

Klaus-Peter Müller

Praktische Oberflächentechnik

Vorbehandeln – Beschichten – Prüfen

Mit 436 Bildern und 69 Tabellen

3., überarbeitete Auflage



Inhaltsverzeichnis

1	Oberflächentechnik - Anwendung und Gliederung	1
2	Mechanische Verfahren der Oberflächentechnik.....	3
2.1	Schleifen und Polieren metallischer Werkstücke	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 Strahlmitteln.....	17
3.1	Der Arbeitsvorgang.....	17
3.2	Strahlanlagen.....	18
4	Öle und Fette in der Industrie.....	25
4.1	Eigenschaftsgrößen von Schmierstoffen.....	25
4.2	Chemische Komponenten des Schmierstoffaufbaus und ihre Bewertung aus Sicht des Oberflächentechnikers	26
4.3	Anforderungen und Auftragsmengen der Schmierstoffe und Korrosionsschutzöle in der Blechbearbeitung	30
4.4	Festschmierstoffe.....	32
5	Reinigen und Entfetten	35
5.1	Theorie der Reinigung.....	35
5.2	Stabilität der Waschflotte als kolloidchemischer Vorgang.....	36
5.3	Produkte zum industriellen Reinigen	37
5.4	Reinigungsverfahren.....	42
5.4.1	Reinigen mit und ohne Lösemitteln	42
5.4.2	Reinigen mit wässrigen Lösungen und Emulsionen	44
5.4.3	Niederdruck-Plasmareinigen.....	64
5.5	In-Process-Recycling von Reinigungsbädern	65
6	Phosphatieren	79
6.1	Systematik der Phosphatierungen	79
6.2	Theorie der Phosphatschichtbildung	81
6.3	Die Eisenphosphatierung.....	82
6.3.1	Eigenschaften von Eisenphosphatschichten.....	82
6.3.2	Eisenphosphatierv Verfahren.....	84
6.4	Zinkphosphatierungen.....	86
6.4.1	Grundlagen der Zinkphosphatierung.....	86
6.4.2	Zinkphosphatierv Verfahren.....	91
6.5	Manganphosphatierungen	99

7 Chromatierverfahren und Brünierungen.....	101
7.1 Gelbchromatierung, Transparentchromatierung	101
7.2 Blauchromatierung.....	102
7.3 Grün- oder Olivchromatierung.....	103
7.4 Schwarzchromatierungen.....	104
7.5 Verwendung und Korrosionsschutzwert von Chromatierungen	104
7.6 Brünieren.....	105
8 Beizen und Entrosten	107
8.1 Beizen von unlegiertem und legiertem Stahl	107
8.2 Beizen von Buntmetallen	110
8.3 Beizen von Zink- und Aluminium-Werkstoffen	111
8.4 Beizen von Kunststoffen	114
8.5 Inhibitoren und Beizbeschleuniger.....	114
8.6 Beisanlagen.....	116
8.7 Beizsäureregenerierung.....	116
9 Spültechnik nach Vorbehandlungen	121
9.1 Spülen nach einem alkalischen Reinigungsprozeß.....	121
9.2 Spülen nach Phosphatierprozessen.....	122
9.3 Spülen nach sauren Beizprozessen.....	123
9.4 Spülwassertemperaturen.....	124
9.5 Spülwasserrecycling.....	124
9.6 Berechnung der Spülwassermengen.....	126
9.7 Trocknung	136
10 Angewandte Vorbehandlungsverfahren.....	137
10.1 Oberflächenvorbehandlung von Draht.....	137
10.2 Vorbehandlungsverfahren in der Stahlblechemaillierung.....	141
10.2.1 Vorbehandlung für konventionelle Emaillierverfahren im Spritz-, Tauch-, elektrostatischem Spritz- oder Pulverauftrag.....	142
10.2.2 Vorbehandlungsverfahren bei einer Direktweiß-Emaillierung (DWE).....	146
10.2.3 Vorbehandlung vor einer elektrophoretischen Tauchemaillierung (ETE)	147
10.3 Vorbehandlung vor dem Lackieren von Stahlblech.....	148
11 Auftragsschichten und ihre Anwendungen	151
11.1 Anwendungen.....	151
11.2 Verknüpfung der Herstellung von Auftragsschichten mit der Vorbehandlung.....	152
12 Organische Beschichtungen - Farben und Lacke	155
12.1 Bestandteile organischer Beschichtungen	155
12.2 Herstellung von Farben und Lacken	161

12.3	Verarbeitung lösungsmittelhaltiger Farben und Lacke	170
12.3.1	Auftragsverfahren und -hilfsmittel	171
12.3.1.1	Auftragsgeräte	171
12.3.1.2	Auftragskabinen	177
12.3.1.3	Lackversorgung	183
12.3.2	Abdunsten und Trocknen	184
12.3.3	Abluftentsorgung	189
12.3.4	Die Entlackung	196
12.4	Wasserhaltige Lacke	202
12.4.1	Wasserlacke	202
12.4.2	Elektro-Tauchlacke (ETL)	208
12.4.2.1	Prinzipielles der anaphoretischen und der kataphoretischen Tauchlackierung	208
12.4.2.2	Technische Elektrotauchlackierungen	210
12.5	Pulverlackierung	215
12.5.1	Pulverlacke	215
12.5.2	Pulverlackauftrag und -kabinen	217
12.5.3	Wirbelsintern und Flammgespritzten von Pulverlacken	231
12.5.4	Weitere organische Beschichtungen und ihre Verarbeitung	233
12.5.4.1	Autophoreselacke	233
12.5.4.2	High-Solid-Lacke	234
12.5.4.3	Überkritische Sprühlacke (SCF-Lacke)	236
12.5.4.4	Verpackungslacke	237
12.5.4.5	Folienüberzüge von Bandmaterial	238
12.5.5	Das Bedrucken von Metallen	239
12.5.5.1	Siebdruck	240
12.5.5.2	Tampondruck	242
13	Das Emaillieren	245
13.1	Emails und Emaillierungen	245
13.2	Die Herstellung von Emails	249
13.3	Emaillierfähiger Stahl	255
13.4	Emaillierverfahren	259
13.4.1	Naßemaillierung	260
13.4.2	Naßauftrag von Emailslickern	262
13.4.3	Die Trocknung	268
13.5	Pulveremail und -auftrag auf Stahlblech	269
13.6	Der Emailbrand	272
13.7	Emaillieren von Bandstahl	279
13.8	Gußeisenermaillierung - Puderemaillierung	280
13.9	Dekoremail, Effektemail	281
14	Chemisches Metallisieren	283
14.1	Austauschmetallisieren	287
14.2	Chemisch reduktives Metallisieren	288

14.2.1	Reduktion mit Formaldehyd	288
14.2.2	Reduktion mit Borwasserstoff-Derivaten	289
14.2.3	Reduktion mit Hypophosphit $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	292
14.2.4	Weitere Reduktionsmittel.	293
14.3	Chemisch vernickeln	294
14.3.1	Anforderungen an den Grundwerkstoff.....	294
14.3.2	Badparameter und ihr Einfluß auf die Schichteigenschaften.....	295
14.4	Eigenschaften der Ni-P-Schichten.....	300
14.5	Anlagen zum chemischen Vernickeln	304
14.6	Chemisch Metallisieren von Kunststoffen	306
14.7	Dispersionsschichten	308
15	Galvanisches Metallisieren	311
15.1	Theoretische Grundlagen	311
15.2	Galvanotechnische Anlagen	319
15.3	Sonderverfahren	327
15.3.1	Hochgeschwindigkeits-Strömungszellen	327
15.3.2	Jet-Plating	328
15.3.3	Tampongalvanik	329
15.3.4	Dispersionsschichten.....	331
15.3.5	Galvanoformung	332
15.3.6	Pulse-Plating	333
15.3.7	Elektropolieren und Strippen	333
15.4	Spezielle galvanische Verfahren	333
15.4.1	Kupferschichten	334
15.4.2	Nickelschichten.....	336
15.4.3	Zinkschichten.....	337
15.4.4	Zinnschichten.....	340
15.4.5	Chromschichten	341
15.4.6	Legierungsschichten	346
15.5	Stoff- und Energiebilanz galvanotechnischer Anlagen	347
16	Schmelztauchschichten	353
16.1	Feueraluminieren.....	353
16.2	Feuerverbleien.....	354
16.3	Feuerverzinnen.....	354
16.4	Feuerverzinken.....	355
16.4.1	Stückverzinkung	355
16.4.2	Verzinken von Bandstahl.....	360
17	Diffusionsschichten	369
17.1	Härten.....	369
17.2	Aufkohlen.....	375
17.3	Carbonitrieren	378
17.4	Nitrieren	379

17.5 Borieren.....	382
17.6 Silizieren	384
17.7 Alitieren.....	385
17.8 Inchromieren	386
17.9 Sherardisieren.....	387
18 Metallische Dickschichten	389
18.1 Dickschichtauftrag durch Schweißen.....	389
18.2 Plattieren	393
18.3 Metallspritzen.....	394
19 Dünnschichttechnologie	401
19.1 CVD-Verfahren.....	402
19.2 PVD-Verfahren	408
19.3 Der Kunststoff und das Vakuumbedampfen von Kunststoffen.....	421
19.4 TiC-, TiN-, TiAlN- und andere Schichten	424
19.5 Beschichten von Massenartikeln: Architekturglas und Reflektoren.....	428
20 Chemische und anodische Oxidschichtbildung bei Aluminium	429
20.1 Chemische Schichtbildung.....	429
20.2 Anodisieren von Aluminium.....	429
20.3 Einfärben von Oxidschichten auf Aluminium.....	436
21 Behandlungsgerechtes Konstruieren	439
22 Korrosion metallischer Oberflächen	445
22.1 Korrosionserscheinungen.....	445
22.2 Die elektrochemische Ursache der Korrosion.....	446
22.3 Anlaufen metallischer Schichten.....	447
23 Reibung und Verschleiß	449
24 Grundzüge der Abwasserbehandlung im oberflächentechnischen Betrieb	457
24.1 Chemische Reaktionen bei einer Abwasserbehandlung.....	459
24.2 Abwasseraufbereitung im mittelständischen Betrieb	465
25 Beschichtungsfehler und ihre Ursachen	469
25.1 Schleif- und Polierfehler bei metallischen Werkstücken	469
25.2 Vorbehandlungsfehler	471
25.3 Lackierfehler	473
25.4 Emaillierfehler.....	478
25.5 Fehler beim chemisch Metallisieren.....	484
25.6 Fehler beim galvanischen Beschichten	485
25.6.1 Chromschichten	485
25.6.2 Kupferschichten	486

25.6.3 Nickelschichten.....	487
25.6.4 Silberschichten.....	488
25.6.5 Fehler bei Zinkschichten.....	488
25.6.6 Zinnschichten.....	490
26 Anmerkungen zu Prüfmethoden. Die wichtigsten DIN-Vorschriften	493
26.1 Rauigkeitsmeßmethoden	493
26.2 Prüfungen bei Korrosionsschutzölen, Schmiermitteln und Emulsionen.	495
26.3 Prüfungen an Entfettungsbädern	496
26.4 Prüfungen im Phosphatierbereich	497
26.5 Prüfungen beim Beizen.....	498
26.6 Prüfungen beim Lackieren	499
26.7 Prüfungen bei emaillierten Schichten.....	507
26.8 Prüfungen an metallischen Schichten.....	507
26.9 Prüfungen an Hartstoffschichten.....	508
26.10 Wichtige DIN-Vorschriften und Prüfmethoden.....	511
26.10.1 Rauigkeitsmessungen, Messungen des Oberflächenprofils	511
26.10.2 Schichtdickenmessungen	513
26.10.3 Korrosionsschutzprüfungen	514
26.10.4 Prüfungen an organischen Schichten	517
26.10.5 Prüfungen an Emailschichten.....	519
26.10.6 Prüfung anorganischer, nichtmetallischer Schichten außer Emails.....	520
26.10.7 Prüfung metallischer Schichten.....	521
26.10.8 Verschleißprüfungen und anderweitige Prüfmethoden.....	521
27 Literatur	523
28 Bildquellennachweis	535
29 Stichwortverzeichnis	539