

Inhaltsverzeichnis

1	Oberflächentechnik – Anwendung und Gliederung	1
2	Mechanische Verfahren der Oberflächentechnik	3
2.1	Schleifen und Polieren	3
2.2	Sonderheiten beim Schleifen und Polieren von Kunststoffen	4
2.3	Schleif- und Poliermittel	5
2.4	Schleif- und Poliermaschinen und -verfahren	12
3	Oberflächenbehandlung durch Strahlmittel	19
3.1	Der Arbeitsvorgang	19
3.2	Strahlanlagen	20
3.3	Shot-peening	25
3.4	Strömungsschleifen	27
3.5	Umweltaspekte beim Schleifen und Polieren	28
4	Öle und Fette in der Industrie	31
4.1	Eigenschaftsgrößen von Schmierstoffen	31
4.2	Chemische Komponenten des Schmierstoffaufbaus und ihre Bewertung aus Sicht des Oberflächentechnikers	32
4.3	Anforderungen und Auftragsmengen der Schmierstoffe und Korrosionsschutzöle in der Blechbearbeitung	36
4.4	Festschmierstoffe	38
4.5	Umweltschutz bei der Verwendung von Ölen und Fetten – Emulsionen, In-process-recycling und Abfallbehandlung	39
5	Reinigen und Entfetten	43
5.1	Theorie der Reinigung	43
5.2	Stabilität der Waschlösung als kolloidchemischer Vorgang	44
5.3	Produkte zum industriellen Reinigen	45
5.4	Reinigungsverfahren	50
5.4.1	Reinigen mit und ohne Lösungsmittel	50
5.4.2	Reinigen mit wässrigen Lösungen und Emulsionen	52
5.4.3	Niederdruck-Plasmareinigung	72
5.5	Umweltschutz bei der Reinigung – In-Process-Recycling und Entsorgung von Reinigungsbädern	73
6	Phosphatieren	87
6.1	Systematik der Phosphatierung	87
6.2	Theorie der Phosphatschichtbildung	88
6.3	Die Eisenphosphatierung	90
6.3.1	Eigenschaften von Eisenphosphatschichten	90
6.3.2	Eisenphosphatiervorgang	92
6.4	Zinkphosphatierungen	94
6.4.1	Eigenschaften von Zinkphosphatschichten	94
6.4.2	Zinkphosphatiervorgang	99

6.5	Manganphosphatierungen	107
6.6	Umweltschutz beim Phosphatieren – In-Process-Recycling und Konstruktion von Phosphatieranlagen	107
7	Chromatierverfahren und Brünierungen	109
7.1	Gelbchromatierung, Transparentchromatierung	109
7.2	Blauchromatierung	110
7.3	Grün- oder Olivchromatierung	111
7.4	Schwarzchromatierung	112
7.5	Verwendung und Korrosionsschutzwert von Chromatierungen	112
7.6	Brünierungen	113
7.7	Umweltschutz beim Chromatieren – In-Process-Recycling und Abwasserbehandlung von Chromatierlösungen	114
7.8	Chromfreier Ersatz	116
8	Beizen und Entrosten	117
8.1	Beizen von unlegiertem und legiertem Stahl	117
8.2	Beizen von Buntmetallen	120
8.3	Beizen von Zink- und Aluminiumwerkstoffen	121
8.4	Beizen von Kunststoffen	124
8.5	Inhibitoren und Beizbeschleuniger	124
8.6	Beizanlagen	126
8.7	Umweltschutz beim Beizen – Regenerieren von Beizsäure und Lauge ..	126
9	Spültechnik nach Vorbehandlungen	137
9.1	Spülen nach einem alkalischen Reinigungsprozeß	137
9.2	Spülen nach Phosphatierprozessen	138
9.3	Spülen nach sauren Beizprozessen	139
9.4	Spülwassertemperatur	140
9.5	Umweltschutz beim Spülen – Spülwasserrecycling	140
9.6	Berechnung der Spülwassermenge	144
10	Trocknung	157
10.1	Trocknen mit entwässernden Flüssigkeiten oder durch mechanische Hilfen	157
10.2	Trocknen mit heißer Luft	159
10.3	Infrarot-Trocknung	160
11	Angewandte Vorbehandlungsverfahren	163
11.1	Oberflächenvorbehandlung von Draht	163
11.2	Vorbehandlung in der Stahlblechemaillierung	167
11.2.1	Vorbehandlung für konventionelle Emaillierverfahren im Spritz-, Tauch- elaktrostatischem Spritz- oder Pulverauftrag	168
11.2.2	Vorbehandlungsverfahren bei einer Direktweißemaillierung (DWE)	172
11.2.3	Vorbehandlung bei elektrophoretischen Tauchemaillierung (ETE)	173
11.3	Vorbehandlung vor dem Lackieren von Stahlblech	174

12 Organische Beschichtungen – Farbe und Lack	177
12.1 Bestandteile organischer Beschichtungen	177
12.2 Herstellung von Farben und Lacken	183
12.3 Verarbeitung lösungsmittelhaltiger Farben und Lacke	192
12.3.1 Auftragsverfahren und -hilfsmittel	193
12.3.1.1 Auftragsgeräte	193
12.3.1.2 Auftragskabinen	199
12.3.1.3 Lackversorgung	205
12.3.2 Abdunsten und Trocknen	206
12.3.3 Abluftentsorgung	211
12.3.4 Die Entlackung	218
12.4 Wasserhaltige Lacke	225
12.4.1 Wasserlacke	225
12.4.2 Elektro-Tauchlacke (ETL)	230
12.4.2.1 Prinzipielles der anaphoretischen und der kataphoretischen Tauchlackierung	230
12.4.2.2 Technische Elektrotauchlackierungen	232
12.5 Pulverlackierung	237
12.5.1 Pulverlacke	237
12.5.2 Pulverlackauftrag und -kabinen	239
12.5.3 Wirbelsintern und Flammsspritzen von Pulvern	254
12.5.4 Weitere organische Beschichtungen und ihre Verarbeitung	256
12.5.4.1 Autophoreselack	256
12.5.4.2 High-Solid-Lacke	257
12.5.4.3 Überkritische Sprühlacke (SCF-Lacke)	259
12.5.4.4 Verpackungslacke	260
12.5.4.5 Folienüberzüge von Bandmaterial	260
12.5.5 Das Bedrucken von Metallen	262
12.5.5.1 Siebdruck	263
12.5.5.2 Tampondruck	265
13 Das Emaillieren	267
13.1 Emails und Emaillierungen	267
13.2 Die Herstellung von Emails	271
13.3 Emaillierfähiger Stahl	278
13.4 Emaillierverfahren	282
13.4.1 Nassemaillierung	283
13.4.2 Nassauftrag von Emailschildern	285
13.4.3 Die Trocknung	291
13.5 Pulveremail und -auftrag auf Stahlblech	293
13.6 Der Emailbrand	295
13.7 Emaillieren von Bandstahl	302
13.8 Gußeisenemaillierung – Puderemaillierung	303
13.9 Dekoremail, Effektemail	304
13.10 Umweltschutz beim Emaillieren	305
14 Chemisches Metallisieren	307
14.1 Austauschmetallisieren	311

14.2	Chemisch reduktives Metallisieren	312
14.2.1	Reduktion mit Formaldehyd	312
14.2.2	Reduktion mit Borwasserstoff-Derivaten	313
14.2.3	Reduktion mit Hypophosphit $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	316
14.2.4	Weitere Reduktionsmittel	317
14.3	Chemisch vernickeln	318
14.3.1	Anforderungen an den Grundwerkstoff	318
14.3.2	Badparameter und ihr Einfluß auf die Schichteigenschaften	319
14.4	Eigenschaften der Ni-P-Schichten	324
14.5	Anlagen zum chemischen Vernickeln	328
14.6	Chemisch metallisieren von Kunststoffen	330
14.7	Dispersionsschichten	332
14.8	Umweltschutz beim chemischen Metallisieren – In-Process-Recycling und Abwasserbehandlung	334
15	Galvanisches Metallisieren	337
15.1	Theoretische Grundlagen	337
15.2	Galvanotechnische Anlagen	346
15.3	Sonderverfahren	354
15.3.1	Hochgeschwindigkeits-Strömungszelle	354
15.3.2	Jet-Plating	355
15.3.3	Tampongalvanik	356
15.3.4	Dispersionsschichten	358
15.3.5	Galvanoformung	359
15.3.6	Pulse-Plating	360
15.3.7	Elektropolieren und Strippen	360
15.4	Spezielle galvanische Verfahren	361
15.4.1	Kupferschichten	361
15.4.2	Nickelschichten	363
15.4.3	Zinkschichten	364
15.4.4	Zinnschichten	368
15.4.5	Chromschichten	369
15.4.6	Legierungsschichten	376
15.5	Stoff- und Energiebilanz galvanotechnischer Anlagen	376
15.6	Umweltschutz und Abfallentsorgung in der Galvanik	383
16	Schmelztauchschichten	387
16.1	Feueraluminieren	387
16.2	Feuerverbleien	388
16.3	Feuerverzinnen	388
16.4	Feuerverzinken	389
16.4.1	Stückverzinken	390
16.4.2	Verzinken von Bandstahl	394
17	Diffusionsschichten	403
17.1	Härten	403
17.2	Aufkohlen	409
17.3	Carbonitrieren	415

17.4 Nitrieren	415
17.5 Borieren	418
17.6 Silizieren	421
17.7 Alitieren	422
17.8 Inchromieren	423
17.9 Sherardisieren	423
18 Metallische Dickschichten	425
18.1 Dickschichtauftrag durch Schweißen	425
18.2 Plattieren	429
18.3 Metallspritzen	431
19 Dünnschichttechnologie	439
19.1 Physik von Gasen und Dämpfen	439
19.2 CVD-Verfahren	441
19.3 PVD-Verfahren	449
19.4 Der Kunststoff und das Vakuumbedampfen von Kunststoff	461
19.5 TiC-, TiN-, TiAlN- und anderen Schichten	464
19.6 Beschichten von Massenartikeln: Architekturglas und Reflektoren, Kohlenstoffschichten	468
20 Chemische und anodische Oxidschichtbildung bei Aluminium	471
20.1 Chemische Schichtbildung	471
20.2 Anodisieren von Aluminium	471
20.3 Einfärben von Oxidschichten auf Aluminium	478
21 Behandlungsgerechtes Konstruieren	481
22 Umweltschutz in der Galvanik und bei anderen chemischen Prozessen – Grundzüge der Abwasserbehandlung im oberflächentechnischen Betrieb	487
22.1 Chemische Reaktionen bei der Abwasserbehandlung	489
22.2 Abwasseraufbereitung im mittelständischen Betrieb	494
23 Beschichtungsfehler und ihre Ursachen	499
23.1 Schleif- und Polierfehler bei metallischen Werkstücken	499
23.2 Vorbehandlungsfehler	501
23.3 Lackierfehler	503
23.4 Emaillierfehler	507
23.5 Fehler beim chemischen Metallisieren	513
23.6 Fehler beim galvanischen Beschichten	515
23.6.1 Chromschichten	515
23.6.2 Kupferschichten	516
23.6.3 Nickelschichten	517
23.6.4 Silberschichten	518
23.6.5 Zinkschichten	518
23.6.6 Zinnschichten	521

24 Literatur	523
25 Bildquellennachweis	535
26 Stichwortverzeichnis	539