

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgaben der prozeßbegleitenden Analytik	27
	Literatur zu Kapitel 1	28
2	Überwachen durch Analytik in Galvanotechnik und außenstromloser Metallabscheidung	29
2.1	Allgemeines	29
2.2	Untersuchungen	30
2.2.1	Analytische Untersuchungen	30
2.2.2	Elektrochemische Untersuchungen.....	34
2.3	Strategie der analytischen Badüberwachung	38
2.3.1	Festlegung der Qualitätsmatrix	39
2.3.2	Beschreibung der Zusammenhänge zwischen Schichteigenschaften und Badzusammensetzung	39
2.3.3	Bestimmung des Verbrauchs an Badchemikalien	40
2.3.4	Erstellen des Überwachungsplanes	41
2.3.5	Ergänzen der Badchemikalien.....	45
2.4	Eingangskontrolle	47
2.4.1	Angelieferte Ware	49
2.4.2	Grundchemikalien	51
2.4.3	Präparierte Salze, Badzusätze	52
2.5	Verfahrenskontrolle	55
2.5.1	Badanalysen	56
2.5.2	Bestimmung des pH-Wertes	57
2.5.3	Bestimmung der physikalischen Badeigenschaften	58
2.5.4	Bestimmung der technologischen Badeigenschaften	60
2.5.5	Prüfung mit Testzellen	62
2.6	Endkontrolle der Schichten.....	66
	Literatur zu Kapitel 2	66
3	Prozeßkontrolle bei Stoffkreisläufen	69
3.1	Besonderheiten der analytischen Überwachung von Kreislaufprozessen	69

3.2	Verfahrensbeschreibung für interne Stoffkreisläufe	71
3.2.1	Verfahren zum Aufkonzentrieren (Konzentratoren)	72
3.2.1.1	Umkehrosmose	72
3.2.1.2	Verdampfung	73
3.2.1.3	Elektrodialyse	74
3.2.2	Verfahren zum Regenerieren (Regeneratoren)	75
3.2.2.1	Ionenaustausch	75
3.2.2.2	Adsorption	76
3.2.2.3	Ultrafiltration	77
3.2.2.4	Membranelektrolyse	78
3.3	Prozeßkontrolle bei Stoffkreisläufen an Beispielen	79
3.3.1	Einfacher Prozeßkreislauf	79
3.3.1.1	Prozeßkontrolle	80
3.3.1.2	Kontrolle des Verdampfungsprozesses	81
3.3.2	Komplexe interne Stoffkreisläufe in einer abfall- und abwasserminimierten Galvanik	82
3.3.3	Abwasserendbehandlung in einer abwasser- und abfallminimierten Galvanik	82
	Literatur zu Kapitel 3	84
4	Wasser- und Abwasseranalytik	85
4.1	Wasser als Rohstoff in der Galvanotechnik	85
4.1.1	Wesentliche Eigenschaften des Wassers und ihre Bestimmung	86
4.2	Abwasser	89
4.2.1	Allgemeines	89
4.2.2	Gesetzliche Grundlagen	90
4.2.3	Probenahme von Wasser und Abwasser	91
4.2.4	Bestimmung der absetzbaren Stoffe	92
4.2.5	Bestimmung der ungelösten Stoffe	92
4.2.6	Bestimmung des pH-Wertes	92
4.2.7	Bestimmung der Leitfähigkeit	93
4.2.8	Bestimmung der Schwermetalle im Abwasser	93
4.2.9	Bestimmung des Chrom-VI-Gehalts	94
4.2.10	Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs	94
4.2.11	Bestimmung der adsorbierbaren organischen Halogene (AOX)	95
4.2.12	Bestimmung des Chlorids	96
4.2.13	Bestimmung des Sulfats	96
4.2.14	Bestimmung der Wasserhärte	96
4.2.15	Bestimmung des Cyanids	96
4.2.16	Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC)	97

4.3	Schwermetallhaltiger Hydroxidschlamm	98
	Literatur zu Kapitel 4	100
5	Analysentechniken, Definitionen, Analysenmethoden	101
5.1	Der Arbeitsplatz	101
5.2	Arbeitsunterlagen und Qualitätssicherung	105
5.2.1	Analysenvorschriften	105
5.2.2	Normen	106
5.2.3	Ausschüsse	107
5.3	Probenahme	107
5.4	Laboranalytik	109
5.4.1	Konzentrationsbereiche	110
5.4.2	Grenzkonzentrationen, Empfindlichkeit, Erfassungsgrenze	110
5.4.3	Spezifität, Selektivität	111
5.4.4	Aufschlüsse	111
5.4.5	Trennungsgänge	112
5.5	Analysenmethoden	113
5.5.1	pH-Messung, Ionenselektive Elektroden und Potentiometrie	113
5.5.2	Maßanalyse	119
5.5.3	Gravimetrie und Elektrolyse	122
5.5.4	Kolorimetrie und Photometrie	126
5.5.5	Emissionsspektralanalyse und Atomabsorption	129
5.5.6	Röntgenfluoreszenzanalyse	131
5.5.7	Voltammetrie und Polarographie	132
5.5.8	Gaschromatographie	134
5.5.9	Ionenchromatographie	134
	Literatur zu Kapitel 5	135
6	Schnelltestverfahren	136
6.1	Testsysteme	136
6.1.1	Teststäbchen zur pH-Wert-Bestimmung	137
6.1.2	Teststäbchen zur Bestimmung von Kationen und Anionen	137
6.1.3	Teststäbchen zur Bestimmung von Kationen und Anionen mit reflektometrischer Auswertung	138
6.1.4	Visuell-kolorimetrische Testverfahren	139
6.1.5	Photometrische Verfahren	140
6.1.6	Küvettentests	141
6.2	Mobile Analytik	141
6.2.1	Fertigtests in der analytischen Praxis	143
6.2.2	Einsatzgebiete für Fertigtests	144
6.2.3	Mobile Analytik im Galvanik-Betrieb	144
6.2.4	Probenvorbereitung in der Mobilen Analytik	145
6.2.5	Analytische Qualitätssicherung	147

6.3	Bestimmung der Einzelstoffe	149
6.3.1	Bestimmung von Ammonium-Stickstoff	149
6.3.2	Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB)	150
6.3.3	Bestimmung von Nitrit-Stickstoff.....	150
6.3.4	Bestimmung von Phosphat und Gesamtphosphor	151
6.3.5	Bestimmung von Aluminium	152
6.3.6	Bestimmung von Arsen.....	152
6.3.7	Bestimmung von Blei	152
6.3.8	Bestimmung von Cadmium	153
6.3.9	Bestimmung von Chrom	153
6.3.10	Bestimmung von Cobalt	154
6.3.11	Bestimmung von Eisen	154
6.3.12	Bestimmung von Kupfer	155
6.3.13	Bestimmung von Nickel	157
6.3.14	Bestimmung von Zink.....	158
6.3.15	Bestimmung von Zinn.....	158
6.3.16	Bestimmung von Chlor	159
6.3.17	Bestimmung von Cyanid.....	159
6.3.18	Bestimmung von Sulfid	160
	Literatur zu Kapitel 6	160
7	Analysen galvanischer und anderer Prozeßlösungen	161
7.1	Allgemeines	161
7.2	Anodisierbäder auf Schwefelsäure-Basis	162
7.2.1	Titrimetrische Bestimmung von Schwefelsäure und Aluminium	162
7.2.2	Gravimetrische Bestimmung von Aluminium	163
7.2.3	Gravimetrische Bestimmung von Chlorid.....	163
7.2.4	Potentiometrische Bestimmung von Chlorid	164
7.3	Anodisierbäder auf Schwefelsäure/Oxalsäure-Basis	164
7.3.1	Titrimetrische Bestimmung von Oxalsäure, Schwefelsäure und Aluminium	164
7.4	Anodisierbäder auf Chromsäure-Basis	165
7.4.1	Volumetrische Bestimmung des Gesamtchroms.....	165
7.4.2	Volumetrische Bestimmung der freien Chromsäure	167
7.5	Beizbäder	167
7.5.1	Titrimetrische Bestimmung des Säuregehaltes eines Säurebades	167
7.5.2	Manganometrische Bestimmung des Eisengehaltes	168
7.5.3	Bestimmung des Gesamtalkaligehaltes eines alkalischen Vorbehandlungsbades durch Neutralisationstiteration	168
7.6	Bleibäder	169

7.6.1	Gravimetrische Bestimmung von Blei	169
7.6.2	Bestimmung von Blei durch komplexometrische Titration.....	169
7.6.3	Bestimmung von Blei durch komplexometrische Titration gegen Methylthymolblau	169
7.6.4	Iodometrische Bestimmung von Blei	170
7.6.5	Bestimmung der freien Fluoroborsäure.....	171
7.7	Cadmiumbäder	171
7.7.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Cadmium	171
7.7.2	Komplexometrische Bestimmung von Cadmium	172
7.7.3	Bestimmung anderer Bestandteile in Cadmiumbädern	172
7.8	Cobaltbäder	173
7.8.1	Komplexometrische Bestimmung von Cobalt	173
7.8.2	Elektrogravimetrische Bestimmung von Cobalt	173
7.8.3	Iodometrische Bestimmung von Cobalt neben Nickel	174
7.8.4	Gravimetrische Bestimmung von Nickel in Nickel-Cobalt-Elektrolyten.....	174
7.8.5	Bestimmung von Hypophosphit und Phosphit	175
7.8.6	Gravimetrische Bestimmung von Cobalt in Anwesenheit von Zink	175
7.8.7	Bestimmung von Zink in Cobalt-Zink-Phosphor-Elektrolyten	175
7.8.8	Bestimmung anderer Bestandteile in Cobaltbädern	176
7.9	Chrombäder	176
7.9.1	Säure/Base-Titration der freien Säure	176
7.9.2	Titrimetrische Bestimmung des Chromsäuregehaltes	177
7.9.3	Iodometrische Bestimmung des Chrom(VI)säuregehaltes	177
7.9.4	Volumetrische Bestimmung des Chrom(III)gehaltes	178
7.9.5	Gravimetrische Bestimmung des Schwefelsäuregehaltes	179
7.9.6	Manganometrische Bestimmung des Fluorid- und Fluorosilikatgehaltes	180
7.9.7	Gravimetrische Bestimmung des Eisengehaltes	181
7.9.8	Manganometrische Bestimmung von Eisen	182
7.9.9	Volumetrische Bestimmung des Eisen- und Kupfergehaltes	182
7.9.10	Komplexometrische Bestimmung des Kupfer-, Nickel- und Zinkgehaltes	184
7.9.11	Polarographische Bestimmung von Zink und Kupfer	185
7.9.12	Polarographische Bestimmung von Kupfer, Nickel und Zink	186
7.9.13	Polarographische Bestimmung von Chloriden	186
7.10	Eisenbäder	187
7.10.1	Manganometrische Bestimmung von Eisen in Sulfatlösungen	187
7.10.2	Chromatometrische Bestimmung von Eisen in Gegenwart von Chlorid	187
7.10.3	Gravimetrische Bestimmung von Chlorid.....	187

7.11	Goldbäder	188
7.11.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Gold	188
7.11.2	Gravimetrische Bestimmung von Gold	188
7.11.3	Argentometrische Bestimmung von freiem Cyanid	189
7.11.4	Volumetrische Bestimmung von freiem Cyanid mit Nickelsulfat	189
7.11.5	Titrimetrische Bestimmung von Carbonat	190
7.11.6	Volumetrische Bestimmung der Natronlauge	190
7.11.7	Gravimetrische Bestimmung von Phosphat	190
7.11.8	AAS-Bestimmung von Gold, Nickel und Kupfer	191
7.11.9	Iodometrische Bestimmung des Reduktionsmittels	192
7.11.10	Indirekte komplexometrische Bestimmung von Cyanid	193
7.12	Goldlegierungsbäder	194
7.12.1	Gravimetrische Bestimmung von Gold und Silber	194
7.12.2	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer und Nickel	194
7.12.3	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer, Eisen und Nickel	194
7.12.4	Polarographische Bestimmung von Kupfer, Cadmium, Nickel und Zink	195
7.12.5	Photometrische Bestimmung von Cadmium	195
7.12.6	Polarographische Bestimmung von Cadmium und Nickel	196
7.12.7	Polarographische Bestimmung von Cobalt	196
7.13	Indiumbäder	197
7.13.1	Gravimetrische Bestimmung von Indium	197
7.13.2	Komplexometrische Bestimmung von Indium	197
7.14	Schwefelsaure Kupferbäder	197
7.14.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer	197
7.14.2	Iodometrische Titration von Kupfer	198
7.14.3	Schätzung des Kupfer- und Schwefelsäuregehaltes aus der Dichte des Bades	199
7.14.4	Gravimetrische Bestimmung von Kupfer nach Fällung als Sulfid	200
7.14.5	Komplexometrische Titration von Kupfer gegen Murexid	200
7.14.6	Komplexometrische Titration von Kupfer gegen den Indikator PAN	200
7.14.7	Säure/Base-Titration zur Bestimmung der freien Schwefelsäure	201
7.14.8	Potentiometrische Bestimmung von Chlorid	201
7.14.9	Gravimetrische Bestimmung von Eisen und Aluminium	202
7.14.10	Photometrische Bestimmung von Eisen	203
7.15	Kupferfluoroborat-Bäder	203
7.15.1	Bestimmung von Kupfer	203
7.15.2	Titrimetrische Bestimmung der freien Fluoroborsäure	204

7.16	Kupferpyrophosphat-Bäder	204
7.16.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer.....	204
7.16.2	Volumetrische Bestimmung von Pyrophosphat	204
7.16.3	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer, Pyrophosphat und Phosphat.....	205
7.17	Alkalische Kupferbäder	205
7.17.1	Gravimetrische Bestimmung von Kupfer nach Fällung als Sulfid	205
7.17.2	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer.....	207
7.17.3	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer nach Zerstörung des Cyanids.....	207
7.17.4	Iodometrische Bestimmung von Kupfer	208
7.17.5	Argentometrische Bestimmung von freiem Cyanid	208
7.17.6	Argentometrische Bestimmung des Gesamt-Cyanids.....	209
7.17.7	Iodometrische Bestimmung von Tartrat	210
7.17.8	Volumetrische Bestimmung von Rochellesalz	211
7.17.9	Volumetrische Bestimmung der Natronlauge	212
7.17.10	Volumetrische Bestimmung von Carbonat	212
7.17.11	Volumetrische Bestimmung von Sulfit	213
7.17.12	Photometrische Bestimmung von Eisen	214
7.17.13	Gravimetrische Bestimmung von Eisen	214
7.17.14	Gravimetrische Bestimmung von Eisen und Zink nach Ausfällen des Kupfers als Sulfid.....	214
7.17.15	Manganometrische Bestimmung von Eisen	215
7.18	Chemisch Kupfer	216
7.18.1	Polarographische Bestimmung von Formaldehyd	216
7.18.2	Iodometrische Bestimmung von Formiat	216
7.18.3	Polarographische Netzmittelbestimmung	217
7.19	Messingbäder	217
7.19.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer und Zink	217
7.19.2	Gravimetrische Bestimmung von Kupfer und Zink	218
7.19.3	Komplexometrische Bestimmung von Zink in einem cyanidischen Kupfer-Zink-Bad	219
7.19.4	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer	219
7.19.5	Komplexometrische Bestimmung von freiem Cyanid	220
7.19.6	Volumetrische Bestimmung des an Alkalimetalle und an Zink gebundenen Cyanids	221
7.19.7	Volumetrische Bestimmung von Ammoniak, Variante 1	222
7.19.8	Volumetrische Bestimmung von Ammoniak, Variante 2	222
7.19.9	Bestimmung von Carbonat, Sulfit und Kupfer	223
7.20	Bronzebäder (Kupfer-Zinn-Legierungsbäder)	223
7.20.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer.....	223
7.20.2	Iodometrische Bestimmung von Kupfer	224

7.20.3	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer und Zinn	224
7.20.4	Iodometrische Bestimmung von Zinn	225
7.20.5	Gravimetrische Bestimmung von Zinn	226
7.20.6	Argentometrische Bestimmung von freiem Cyanid	227
7.21	Nickelbäder	227
7.21.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Nickel	227
7.21.2	Bestimmung von Nickel mit Dimethylglyoxim	227
7.21.3	Komplexometrische Bestimmung von Nickel	228
7.21.4	Kolorimetrische Bestimmung von Nickel	229
7.21.5	Komplexometrische Bestimmung von Nickel in Gegenwart von Cobalt	229
7.21.6	Titration von Chlorid mit Silbernitrat	230
7.21.7	Gravimetrische Bestimmung von Chlorid	230
7.21.8	Indirekte elektrogravimetrische Bestimmung von Chlorid	231
7.21.9	Säure/Base-Titration der Borsäure	231
7.21.10	Säure/Base-Titration der Borsäure nach Entfernen des Nickels	232
7.21.11	Maßanalytische Bestimmung von Cobalt	233
7.21.12	Gravimetrische Bestimmung von Cobalt	234
7.21.13	Gravimetrische Bestimmung von Sulfat	234
7.21.14	Titrimetrische Bestimmung von Fluorid	235
7.21.15	Titrimetrische Bestimmung von Formiat	236
7.21.16	Alternative titrimetrische Bestimmung von Formiat	237
7.21.17	Titrimetrische Bestimmung von Formaldehyd	238
7.21.18	Polarographische Bestimmung von Saccharin	238
7.21.19	Titrimetrische Bestimmung von Saccharin	239
7.21.20	Photometrische Bestimmung von Saccharin	240
7.21.21	Photometrische Bestimmung von Cumarin	240
7.21.22	Alternative photometrische Bestimmung von Cumarin	240
7.21.23	Titrimetrische Bestimmung von Schwefel aus Sulfonsäuren	241
7.21.24	Polarographische Bestimmung von Butindiol	242
7.21.25	Netzmittelerfassung	242
7.21.26	Komplexometrische Bestimmung von Magnesium bzw. von Zink oder Cadmium	243
7.21.27	Gravimetrische Bestimmung von Kupfer	244
7.21.28	Gravimetrische Bestimmung von Eisen	244
7.21.29	Gravimetrische Bestimmung von Aluminium und Eisen	245
7.21.30	Titrimetrische Bestimmung von Blei nach Ausfällen als Chromat	246
7.21.31	Nachweis und photometrische Bestimmung von Chrom(VI)	247
7.21.32	Nachweis von Chrom(VI)	247
7.21.33	Photometrische Bestimmung des gesamten Chroms	247

	7.21.34 Polarographische Bestimmung von Chrom(VI)	248
	7.21.35 Komplexometrische Bestimmung von Zink	248
	7.21.36 Volumetrische Bestimmung von Ammoniak	248
7.22	Chemische Nickelbäder	248
	7.22.1 Komplexometrische Bestimmung von Nickel	248
	7.22.2 Bestimmung von Hypophosphit durch indirekte Titration mit Cer(IV)-sulfatlösung	249
	7.22.3 Iodometrische Bestimmung von Hypophosphit	250
	7.22.4 Iodometrische Bestimmung von Phosphit durch Rücktitration mit Thiosulfatlösung	251
	7.22.5 Iodometrische Bestimmung von Phosphit durch Rücktitration mit Arsentrioxidlösung	252
	7.22.6 Bestimmung der Summe von Phosphit und Hypophosphit durch bromatometrische Titration	252
	7.22.7 Ionenchromatographische Phosphit-Bestimmung	253
	7.22.8 Iodometrische Bestimmung von Borhydrid und Aminoboranen	254
	7.22.9 Schichtzusammensetzung: Photometrische Bestimmung des Phosphorgehalts	254
	7.22.10 Schichtzusammensetzung: Ionenchromatographische Phosphor-Bestimmung	256
	7.22.11 Schichtzusammensetzung: Bestimmung des Borgehalts	257
7.23	Nickel-Eisen-Bäder	258
	7.23.1 Komplexometrische Bestimmung von Nickel in Permalloy-Elektrolyten	258
	7.23.2 Komplexometrische Bestimmung von Eisen in Permalloy-Elektrolyten	259
	7.23.3 Komplexometrische Bestimmung von Nickel in Invar-Elektrolyten	259
	7.23.4 Komplexometrische Bestimmung von Eisen in Invar-Elektrolyten	260
7.24	Palladiumbäder	260
	7.24.1 Komplexometrische Bestimmung von Palladium	260
	7.24.2 Argentometrische Bestimmung von Chlorid	261
	7.24.3 Komplexometrische Bestimmung von Nitrit	261
	7.24.4 Gravimetrische Bestimmung von Sulfamat und Sulfat	262
7.25	Phosphatierungsbäder	263
	7.25.1 Bestimmung der freien Phosphorsäure	263
	7.25.2 Komplexometrische Bestimmung von Eisen	263
	7.25.3 Komplexometrische Bestimmung von Calcium	264
	7.25.4 Komplexometrische Bestimmung von Zink	264
	7.25.5 Komplexometrische Bestimmung von Phosphat	264

7.26	Platinbäder	266
7.26.1	Gravimetrische Bestimmung von Platin	266
7.26.2	Komplexometrische Bestimmung von Nitrit	266
7.26.3	Volumetrische Bestimmung von Ammoniak	266
7.27	Rhodiumbäder	266
7.27.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Rhodium	266
7.27.2	Gravimetrische Bestimmung von Rhodium	267
7.28	Silberbäder	267
7.28.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Silber	267
7.28.2	Titrimetrische Bestimmung von Silber	268
7.28.3	Argentometrische Bestimmung von freiem Cyanid	268
7.28.4	Komplexometrische Bestimmung von freiem Cyanid	269
7.28.5	Säure/Base-Titration von Carbonat	269
7.28.6	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer und Nickel	269
7.28.7	Photometrische Bestimmung von Nickel	270
7.29	Saure Zinkbäder	270
7.29.1	Komplexometrische Bestimmung von Zink	270
7.29.2	Alternative komplexometrische Bestimmung von Zink	271
7.29.3	Elektrogravimetrische Bestimmung von Zink	272
7.29.4	Titrimetrische Bestimmung von Chlorid	272
7.29.5	Titrimetrische Bestimmung von Borsäure	273
7.29.6	Bestimmung des Ammoniakgehaltes durch Abdestillieren und Titrieren	274
7.29.7	Gravimetrische Bestimmung von Sulfat	274
7.29.8	Gravimetrische Bestimmung von Eisen und Aluminium	275
7.29.9	Photometrische Bestimmung von Eisen	275
7.29.10	Alternative photometrische Bestimmung von Eisen	276
7.29.11	Polarographische Bestimmung von Kupfer, Eisen, Blei und Cadmium	276
7.30	Alkalische Zinkbäder	277
7.30.1	Elektrogravimetrische Bestimmung von Zink	277
7.30.2	Komplexometrische Bestimmung von Zink	277
7.30.3	Argentometrische Bestimmung des Gesamtcyanids	278
7.30.4	Bestimmung des Gesamthydroxids durch Säure/Base-Titration	279
7.30.5	Bestimmung des Carbonatgehaltes durch Säure/Base-Titration	279
7.30.6	Komplexometrische Bestimmung von Carbonat	280
7.30.7	Gravimetrische Bestimmung des Kupfer-, Eisen- und Aluminiumgehaltes	280
7.30.8	Komplexometrische Bestimmung von Eisen und Kupfer	282
7.30.9	Iodometrische Bestimmung von Sulfid	283

7.31	Zinklegierungsbäder	283
7.31.1	Komplexometrische Bestimmung von Zink in Zink/Nickel-Bädern	284
7.31.2	Komplexometrische Bestimmung von Zink	284
7.31.3	Gravimetrische Bestimmung von Nickel in Zink/Nickelbädern	285
7.31.4	Titrimetrische Bestimmung von Nickel in Zink/Nickelbädern	286
7.31.5	Komplexometrische Bestimmung von Zink in Zink/Eisen/Cobalt-Bädern	286
7.31.6	Komplexometrische Bestimmung von Zink in Zink/Cobalt-Bädern	287
7.31.7	Gravimetrische Bestimmung von Cobalt in Zink/Cobaltbädern	287
7.31.8	Photometrische Bestimmung von Eisen und Cobalt in Zink/Eisen/Cobalt-Bädern	288
7.31.9	Komplexometrische Bestimmung von Cobalt nach Maskierung des Eisens	288
7.32	Saure Zinnbäder	289
7.32.1	Iodometrische Titration von zweiwertigem Zinn	289
7.32.2	Iodometrische Bestimmung des Gesamtzinns	289
7.32.3	Komplexometrische Titration von zweiwertigem Zinn	290
7.32.4	Gravimetrische Bestimmung des Gesamtzinns	290
7.32.5	Elektrogravimetrische Bestimmung des Gesamtzinns	291
7.32.6	Redox-Titration von zweiwertigem Zinn	291
7.32.7	Polarographische Bestimmung von Zinn (IV)	292
7.32.8	Bestimmung der freien Fluoroborsäure durch Neutralisationstiteration	292
7.32.9	Bestimmung der freien Schwefelsäure durch Neutralisationstiteration	293
7.32.10	Titrimetrische Bestimmung von Chlorid nach Volhard	293
7.32.11	Polarographische Bestimmung von Kupfer, Nickel und Zink	294
7.33	Alkalische Zinnbäder	294
7.33.1	Iodometrische Bestimmung des Gesamtzinns	294
7.33.2	Komplexometrische Titration des Gesamtzinngehalts	295
7.33.3	Säure/Base-Titration zur Bestimmung des freien Hydroxids	296
7.33.4	Säure/Base-Titration zur Bestimmung des Gesamtalkaligehaltes	297
7.33.5	Säure/Base-Titration zur Bestimmung von Carbonat	297
7.34	Zinn-Blei-Legierungsbäder	298
7.34.1	Bestimmung der freien Fluoroborsäure durch Neutralisationstiteration	298
7.34.2	Iodometrische Bestimmung von zweiwertigem Zinn	299

7.34.3	Iodometrische Bestimmung des Gesamtzinns	299
7.34.4	Gravimetrische Bestimmung des Gesamtzinns	299
7.34.5	Gravimetrische Bestimmung von Blei	300
7.34.6	Elektrogravimetrische Bestimmung von Blei	300
7.34.7	Iodometrische Bestimmung von Blei	301
7.34.8	Komplexometrische Bleibestimmung	302
7.34.9	Bleibestimmung durch Rücktitration	302
7.34.10	Bleibestimmung durch direkte Titration	303
7.34.11	Polarographische Bestimmung von Kupfer	303
7.34.12	Polarographische Bestimmung von Cadmium, Nickel und Zink	304
7.35	Chromatierungslösungen für Zinkschichten	304
7.35.1	Iodometrische Bestimmung von Chromat	304
7.35.2	Iodometrische Bestimmung von Chrom(III) als Chrom(VI) in Gelbchromatierungen	305
7.35.3	Komplexometrische Bestimmung von Chrom(III) und Zink(II) in Gelbchromatierungen	306
7.35.4	Ionenchromatographische Analyse von Chromat und zusätzlichen Säuren bzw. Salzen (Anionenchromatographie) in Gelbchromatierungen	307
7.35.5	Ionenchromatographische Bestimmung von Chrom(III) und Chrom(VI) in Gelbchromatierungen	308
7.35.6	Photometrische Chrombestimmung in Blauchromatierungen	309
7.35.7	Iodometrische Bestimmung von Chromat in Blauchromatierungen (auf Cr-VI-Basis)	309
7.35.8	Komplexometrische Chrom(III)- und Zinkbestimmung in Blauchromatierungen (auf Cr-III-Basis)	309
7.35.9	Iodometrische Chrombestimmung nach Oxidation zu Cr(VI) in Blauchromatierungen (auf Cr-III-Basis)	309
7.35.10	Bestimmung von Chromat in Schwarzschrmatierungen	309
7.35.11	Bestimmung von Zink und Chrom in Schwarzschrmatierungen	310
7.35.12	Bestimmung des Silbergehaltes in Schwarzschrmatierungen	310
7.36	Chromat-Phosphat-Verfahren für Aluminium	312
7.36.1	Bestimmung der Gesamtsäure	312
7.36.2	Ionenchromatographische Bestimmung von Fluorid, Phosphat und Chromat	312
7.36.3	Bestimmung von Chromat	312
7.37	Elektrolytische Glanzbäder für Kupfer	313
7.37.1	Phosphorsäure-Bestimmung in Phosphorsäure- Elektropolierbädern	313
7.37.2	Komplexometrische Kupferbestimmung in Phosphorsäure-Elektropolierbädern	313

7.37.3	Komplexometrische Zinkbestimmung in Phosphorsäure-Elektropolierbädern	314
7.37.4	Bestimmung der Wasserstoff-Ionen in Phosphorsäure-Mischsäure-Elektropolierbädern	315
7.37.5	Komplexometrische Kupferbestimmung in Phosphorsäure-Mischsäure-Elektropolierbädern	315
7.37.6	Analyse der einzelnen Säuren in Phosphorsäure-Mischsäure-Elektropolierbädern	315
7.37.7	Chromsäure-Bestimmung in Phosphorsäure-Mischsäure-Elektropolierbädern	316
7.38	Chemische Glanzbäder für Kupfer	316
7.38.1	Bestimmung der Salpetersäure in salpetersäurehaltigen Glanzbeizen	316
7.38.2	Bestimmung von Schwefelsäure, Chromsäure und Kupfer in chromsäurehaltigen Glanzbeizen	317
7.38.3	Bestimmung der Wasserstoffionen in chromsäurehaltigen Glanzbeizen	317
7.38.4	Bestimmung der Chromsäure in chromsäurehaltigen Glanzbeizen	317
7.38.5	Alkalimetrische Bestimmung der Schwefelsäure in wasserstoffperoxidhaltigen Glanzbeizen	317
7.38.6	Bestimmung von Wasserstoffperoxid in wasserstoffperoxidhaltigen Glanzbeizen	318
7.38.7	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer in wasserstoffperoxidhaltigen Glanzbeizen	319
7.39	Elektropolierbäder für Aluminium auf Schwefelsäure-Phosphorsäure-Basis	320
7.39.1	Titrimetrische Bestimmung der Schwefelsäure/Phosphorsäure	320
7.39.2	Komplexometrische Aluminium-Bestimmung	321
7.40	Elektropolierbäder für Aluminium auf Schwefelsäure-Chromsäure-Basis (<i>Batelle</i>)	322
7.40.1	Bestimmung der Säuregehalte	322
7.40.2	Komplexometrische Aluminium-Bestimmung	322
7.41	Elektropolierbäder für Aluminium auf Tetrafluoroborsäure-Basis (<i>Alzac</i>)	322
7.41.1	Bestimmung der Tetrafluoroborsäure	323
7.42	Alkalisches Elektropolierbad für Aluminium auf Carbonat/Phosphat-Basis (<i>Brytal</i>)	323
7.42.1	Acidimetrische Carbonat- und Phosphat-Bestimmung	324
7.42.2	Komplexometrische Aluminium-Bestimmung	324
7.43	Chemische Glanzbäder für Aluminium auf Phosphorsäure-Salpetersäure-Basis	324
7.43.1	Phosphorsäure-Bestimmung	325

7.43.2	Ionenchromatographische Nitrat-Bestimmung	325
7.43.3	Aluminium-Bestimmung	326
7.44	Chemische Glanzbäder für Aluminium auf Salpetersäure-Fluorid-Basis	326
7.44.1	Bestimmung der Säurekonzentrationen	326
7.44.2	Bestimmung des Aluminiumgehaltes	326
7.44.3	Bestimmung des Ammonium-Gehaltes nach der Destillationsmethode	326
7.44.4	Titration von Ammonium durch Umsetzung mit Formaldehyd	327
7.45	Elektropolierbäder für Stahl und Edelstahl auf Phosphorsäure-Basis	328
7.45.1	Bestimmung der Wasserstoffionen	328
7.45.2	AAS-Bestimmung von Eisen, Nickel und Chrom	328
7.46	Chemische Glanzbäder für Edelstahl auf HF/HNO ₃ -Mischsäure-Basis	329
7.46.1	Ermittlung des Salpeter- und Flußsäuregehaltes mit potentiometrischer Endpunktbestimmung in wasserfreiem Medium	329
7.46.2	Bestimmung der Salpeter- und Flußsäure durch Leitfähigkeitstitation	331
7.46.3	AAS-Bestimmung von Eisen, Nickel und Chrom	332
	Literatur zu Kapitel 7	333
8	Analytik in der Leiterplattenfertigung	335
8.1	Einleitung und Überblick	335
8.2	Conditioner (Konditionieren)	336
8.2.1	Bestimmung des Säure- bzw. Alkaligehaltes	336
8.2.2	Kupferbestimmung	336
8.2.2.1	Iodometrische Kupferbestimmung	336
8.2.2.2	Komplexometrische Kupferbestimmung	336
8.3	Aktivator, kolloidaler	337
8.3.1	Bestimmung des Salzsäuregehaltes	337
8.3.2	Zinn(II)-Bestimmung	337
8.3.3	Bestimmung des Palladiumkatalysators	337
8.4	Aktivator, ionogener	337
8.4.1	Bestimmung des Palladiumgehaltes	337
8.4.1.1	Komplexometrische Titration des Palladiums	337
8.4.1.2	Photometrische Bestimmung des Palladiums	338
8.4.1.3	Gravimetrische Bestimmung des Palladiums	338
8.5	Chemisch-Kupferbäder	338
8.5.1	Kupferbestimmung	338

8.5.1.1	Komplexometrische Kupferbestimmung mit EDTE Oxidation	338
8.5.1.2	Komplexometrische Kupferbestimmung nach Kupferreduktion	338
8.5.1.3	Photometrische Bestimmung von Kupfer	339
8.5.2	Alkali- und Formaldehydbestimmung	339
8.5.3	EDTE-Bestimmung	339
8.6	Queller/Conditioner zum Permanganat-Desmearing	339
8.6.1	Bestimmung der Alkalität	339
8.6.2	Bestimmung des Lösemittelanteils	340
8.6.2.1	Refraktometrische Bestimmung des Lösemittelanteils	340
8.6.2.2	Bestimmung des Lösemittelanteils durch Aussalzen	340
8.7	Permanganat - Oxidationslösung zum Permanganat-Desmearing	340
8.7.1	Bestimmung der Alkalität	340
8.7.2	Photometrische Bestimmung von Permanganat/Manganat	340
8.8	Reduktion	340
8.8.1	Säuregehalt-Bestimmung	340
8.8.2	Komplexometrische Kupfer-Bestimmung	341
8.8.3	Wasserstoffperoxid-Bestimmung	341
8.9	Oxidieren	341
8.9.1	Bestimmung der Alkalität	341
8.9.2	Iodometrische Kupferbestimmung	341
8.9.3	Oxidationsmittel-Bestimmung	342
8.10	Ammoniakalische Ätzmittel	342
8.10.1	Kupferbestimmung	342
8.10.1.1	Iodometrische Kupferbestimmung	342
8.10.1.2	Komplexometrische Kupferbestimmung	342
8.10.1.3	Potentiometrische Kupfer- mit simultaner Ammoniak-Bestimmung	342
8.10.2	Chloridbestimmung	342
8.11	Saure Kupferchlorid-Ätzlösung	343
8.11.1	Kupferbestimmung	343
8.11.1.1	Bestimmung von Cu(I) und Cu(II)	343
8.11.1.2	Komplexometrische Kupferbestimmung	343
8.11.2	Salzsäurebestimmung	343
8.12	Persulfatbeizen	343
8.12.1	Persulfatbestimmung	343
8.12.2	Kupferbestimmung	343

8.13	Schwefelsäure/Wasserstoffperoxid-Beizen	344
8.13.1	Bestimmung des Wasserstoffperoxids	344
8.13.2	Bestimmung der Schwefelsäure	344
8.13.3	Bestimmung von Kupfer	344
8.13.3.1	Iodometrische Kupferbestimmung	344
8.13.3.2	Komplexometrische Bestimmung von Kupfer	344
8.14	Galvanische Kupferbäder	344
8.14.1	Bestimmung von Kupfer	345
8.14.1.1	Iodometrische Kupferbestimmung	345
8.14.1.2	Komplexometrische Kupferbestimmung	345
8.14.2	Schwefelsäure-Bestimmung	345
8.14.3	Potentiometrische Chlorid-Bestimmung	345
8.14.4	Bestimmung von Badzusätzen	345
8.15	Galvanische Zinnbäder	346
8.15.1	Bestimmung von zweiwertigem Zinn	346
8.15.2	Bestimmung von Gesamtzinn	346
8.15.3	Bestimmung der Säure	346
8.16	Galvanische Zinnblei-Bäder	347
8.16.1	Bestimmung von zweiwertigem Zinn	347
8.16.2	Bestimmung von Gesamtzinn	347
8.16.3	Bestimmung von Blei	347
8.16.3.1	Gravimetrische Bleibestimmung	347
8.16.3.2	Komplexometrische Bleibestimmung	347
8.16.4	Bestimmung der Säure	347
8.17	Galvanische Nickelbäder	348
8.17.1	Bestimmung von Nickel	348
8.17.2	Bestimmung von Chlorid	348
8.17.2.1	Potentiometrische Chloridbestimmung	348
8.17.2.2	Chloridbestimmung nach Volhard	348
8.17.3	Bestimmung der Borsäure	348
8.17.4	Sulfamat-Bestimmung	349
8.18	Galvanische Goldbäder	349
8.18.1	Bestimmung von Gold	349
8.18.1.1	Elektrogravimetrische Goldbestimmung	349
8.18.1.2	Goldbestimmung durch Reduktion	349
8.18.2	Bestimmung von Cyanid	349
8.19	Alkaliresist	349
8.19.1	Entwickler	350
8.19.1.1	Bestimmung der Alkalität	350
8.19.1.2	Bestimmung der Resistaufnahme	350
8.19.2	Stripper	350
8.19.2.1	Bestimmung der Alkalität	350

8.20	Zinnbleistripper	350
8.20.1	Bestimmung der Metallaufnahme	351
8.20.2	Bestimmung der Zinnaufnahme	351
	Literatur zu Kapitel 8	351
9	Analysen im Bereich Luft und Abluft	352
9.1	Einführung in die Gasmeßtechnik	352
9.2	Konzentrationsangaben und ihre Umrechnung	355
9.3	Prüfröhrchen-Meßtechnik	355
9.3.1	Chemische Grundlagen und Reaktionsmechanismen	359
9.3.2	Handpumpen für die Kurzzeitmessung mit Prüfröhrchen	360
9.3.3	Prüfröhrchen für die Kurzzeitmessung	363
9.3.3.1	Kurzzeitröhrchen mit Anzeigeschicht	363
9.3.3.2	Kurzzeitröhrchen mit einer oder mehreren Vorschichten	363
9.3.3.3	Kombination von zwei Prüfröhrchen	364
9.3.3.4	Kurzzeitröhrchen mit Verbindungsöhrchen	364
9.3.3.5	Kurzzeitröhrchen mit Reagenzampulle	364
9.3.4	Auswertung der Prüfröhrchen	365
9.3.5	Prüfröhrchen-Messungen bei höheren oder niedrigeren Temperaturen	366
9.3.6	Messung an un- oder schlecht zugänglichen Stellen	366
9.4	Chip-Meß-System	366
9.5	Sensor-Meß-Technik	368
9.5.1	Elektrochemischer Sensor	368
9.5.2	Katalytischer Sensor	369
9.5.3	Infrarot-Sensor	370
9.6	Schnellanalytik im Bereich Luft und Abluft	371
9.6.1	Rechtliche Grundlagen für die Messung von Luftschadstoffen am Arbeitsplatz	371
9.6.2	Kurzzeitmessungen mit Prüfröhrchen und dem Chip-Meß-System am Arbeitsplatz und in der Abluft	373
9.6.3	Beispiele aus der anorganischen Chemie	373
9.6.3.1	Salpetersäure HNO_3	373
9.6.3.2	Salzsäure (Chlorwasserstoff) HCl	375
9.6.3.3	Schwefelsäure H_2SO_4	376
9.6.3.4	Blausäure/Cyanide HCN , CN^-	376
9.6.4	Beispiele aus der organischen Chemie	377
9.6.4.1	Benzinkohlenwasserstoffe (aliphatische KW)	377
9.6.4.2	Halogenierte Kohlenwasserstoffe (CKW) (am Beispiel von Trichlorethylen und Perchlorethylen)	377
9.6.4.3	Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTX) (am Beispiel von Toluol und Benzol)	379

9.6.5	Computerunterstützte Bearbeitung und Auswertung der Meßergebnisse	379
9.7	Verwendung von Prüfröhrchen zur Schadstoffmessung im Abwasser	380
9.7.1	Vorgang beim Messen.....	382
9.7.2	Beispiele einiger Meßverfahren für den Bereich Galvanik und Metallchemie	386
9.7.2.1	Extraktionsverfahren für 0,5 bis 10 mg Blausäure/Cyanid).....	386
9.7.2.2	Luftextraktionsverfahren für 10 bis 100 µg Trichlorethylen	387
9.8	Schadstoffmessung mit Prüfröhrchen im Boden (Bodenluftanalytik)	388
	Literatur zu Kapitel 9	389
10	Tabellenanhang	390
10.1	Tabellen zur Galvanotechnik	390
10.1.1	Chemikalien der Galvanotechnik	390
10.1.2	Dichte, Atommasse und elektrochemische Konstanten wichtiger Metalle und Legierungen	397
10.1.3	Wichtige DIN-Normen (Chemikalien, Anoden, Labortechnik, Anforderungen, Analysen)	398
10.2	Tabellen zur Maßanalyse	403
10.2.1	Konzentration von Maßlösungen (Standardlösungen) für die titrimetrische Bestimmung	403
10.2.2	Vergleich der Normalität und Molarität von Standardlösungen	403
10.2.3	Umschlagsbereiche und Farben von Indikatoren	404
10.2.4	Indikatoren zur Metalltitration	405
10.2.5	Maßanalytische Faktoren (Maßanalytische Äquivalente).....	406
10.3	Tabellen zu anderen Analysen, Messungen und Bestimmungen	408
10.3.1	Gewichtsanalytische (stöchiometrische) Faktoren	408
10.3.2	Tüpfelmethode zur schnellen Ermittlung von Schicht-, Grund- und Anodenmetallen.....	412
10.3.3	Bestimmung des Chromsäuregehaltes in Chrombädern durch Messen der Dichte: Zusammenhang zwischen der Dichte und dem CrO ₃ -Gehalt in g/l, Mass.-% und mol/l bei 20 °C	413
10.3.4	Bestimmung des Gehaltes an Kupfersulfat und Schwefelsäure durch Messen der Dichte: Zusammenhang zwischen der Dichte und dem Gehalt an CuSO ₄ · 5 H ₂ O + H ₂ SO ₄ in g/l bei 20 °C	414
10.4	Hilfstabellen	415
10.4.1	Spezifisches Gewicht und Prozentgehalt einiger Säuren und Basen	415

10.4.2	Umrechnungstabelle von Baumé-Graden in spezifische Gewichte (Dichte) für Flüssigkeiten schwerer als Wasser	417
10.4.3	Löslichkeit von Verbindungen in Wasser und Säure	418
10.4.4	Einfache Mischungsformel für Säuren, Basen und Lösungen verschiedener Konzentration miteinander und mit Wasser	418
10.4.5	Feingehalt von Gold und Goldüberzügen	420
10.4.6	Umrechnung von Grad Celsius in Grad Fahrenheit und umgekehrt	421
10.4.7	Physikalische Größen von in SI- zugelassenen und nicht zugelassenen Einheiten sowie ihre Umrechnung	422
10.4.8	Umrechnung von englischen und amerikanischen in deutsche Maßeinheiten und umgekehrt.....	424
Register der Analysenmethoden		425
Stichwortverzeichnis		432
Anzeigenteil		437