalilauge von 30° Bé werden unter Rühren vermischt.

181. Ätzen von Metallen. Es beruht darin, daß die unverändert bleibenden Stellen der Metalloberfläche durch einen wachsartigen Überzug (Deckgrund, Ätzgrund) geschützt werden, während die freiliegenden Teile der Oberfläche durch eine Säure oder geeignete Salzlösungen (Ätzmittel) allmählich gelöst und abgetragen werden. Wird die Schrift in das Metall hineingeätzt, während der Grund erhaben stehenbleibt, so spricht man von Tiefätzung; bleibt die Schrift

¹) Näheres hierüber: Werkstattbücher, Heft 48: Öl im Betrieb.

erhaben stehen, während der Grund durch Ätzung vertieft wird, so nennt man dies Hochätzung.

Zum Tiefätzen wird das Metall nach völliger Reinigung mit dem Ätzgrund überzogen; auf diesen können nach dem Trocknen die zu ätzenden Zeichen durch Pauspulver oder durch Gummistempel übertragen und dann durch Radier-nadeln freigelegt werden, worauf in das Ätzmittel eingelegt wird. Zur Hochätzung werden die Zeichen in lithographischer Farbe auf die saubere Metallfläche gebracht, indem z. B. die Farbe in dünner Schicht auf eine Glasplatte gewalzt und von hier mit einem Gummistempel auf das Metall übertragen wird; zur Erhöhung der Schutzwirkung stäubt man nun feines Kolophonimpulver oder statt dessen ein feinpulveriges Gemisch aus gleichen Teilen Mastix und Asphalt auf, das auf den Zeichen haftenbleibt und von den übrigen Stellen mit einer Feder sorgfältig entfernt wird. Durch leichtes Erwärmen der Platte schmilzt das Harzpulver an und bildet nun einen widerstandsfähigen Ätzgrund.

Handelt es sich nur um ein leichtes örtliches Anätzen des Metalls, so kann die Ätzflüssigkeit ohne Anwendung von Deckgrund unmittelbar mit einem Gummistempel auf das Metall aufgedrückt werden. Zum Befeuchten des Stempels mit dem Ätzmittel dient eine Glasplatte, auf die ein Stückchen Leinen gelegt oder gespannt ist, das mit dem Ätzmittel durchtränkt wird. Nach dem Ätzen wird der Rückstand mit einem trockenen Lappen entfernt, und, wenn es sich um Ätzungen auf Eisen oder Stahl handelt, wird zur Verhinderung des Rostens mit Petroleum oder Öl eingerieben.

Die Stempel sollen wesentlich härter als die gewöhnlichen Farbensgummistempel sein, und die Schriftzeichen sollen möglichst klar und offen, auch möglichst dünn sein, da die Ätzung stets etwas breiter ausfällt.

Ähnliche Wirkungen können statt auf chemischem Wege auch durch mechanische Ätzung mittels des Sandstrahlgebläses erzielt werden; an die Stelle des Deckgrundes treten dann Schablonen.

182. Ätzgrund (Decklack) für Gegenstände, die nur stellenweise mit galvanischen Niederschlägen bedeckt oder gefärbt oder geätzt werden sollen.

a) Man schmilzt vorsichtig in einem eisernen, emaillierten Kessel je 2 Teile Asphalt, Kolophonium und Bienenwachs zusammen, nimmt dann die Masse vom Feuer, läßt sie etwas abkühlen und setzt hierauf 10 Teile Terpentinöl zu, worauf man den Kessel nochmals aufs Feuer bringt und vorsichtig erwärmt, bis die Masse vollkommen gelöst und gleichmäßig geworden ist. Der Lack ist dann zum Gebrauch fertig und wird in dichtschießende Büchsen abgefüllt.

b) Einen ausgezeichneten Decklack erhält man auch aus 4 Teilen gelbem Wachs, 4 Teilen Asphalt, 1 Teil schwarzem Pech und 1 Teil weißem Burgunderpech. Diese Bestandteile werden zusammengeschmolzen und während des Schmelzens noch 4 Teile gepulverter Asphalt zugesetzt. Hierauf hält man die Masse solange im Fluß, bis eine Probe, die man zum Erkalten auf einen Stein tropfen läßt, beim Biegen zerbricht. Wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, wird die Schmelze vom Feuer entfernt, etwas abkühlen gelassen und unter Umrühren mit 30 Teilen Terpentinöl versetzt.

c) 1 Teil Pech, 1 Teil Asphalt, 1 Teil Guttapercha werden zusammengeschmolzen und noch warm auf die Fläche aufgetragen.

183. Flüssigkeiten zum Tiefätzen. Als solche dienen teils Säuren, wie Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure usw., teils Salzlösungen; die Anwendung der Säuren hat die Entwicklung lästiger und schädlicher Gase bei der Ätzung zur Folge, während die Salzlösungen ganz oder fast ganz davon frei sind.

1. **Ätzflüssigkeit für Eisen und Stahl:** a) Meist wird verdünnte Salpetersäure verwendet, und zwar zum Anätzen eine Säure, die durch Verdünnen der konzentrierten Säure mit dem 4...8fachen Volumen Wasser entsteht, und zum Tiefätzen eine Mischung aus gleichen Raumteilen konzentrierter Säure und Wasser.

b) Eine 40...50%ige Eisenchloridlösung.

c) Eine gesättigte Lösung von Kupferammoniumchlorid.

d) Eine Lösung von 20 g Quecksilbersublimat in 450 g Wasser, mit 1 g Weinsteinsäure oder 20 Tropfen Salpetersäure oder auch Salzsäure vermischt. Ein Zusatz von 5...10 Tropfen weingeistiger Chlorantimonlösung (Spießglanzbutter) erhöht und beschleunigt die Wirkung.

e) Für Schnellstahl Mischung aus Salpetersäure (1,2) und Salzsäure (1,12) im Raumverhältnis 1:2. Auch Salzsäure (1,12) mit einem Zusatz von Brom oder Salzsäure, die von Zeit zu Zeit mit etwas Kaliumchlorat versetzt wird.

2. **Ätzflüssigkeiten für Kupfer, Messing.** a) Verdünnte Salpetersäure.

b) Verdünnte Salpetersäure, die von Zeit zu Zeit mit etwas Kaliumchlorat oder Kaliumbichromat versetzt wird.

c) 200 g Eisenchlorid in 0,5 l Wasser, zweckmäßig mit Zusatz von etwas Salzsäure und Kaliumchlorat.

d) Zum Stempeln von Messing: 2 Teile Antimonchlorid werden mit 1 Teil Sublimat in wenig Salzsäure gelöst. Statt Sublimat können auch Kupferchlorid oder Wismutchlorid genommen werden.

184. Schreiben auf Glas. Abwaschbare Zeichen lassen sich anbringen, indem man eine Dextrinlösung mit Zinkweiß (oder Eisenoxyd für Rot, Ocker für Gelb, Ruß für Schwarz) anrührt und diese Flüssigkeit mit einer Stahlfeder oder einem Pinsel aufträgt; durch Wasser können die Zeichen wieder entfernt werden. Verwendet man statt der Dextrinlösung Ölfarben oder Lacklösungen, so sind die Zeichen gegen Wasser beständig, können aber durch Benzol, Benzin, Terpentinöl oder Abkratzen entfernt werden.

Unzerstörbare Schrift auf Glas wird durch Ritzen mit einer Diamantspitze oder durch Ätztinte erzeugt. Der Diamantsplitter ist mit Lot an einem Griffel befestigt, so daß seine Spitze in der Achse des Griffels liegt und sein Ende bildet. Zum Schreiben setzt man den Griffel senkrecht auf das Glas und ritzt die Zeichen unter gelindem Druck ein.

185. Ätztinte für Glas. a) 10 g Ammoniumfluorid und 10 g Bariumsulfat werden in einem Gefäß aus Blei, Guttapercha oder Paraffin mit etwa 30%iger Flußsäure zu einem dünnen, zum Schreiben geeigneten Brei angerieben.

b) Eine konzentrierte Lösung von Ammoniumfluorid wird mit etwas Gummiarabikum- oder Dextrinlösung verdickt und durch etwas Eosin o. dgl. gefärbt. Nach dem Trocknen der Zeichen wird der Glasgegenstand kurze Zeit in einen heißen Ofen (100...150°) oder in genügendem Abstände über eine Flamme gehalten. Nach dem Erkalten wird mit feuchtem Lappen abgewischt.

186. Silberspiegel auf Glas. Lösung 1: 5 g Silbernitrat werden in etwa 20 cm³ dest. Wasser gelöst; dazu wird Ammoniaklösung allmählich in solcher Menge gefügt, daß der zuerst entstehende Niederschlag gelöst wird; hiernach wird auf 500 cm³ mit dest. Wasser verdünnt. Wichtig ist, daß ein Überschuß an Ammoniak vermieden wird. Dies erreicht man am besten dadurch, daß man zunächst nur etwa $\frac{4}{5}$ von dem Volumen der Silbernitratlösung mit Ammoniak bis zum Klarwerden versetzt und dann von dem letzten Fünftel der Silbernitratlösung soviel hinzufügt, daß eben ein schwaches Opalisieren auftritt, worauf verdünnt wird.

Lösung 2: 10 g Seignettesalz werden in 500 cm³ dest. Wasser gelöst.

Anwendung: Zum Gebrauch werden gleiche Raumteile der nötigenfalls filtrierten Lösungen 1 und 2 gemischt. Das zu versilbernde Glas muß vorher auf das sorgfältigste gereinigt sein. Der Silberspiegel entsteht ganz allmählich, durch schwaches Erwärmen schneller.

Zu beachten: Die Lösung 1 läßt beim längeren Stehen einen dunklen Niederschlag von explosivem Knallsilber ausfallen. Man stelle daher nur soviel Lösung her, wie sogleich verarbeitet wird, oder löse den Niederschlag durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak auf, worauf der Überschuß an Ammoniak in derselben Weise wie oben durch Zusatz von Silbernitratlösung beseitigt wird.

187. Hahnwachs, Hahnsmiere. Als Dichtungs- und Schmiermittel für Hahnküken verwendet man am besten Vaseline, und wo diese zu dünnflüssig ist, eine durch Zusammenschmelzen hergestellte Mischung aus gleichen Teilen Vaseline und Wachs.

188. Wasserdichtes Papier. Um Papier wasserundurchlässig zu machen, können verschiedene Verfahren angewandt werden:

a) Das Papier wird mit einem trocknenden Öl (Leinöl) oder Firnis getränkt; als Verdünnungsmittel für das Öl oder den Firnis kann Benzol oder Benzin dienen; nach der Imprägnierung muß das Papier bis zum Trocknen frei an der Luft hängen. Das Papier wird bei diesem sowie dem nächstfolgenden Verfahren durchscheinend.

b) Das Papier wird mit Lösungen von Fetten, Harzen, Paraffin od. dgl. imprägniert bzw. mit Lacklösungen gestrichen.

189. Abwaschbare Zeichnungen. Um Zeichnungen, Blaupausen usw. vor dem Verstauben und Verschmutzen zu bewahren, kann man sie mit Zelluloselacken (wie Zaponlack, Cellonlack usw.) überziehen. Der entstehende dünne, durchsichtige Überzug ist beständig gegen Wasser, Spiritus, Benzin, Öl und kann leicht abgewaschen werden. Diese Lacke erhöhen auch die Festigkeit des Papiers und können auch zum Ausbessern von Rissen benutzt werden.

190. Bohren von Löchern in Glas. Für kleine Löcher bedient man sich einer spitzen Dreikantfeile, die man in Terpentinöl taucht, auch scharf gehärtete Spitzbohrer unter Benutzung der Bohrfiedel werden verwendet. Endlich kann man mit einem Kupferbolzen und Schmirgel mit Öl auf der Drehbank bohren. Am meisten Sorgfalt ist zuletzt notwendig, wenn der Bohrer die letzte dünne Schicht durchdringt, weil dabei das Glas leicht springt. Für größere Löcher benutzt man Messingröhren mit Schmirgel und Öl.

191. Schneiden von Glasplatten. Man bedient sich eines Glaserdiamanten (auch Glasschneider genannt). Er besteht aus einer Handhabe, an der unten ein mit einer Kante versehener Diamantkristall so befestigt ist, daß bei senkrechtem Aufsetzen der Handhabe auf eine Glasscheibe die Kante schräg zu der Glasfläche steht. Um zu verhindern, daß der Diamant aus seiner Fassung herausgebrochen wird, muß der Schneider richtig auf die Glasfläche aufgesetzt und in bestimmter Richtung bewegt werden. Hierzu ist an dem Griff einseitig ein Zeichen (Knopf, Kreis oder dgl.) angebracht, das bedeutet, daß beim richtigen Anfassern auf diesem Zeichen der Daumen der rechten Hand liegen muß. In dieser Haltung setzt man den Schneider auf die Glasfläche auf und zieht ihn unter sanftem Druck längs eines Lineals zu sich heran. Hierbei wird nicht nur die Oberfläche des Glases geritzt, sondern der Diamant wie ein Keil ein wenig in das Glas hineingedrückt, so daß es an dieser Stelle spaltet. Man erkennt dies an dem Auftreten des Spiegels an der Schnittlinie. Man faßt nun die beiden Teile rechts und links der Schnittlinie und kann durch Biegen die völlige Trennung bewirken.

192. Schneiden und Biegen enger Glasröhren. Man wendet sog. Biegeröhren an, die aus einem leichter erweichenden Glase bestehen. Zum Abschneiden oder Absprengen eines Stückes bringt man mit einer Glasfeile an der Schnittstelle einen Feilstrich an, der nicht um das ganze Rohr herumzuführen braucht. Dann faßt man das Rohr mit beiden Händen rechts und links vom Feilstrich und versucht, es unter gleichzeitigem Auseinanderziehen zu biegen; es bricht hierbei am Feilstrich durch.

Zum Biegen hält man das Rohr in die leuchtende Flamme eines Schnittbrenners, so daß eine etwa 5...8 cm lange Strecke erhitzt wird, und dreht das Rohr langsam um seine Längsachse in der Flamme, bis man merkt, daß es biegsam ist. Man biegt es nun außerhalb der Flamme zu der gewünschten Form und hält es dann kurze Zeit in dieser Lage bis zum Erstarren. Dann bewegt man die gebogene Stelle zunächst in der Flamme und dann über ihr einige Zeit hin und her, um ein zu schnelles Abkühlen zu verhindern. Zum völligen Erkalten legt man das noch heiße Rohr so hin, daß es an der heißen Stelle auf einigen Glasstücken aufliegt. Auf diese Weise wird das Entstehen starker Spannungen durch plötzliches und unregelmäßiges Abkühlen vermieden.

193. Mörtel zur Ausbesserung keramischer Steine, Herdauskleidungen usw. Die zum Aufbau und Ausbau der technischen Öfen, Feuerungen, Herde, Türme usw. dienenden Formsteine und Futter sind ganz verschieden zusammengesetzt, je nachdem wie sie durch Wärme und durch die chemische Einwirkung der Beschickung beansprucht werden. Daher gibt es auch keine allgemein verwendbaren Mörtel zur Befestigung oder Ausbesserung derartiger Steine. Was hier unter Mörtel verstanden wird, hat also auch nichts mit dem gewöhnlichen Mörtel zu schaffen, gehört vielmehr eher in das Gebiet der Kitte. Ein meist gangbarer Weg zur Herstellung geeigneter Mörtel besteht darin, daß ein gebrannter Stein von gleicher Art wie der auszubessernde Stein vermahlen und sein Mehl mit etwas Bindeton und Wasser angemacht wird. Wo die Beanspruchung durch Hitze nicht allzu hoch ist, kann zum Anmachen statt des Wassers auch eine verdünnte Lösung von Wasserglas verwendet werden, wodurch das Haftvermögen und die Bindekraft gesteigert wird. Auf diese Weise lassen sich Löcher in Schmelzöfen, Gebläsen, Feuerungen usw. ausbessern.

194. Flüssiges Holz. Mischung aus einer dünnen Kollodiumlösung mit Holzmehl. Ist gipsartig plastisch und erhärtet beim Verdunsten des Lösungsmittels. Auch als Spachtelkitt geeignet.

Hilfsbuch für Metalltechniker. Einführung in die neuzeitliche Metall- und Legierungskunde, erprobte Arbeitsverfahren und Vorschriften für die Werkstätten der Metalltechniker, Oberflächenveredelungsarbeiten u. a. nebst wissenschaftlichen Erläuterungen. Von Chemiker Georg Buchner, München. Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 14 Textabbildungen. XIII, 397 Seiten. 1923. Gebunden RM 10.80

Metallfärbung. Die wichtigsten Verfahren zur Oberflächenfärbung von Metallgegenständen. Von Ingenieur-Chemiker Hugo Krause, Iserlohn. IV, 206 Seiten. 1922. Gebunden RM 6.75

Metallniederschläge und Metallfärbungen. Praktische Anleitung für Galvaniseure und Metallfärber der Schmuckwaren- und sonstiger Metall verarbeitenden Industrien. Von Dipl.-Ing. F. Michel, Direktor der Staatl. Probieranstalt in Pforzheim. Mit 13 Abbildungen. VIII, 179 Seiten. 1927. RM 6.21

Die elektrolytischen Metallniederschläge. Lehrbuch der Galvanotechnik mit Berücksichtigung der Behandlung der Metalle vor und nach dem Elektroplattieren. Von Direktor Dr. W. Pfanhauser. Siebente Auflage. Mit 383 in den Text gedruckten Abbildungen. XIV, 912 Seiten. 1928. Gebunden RM 36.—

Schuchardt & Schütte's Technisches Hilfsbuch. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. J. Reinoldt, Berlin. Achte, verbesserte Auflage. Mit 500 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. IV, 556 Seiten. 1933. Gebunden RM 8.—

Grundzüge der Schmiertechnik. Berechnung und Gestaltung vollkommen geschmierter gleitender Maschinenteile. Lehr- und Handbuch für Konstrukteure, Betriebsleiter, Fabrikanten und höhere technische Lehranstalten. Von Erich Falz, Beratender Ingenieur für Schmiertechnik. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage. Mit 121 Abbildungen, 18 Zahlentafeln und 44 Berechnungsbeispielen. IX, 326 Seiten. 1931. Gebunden RM 26.50

Rostschutz und Rostschutzanstrich. Von Prof. Hermann Suida, Wien, und Priv.-Doz. Heinar Salvaterra, Wien. (Technisch-Gewerbliche Bücher, Bd. 6.) Mit 193 Abbildungen im Text. VI, 344 Seiten. 1931. Gebunden RM 24.—

Prinzipien der Galvanotechnik. Von Prof. J. Billiter, Wien. Mit 86 Textabbildungen. IV, 326 Seiten. 1934. Gebunden RM 25.50

Allgemeine und technische Elektrometallurgie. Von Prof. Dr. Robert Müller, Leoben. Mit 90 Textabbildungen. XII, 580 Seiten. 1932. Gebunden RM 32.50
