

LEHRBUCHREIHE GALVANOTECHNIK

Lehrbuch der Galvanotechnik

Band I: Allgemeine Galvanotechnik

Dr.-Ing. habil. Jürgen N. M. Unruh

1. Auflage mit 151 Abbildungen
und 83 Tabellen



Fachverlag für ■ Oberflächentechnik –
Galvanotechnik
Produktion von Leiter-
platten und Systemen

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	13
2 Einsatzbedingungen, Anforderungen und Funktionen galvanischer Schichten	18
2.1 Allgemeines	18
2.2 Einsatzbedingungen	18
2.3 Anforderungen an das Verbundsystem Rohteil – Schicht	26
2.4 Funktionen galvanischer Schichten und beschichteter Werkstücke	28
3 Rohteileigenschaften und ihre Auswirkungen auf die Schicht	39
3.1 Einführung	39
3.2 Grundmaterial – seine Eignung, seine Fehler	40
3.2.1 Topographie und Homogenität, elektrochemische Eigenschaften	41
3.2.2 Knetwerkstoffe	42
3.2.3 Gusswerkstoffe, Sinterwerkstoffe	42
3.2.4 Nichtleiter	43
3.2.5 Unedle Metalle	43
3.3 Galvanisiergerechte Konstruktion	47
3.3.1 Fertigungsgerechte Konstruktion	47
3.3.2 Vorbehandlungsgerechte Konstruktion	48
3.3.3 Abscheidungsgerechte Konstruktion	48
3.3.4 Spültechnik und umweltschutzgerechte Konstruktion	52
3.4 Deckschichten und Kontaminationen auf Rohteilen und die prinzipiellen Möglichkeiten ihrer Entfernung	54
3.4.1 Oxide spezieller Metalle und Legierungen	54
3.4.2 Ölkohle	56
4 Vorbehandlung	57
4.1 Vorbehandlungsarten	66
4.2 Vorbehandlungsmedien	73

4.2.1	Arten	73
4.2.2	Wässrige Medien	74
4.2.2.1	Alkalische Medien	74
4.2.2.2	Saure Medien	76
4.2.2.3	Neutrale Medien.....	76
4.2.2.4	Oxidierende Medien.....	77
4.2.2.5	Elektrolyte für die anodische und kathodische Behandlung ..	78
4.2.3	Kohlenwasserstoffe (organische Medien).....	78
4.2.3.1	CKW (Chlorkohlenwasserstoffe).....	78
4.2.3.2	FKW (Fluorkohlenwasserstoffe).....	79
4.2.3.3	Sauerstoffhaltige Lösemittel	79
4.2.4	Spezielle Mischungen.....	80
4.2.4.1	Schüttungen von Schleifmitteln	80
4.2.4.2	Schüttungen von Schleifkörpern.....	80
4.2.4.3	Schüttungen von Schleifkörpern mit Compounds	81
4.2.4.4	Wiener Kalk und Ähnliches	81
4.2.5	Energieträger	81
4.2.5.1	Strömende Medien	81
4.2.5.2	Wärmeübertragende Medien	82
4.2.5.3	Strahlung.....	82
4.3	Vorbehandlungsanlagen	83
4.3.1	Arten	84
4.3.2	Anlagen für die chemisch-mechanische Behandlung	84
4.3.3	Anlagen für die elektrochemische Behandlung	87
4.3.4	Spezialanlagen	87
4.3.5	Prozessintegrierter Umweltschutz in der Vorbehandlung.....	89
4.4	Prozessprüfungen	91
4.4.1	Messungen im Vorbehandlungsprozess	91
4.4.2	Prüfung der vorbehandelten Oberflächen	96
4.5	Prozessführung und Intensivierung.....	102
4.6	Aufbewahrung vorbehandelter Werkstücke	103
5	Elektrolyte	105
5.1	Ionen.....	105
5.2	Elektrolytische Dissoziation.....	106
5.2.1	Dissoziierende Stoffe; Säuren, Basen, Salze	106
5.2.2	Potenzielle Elektrolyte	106

5.2.3	Schwache und starke Elektrolyte	107
5.2.4	Wasser	107
5.2.4.1	pH-Wert	107
5.2.4.2	Hydrolyse	108
5.2.4.3	Pufferung	109
5.2.5	Hydratisierte und Komplexe	109
5.3	Löslichkeit	110
5.4	Gerichtete Ionenbewegung	110
5.4.1	Ionenwanderung und Überführung	110
5.4.2	Leitfähigkeit	111
5.5	Elektrolytarten	111
5.5.1	Grundzusammensetzung	111
5.5.2	Anionen- und Komplexbildnerarten	113
5.5.3	Zusätze	114
5.5.4	Prinzipien der Elektrolytformulierung	116
6	Elektrodenvorgänge	120
6.1	Stoffumsatz	120
6.1.1	Elektrochemische Reaktionen	120
6.1.2	Stöchiometrie und Faradaysche Gesetze	121
6.1.3	Mitabscheidung von Stoffen, Stromausbeute	122
6.1.4	Schichtdicke, Expositionszeit, Stromdichte	124
6.2	Energieumsatz	125
6.2.1	Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie und umgekehrt	125
6.2.2	Nernstsche Gleichung	126
6.2.3	Überspannung, Polarisation	127
6.3	Strom-Spannungs-Beziehungen	127
7	Galvanotechnische Elektrolyteigenschaften	136
7.1	Allgemeine Eigenschaften	136
7.2	Dichte	136
7.3	Transporteigenschaften	137
7.4	Streifbarkeit	138
7.5	Mikrostreifbarkeit, Einebnung, Rauheit	142
7.6	Potenzial-pH-Diagramme (Pourbaix-Diagramme)	146
7.7	Spezifische Wärmekapazität	148

8 Kathodische Reaktion	150
8.1 Metallabscheidung	150
8.1.1 Abscheidung aus wässrigen Elektrolyten	152
8.1.1.1 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten – Elektrokristallisation, Substrateinfluss, Inhibition, Stromdichte- und Röhreinfluss	152
8.1.1.2 Die Metalle Indium, Thallium, Zinn, Blei, Antimon, Bismut, Arsen	178
8.1.1.3 Die Metalle Kupfer, Silber, Gold	181
8.1.1.4 Die Metalle Zink und Cadmium	183
8.1.1.5 Die Metalle Eisen, Cobalt, Nickel	185
8.1.1.6 Die Metalle Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium, Platin	187
8.1.1.7 Die Metalle Chrom, Mangan und Rhenium	188
8.1.2 Abscheidung aus nichtwässrigen Elektrolyten	188
8.1.3 Abscheidung aus Schmelzen	188
8.2 Wasserstoffabscheidung	189
8.3 Reduktion von Organika	189
8.4 Legierungsabscheidung	190
8.5 Dispersionsschichten	194
8.6 Chemisch-reduktive Metallabscheidung	195
9 Anodische Oxidation	198
9.1 Metallauflösung	205
9.2 Sauerstoffabscheidung, Passivität	207
9.2.1 Sauerstoffabscheidung	207
9.2.2 Passivität	207
9.2.3 Anodische Oxidation von Metallen	208
9.3 Anodische Oxidation von Organika	209
9.4 Anodische Oxidation anderer Ionen	209
9.5 Chlorabscheidung	210
10 Konversionsschichten	212
10.1 Salzsichten	213
10.2 Oxidschichten	216
10.3 Metallfärben	216
10.4 Korrosion	217

11 Elektrolytverunreinigungen	219
11.1 Kontaminationsquellen	220
11.2 Anreicherungen.....	232
11.3 Regenerierungen	234
12 Spülwässer	239
12.1 Allgemeines	239
12.2 Anreicherung.....	249
12.3 Stationäre Verhältnisse	253
12.4 Mehrfachspülung	254
12.5 Ausschleppung, Rückführung und Prozessführung.....	254
12.6 Spülwasserregelung.....	272
12.7 Physikalische Einflüsse auf die Ausschleppung.....	273
12.8 Spülzeit und Badbewegung	282
12.9 Direktentgiftung (Tauchentgiftung)	284
13 Anlagentechnik	290
13.1 Arbeitsraum.....	290
13.1.1 Raumverhältnisse.....	290
13.1.2 Fußboden	290
13.1.3 Be- und Entlüftung	290
13.1.4 Beleuchtung.....	291
13.1.5 Stromversorgung.....	292
13.1.6 Wasserversorgung.....	292
13.2 Galvanisierapparate und -anlagen	294
13.2.1 Arten.....	299
13.2.2 Eintauchgalvanisieren.....	300
13.2.3 Galvanisieren mit Relativbewegung	300
13.2.4 Galvanisieren mit intensiver Bewegung	301
13.2.5 Partielles Galvanisieren	301
14 Prozessführung und Intensivierung	306
14.1 Prozessführung.....	306
14.2 Prozessintensivierung.....	307
15 Trocknung	331
15.1 Wirkung der Reste der Behandlungslösung	331
15.2 Trockenflecke	331

15.3 Minimierung der Fremdstoffmasse auf der Oberfläche	333
15.4 Trocknungsprozess, Trocknungsanlagen.....	333
16 Schicht- und Bauteileigenschaften	339
16.1 Übersicht	339
16.2 Grundeigenschaften von Schichten.....	340
16.3 Optisch-dekorative Eigenschaften.....	341
16.4 Mechanische Eigenschaften.....	341
16.5 Chemische und elektrochemische Eigenschaften	342
16.6 Elektronische Eigenschaften	343
16.7 Spezielle physikalische Eigenschaften.....	343
16.8 Technisch-technologische Eigenschaften.....	344
16.9 Gebrauchseigenschaften.....	345
Stichwortverzeichnis	347