

Walter Müller

Oberflächenschutzschichten  
und  
Oberflächenvorbehandlung

# **Viewegs Fachbücher der Technik**

## **Fertigungstechnik**

Es erscheinen folgende Bände:

Zerspantechnik

Umformtechnik

Stanztechnik

Gießtechnik

Schweißtechnik

Galvanische Schichten und ihre Prüfung

Oberflächenschutzschichten und Oberflächenvorbehandlung

Werkzeugmaschinen

Vorrichtungsbau

Meß- und Prüftechnik

Walter Müller

# Oberflächenschutzschichten und Oberflächenvorbehandlung

Mit 50 Bildern und 23 Tabellen



Friedr. Vieweg + Sohn · Braunschweig

Dr.-Ing. *Walter Müller* ist Fachhochschullehrer der Fachhochschule Hagen, Abteilung Iserlohn, Fachbereichsleiter „Physikalische Technik“ und Stellvertreter des Rektors der Fachhochschule Hagen.

Verlagsredaktion: *Alfred Schubert, Willy Ebert*

ISBN 978-3-528-04059-8      ISBN 978-3-322-86003-3 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-322-86003-3

1972

Alle Rechte vorbehalten

Copyright © 1972 by Friedr. Vieweg + Sohn GmbH, Verlag, Braunschweig

Die Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder, auch für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, gestattet das Urheberrecht nur, wenn sie mit dem Verlag vorher vereinbart wurden. Im Einzelfall muß über die Zahlung einer Gebühr für die Nutzung fremden geistigen Eigentums entschieden werden. Das gilt für die Vervielfältigung durch alle Verfahren einschließlich Speicherung und jede Übertragung auf Papier, Transparente, Filme, Bänder, Platten und andere Medien.

Satz: Friedr. Vieweg + Sohn, Braunschweig

Druck: E. Hunold, Braunschweig

Buchbinder: W. Langelüdecke, Braunschweig

## Vorwort

In einem Band über Oberflächentechnik sollten die Vorbehandlung der Werkstücke, die wichtigsten Verfahren des Oberflächenschutzes und die Prüfung der Schutzschichten behandelt werden. Wegen des sich ergebenden Umfangs wurde eine Aufteilung in die Bände „Galvanische Schichten und ihre Prüfung“ und „Oberflächenschutzschichten und Oberflächenvorbehandlung“ vorgenommen.

Die beiden Bände wollen dem in der Ausbildung stehenden Techniker und Studenten der Ingenieurwissenschaften mit den Methoden und Möglichkeiten des Oberflächenschutzes vertraut machen. Darüber hinaus wollen sie aber auch dem in der Praxis stehenden Betriebsingenieur in mancherlei Hinsicht eine Hilfe bieten, sei es bei der Wahl des Oberflächenschutzverfahrens oder, wenn es darum geht, Fehlerursachen zu erkennen und zu beseitigen.

Theoretische Grundlagen werden soweit behandelt, wie es für die anwendungsbezogene Darstellung des Stoffes für erforderlich schien. Die in allen Kapiteln eingestreuten hauptsächlich chemischen Rezepturen und Betriebsbedingungen sind weniger für den Lernenden als für den auf den verschiedenen Gebieten praktisch Tätigen gedacht.

In engem Zusammenhang mit dem Abschnitt „Phosphatieren“ steht der Abschnitt IV, D.6 „Phosphatschichten und ihre Prüfung“ des Bandes „Galvanische Schichten und ihre Prüfung“.

Der Oberflächenbehandlung von Aluminium und seiner Legierungen wurde im Kapitel IV dieses Bandes ein eigener Abschnitt D gewidmet. Neben der Betrachtung der Schichtbildung, der Glänz-, Anodisier-, Färb- und Verdichtungsverfahren wird auf die Einrichtung eines Anodisierbetriebes näher eingegangen, wobei die Prüfmethode als zur Einrichtung gehörend mit behandelt werden.

Besonderer Dank gilt einschlägigen Firmen für die Überlassung von Bildunterlagen. Herrn Dipl.-Ing. *Justus Mundt* danke ich für die Überlassung der schematischen Darstellung verschiedener Flammstanzmethoden. Meinem Kollegen, Herrn Dipl.-Chem. *Gerhard Kloetz* bin ich für Anregungen bezüglich der Korrosionsprüfungen zu Dank verpflichtet, die im ersten Band behandelt werden.

Mögen die Bände dem in der Metallverarbeitung tätigen Techniker und Ingenieur und dem dahin Strebenden eine Hilfe sein. Für anregende Kritik ist der Verfasser stets dankbar.

## Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Schleifen und Polieren</b>	<b>1</b>
<b>A.</b>	<b>Mechanisches Schleifen</b>	<b>1</b>
1.	Schleifvorgang	1
2.	Schleifmittel	1
	a) Natürliche Schleifmittel	2
	b) Künstliche Schleifmittel	2
	c) Physikalische Eigenschaften der Schleifmittel	3
	d) Körnung der Schleifmittel	4
3.	Bindung der Schleifmittel	5
	a) Anorganische Bindung	5
	b) Organische Bindung	5
4.	Schleifscheibe	6
	a) Härtegrad der Schleifscheibe	6
	b) Gefüge der Schleifscheibe	7
	c) Formen der Schleifscheibe	7
	d) Behandlung der Schleifscheibe	9
5.	Schleifbänder	9
6.	Diamantwerkzeuge	10
7.	Schleifbearbeitung	11
	a) Schleifen mit Schleifscheiben	11
	b) Bandschleifen	14
	c) Automatisches Schleifen	17
	d) Schleif- und Polierhilfsmittel	18
<b>B.</b>	<b>Mechanisches Polieren</b>	<b>19</b>
1.	Poliervorgang	19
2.	Poliermittel	19
	a) Tripel	19
	b) Wienerkalk	20
	c) Kreide	20
	d) Polierrot	20
	e) Poliergrün	20
	f) Tonerde	20
	g) Diamant	20
3.	Polierscheiben und Polierbänder	20
	a) Tuschschwabbeln	21
	b) Polierringe	21
	c) Zungenringe	21
	d) Schleifmop	21
	e) Polierfilz	21
	f) Polierband	21
4.	Automatisches Polieren	22
5.	Polieren von Massengütern	23
6.	Mattieren und Kratzen	24
	a) Kratzen	24
	b) Mattieren	25

<b>C.</b>	<b>Elektrolytisches Polieren</b>	25
1.	Mechanismus des elektrolytischen Polierens	25
2.	Anwendung des elektrolytischen Polierens	27
3.	Polierelektrolyte	27
	a) Perchlorsäure-Essigsäureanhydrid-Elektrolyt	28
	b) Phosphorsäure-Schwefelsäure-Elektrolyt	31
<b>II.</b>	<b>Oberflächenreinigung</b>	33
<b>A.</b>	<b>Grobreinigung</b>	33
1.	Mechanische Grobreinigung	33
	a) Grobreinigung mittels mechanischer Reinigungsgeräte	33
	b) Strahlverfahren	35
2.	Thermische Grobreinigung (Entzunderung)	44
	a) Flammstrahlen	44
	b) Schutzflammen	46
3.	Chemische Entzunderung	46
	a) Beizen und Brennen	46
	b) Elektrolytische Entzunderung	54
	c) Abwittern	55
<b>B.</b>	<b>Feinreinigung (Entfettung)</b>	55
1.	Organische Feinreinigungsmittel	55
	a) Trichloräthylen	56
	b) Perchloräthylen	58
	c) Emulsionsentfettung	58
2.	Anorganische, alkalische Reinigungsmittel	59
	a) Verseifen	59
	b) Peptisieren	60
	c) Emulgieren	60
	d) Zusammensetzung alkalischer Reinigungsmittel	61
3.	Reinigungsverfahren mit alkalischen Lösungen	63
	a) Abkochentfettung und elektrolytische Entfettung	63
	b) Ultraschallreinigung	66
	c) Nachbehandlung	66
<b>III.</b>	<b>Anstrichmittelüberzüge</b>	67
<b>A.</b>	<b>Anstrichmittel, allgemeine Grundlagen</b>	67
1.	Anstrichmittelaufbau	67
	a) Aufbau von Außenanstrichen	67
	b) Kostenfragen	68
2.	Filmbildung	69
	a) Polykondensation	71
	b) Polyaddition	71
	c) Polymerisation	72

<b>B.</b>	<b>Natürliche Bindemittel</b>	<b>73</b>
1.	Anstrichmittel auf Ölbasis	73
	a) Naturöle	74
	b) Veredelte Naturöle	74
2.	Naturharzbindemittel	75
	a) Nicht veredelte Naturharze	75
	b) Veredelte Naturharze	76
	c) Cellulosederivate	77
<b>C.</b>	<b>Kunstharzbindemittel</b>	<b>77</b>
1.	Polykondensationsharze	78
	a) Aldehydharze	78
	b) Polyesterharze (Alkydharze)	80
	c) Polyamide	81
2.	Polyadditionsharze	81
	a) Isocyanatharze (Polyurethane)	81
	b) Epoxydharze	82
3.	Polymerisationsharze	83
	a) Polyäthylen	84
	b) Polyvinylchlorid	85
	c) Acrylat- und Metaacrylatpolymerisate	85
	d) Styrolpolymerisate und Mischpolymerisate	86
<b>D.</b>	<b>Weitere Bindemittel</b>	<b>86</b>
1.	Kautschukbindemittel	86
	a) Cyclokautschuk	86
	b) Chlorkautschuk	86
2.	Siliconanstrichmittel	87
3.	Anstrichmittel auf Teer- und Bitumenbasis	88
4.	Metallpigmentanstrichmittel	88
	a) Aluminium	88
	b) Zink	88
	c) Blei	89
<b>E.</b>	<b>Pigmente</b>	<b>89</b>
1.	Teilchengröße und Deckfähigkeit	89
2.	Pigmentierungsgrad und Pigmentreaktion	92
3.	Rostschutzpigmente	93
<b>F.</b>	<b>Verarbeitung und Trocknung der Anstrichmittel</b>	<b>94</b>
1.	Pinseltechnik	94
2.	Spritztechnik	95
	a) Einrichtung einer Lackiererei	95
	b) Spritzkabinen, Spritzstände	95
	c) Spritzpistole, Spritztechnik	96
	d) Warm-, Heiß-, Dampf- und Flammsspritzen	100
	e) Höchstdruckspritzverfahren (Airless-Spritzen)	100
3.	Elektrostatisches Spritzverfahren	101
4.	Tauchverfahren und Flutungsverfahren (Flow-coating-Verfahren)	102
5.	Lackierwalzenverfahren	103



6.	Elektrophoretisches Lackieren	103
	a) Wasserlösliche Bindemittel	103
	b) Grundlagen des Elektrophoreseverfahrens	104
	c) Eindringtiefe	107
	d) Elektrophoresebetrieb	107
7.	Einbrenntrocknung	108
	a) Umluftofen	110
	b) Infrarotofen	110
<b>IV.</b>	<b>Weitere Oberflächenschutzverfahren</b>	<b>111</b>
<b>A.</b>	<b>Mechanische Metallauftragsverfahren</b>	<b>111</b>
1.	Metallschmelztauchverfahren	111
	a) Feuerverzinken	111
	b) Feuerverzinnen	118
	c) Feuerverbleien	119
	d) Feuerveraluminieren	120
2.	Metallspritzverfahren	120
	a) Spritzverfahren	120
	b) Haftgrundvorbereitung	123
	c) Gefüge der Spritzschichten	124
	d) Nachbehandlung der Spritzschichten	125
	e) Anwendung des Metallspritzens	125
	f) Normen	127
<b>B.</b>	<b>Diffusions- und Vakuumabscheidungsverfahren</b>	<b>127</b>
1.	Diffusionsverfahren	127
	a) Sherardisieren	127
	b) Chromieren	128
	c) Alitieren	129
	d) Weitere Diffusionsverfahren	130
2.	Vakuumabscheidung von Metallen und Metallverbindungen	130
	a) Vakuumbedampfung	130
	b) Kathodenzerstäubung	136
<b>C.</b>	<b>Chemische Schutzschichterzeugung</b>	<b>139</b>
1.	Phosphatieren	139
	a) Vorgänge bei der Phosphatierung	139
	b) Kinetik der Phosphatschichtbildung	141
	c) Phosphatschichten	142
	d) Dünnschichtphosphatierung	142
	e) Phosphatieren mittels wasserfreier Lösungen	143
	f) Durchführung der Phosphatierung	144
2.	Chromatieren	144
3.	Stromlose Metallabscheidung	146
	a) Ionenaustauschverfahren	147
	b) Reduktionsverfahren	147

<b>D.</b>	<b>Oberflächenbehandlung von Aluminium und seiner Legierungen</b>	<b>151</b>
1.	Chemische Oxydationsverfahren	151
	a) Böhmitverfahren	151
	b) MBV-Verfahren	152
	c) EW-Verfahren	153
	d) Weitere chemische Oxydationsverfahren	153
2.	Vorbehandlung für elektrochemische Oxydationsverfahren	153
	a) Werkstoffe und ihre Auswahl	153
	b) Mechanische Oberflächenbehandlung	154
	c) Beizen	154
3.	Glänzerfahren	155
	a) Erftwerkverfahren	155
	b) Alupol-IV-Verfahren	157
	c) LPW-Verfahren	158
4.	Eloxalverfahren (Anodisierverfahren)	159
	a) Aufbau und Struktur der Eloxalschichten	159
	b) Gleichstrom-Schwefelsäureverfahren	164
	c) Gleichstrom-Schwefelsäure-Oxalsäureverfahren	165
	d) Oxalsäureverfahren	165
	e) Chromsäureverfahren	166
5.	Spezielle Eloxalverfahren	167
	a) Verfahren zur Farbanodisation	167
	b) Ematalverfahren	168
	c) Hartanodisieren	168
	d) Band- und Massenelexieren	170
6.	Allgemeine Bemerkungen zum Eloxieren	171
7.	Färben von Aluminium und von oxydiertem Aluminium	172
	a) Färben von Aluminium	172
	b) Färben von chemisch erzeugten Aluminiumoxidschichten	173
	c) Färben von anodisch erzeugten Aluminiumoxidschichten	174
	d) Eloxalschicht als Träger lichtempfindlicher Stoffe	175
8.	Verdichten (Sealen) der Eloxalschichten	178
	a) Heißwasser- und Dampfverdichtung	178
	b) Nickelacetat- und Nickelacetat-Kobaltacetat-Verdichtung	179
	c) Bichromatverdichtung	179
9.	Eloxierfehler	179
10.	Ausstattung der Anodisierbetriebe	180
	a) Allgemeine Betriebsanlage	180
	b) Organisation	181
11.	Prüfmethoden und Verfahren	182
	a) Schichtdickenmessung	183
	b) Kontrolle der Verdichtung	184
	c) Prüfung der Farbeindringtiefe	185
	d) Prüfung der Lichtbeständigkeit	186
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>187</b>