

Taschenbuch der Abwasserbehandlung

für die metallverarbeitende Industrie

Band 1: Chemie

Von Dr. Ludwig Hartinger

Mit 187 Bildern und 72 Tabellen



Carl Hanser Verlag München Wien 1976

Inhalt

Vorwort	5
Hinweise zur Themenbegrenzung und zur Benutzung des Bandes	12
Benutzte Symbole	13
1. Verunreinigungen der Abwässer	15
1.1. Herkunft, Arten, prinzipielle Behandlung	15
1.2. Konzentration	19
1.2.1. Spülabwässer	20
1.2.2. Konzentrate und Halbkonzentrate	21
1.2.3. Austauschregenerate	22
1.2.4. Schadstofffracht	23
1.3. Toxikologie	23
1.4. Einleitbedingungen	27
1.4.1. Allgemeines	27
1.4.2. Einleitung in Gewässer	27
1.4.3. Einleitung in die Kanalisation	29
2. Physikalische Möglichkeiten zur Abwasserbehandlung	31
2.1. Mechanische Trennverfahren	31
2.1.1. Abtrennung grober Teilchen	32
2.1.2. Abtrennen der mit Wasser nicht mischbaren flüssigen bis pastösen Stoffe	32
2.1.3. Sedimentation	33
2.1.4. Filtration	35
2.1.5. Schlammwässerung	37
2.2. Ultrafiltration und umgekehrte Osmose	38
2.2.1. Theorie	39
2.2.1.1. Diffusion	39
2.2.1.2. Osmotischer Druck	40
2.2.2. Ultrafiltration	41
2.2.3. Umgekehrte Osmose	42
2.3. Elektrolytische Verfahren	46
2.3.1. Elektrolyse	47
2.3.1.1. Theorie und Metallabscheidung	47
2.3.1.2. Reduzierende und oxidierende Vorgänge	52
2.3.2. Elektrodialyse	54
2.3.3. Elektroosmose	57
2.3.4. Elektroflotation	59
2.4. Adsorptionsverfahren	60
2.4.1. Theorie	60
2.4.2. Adsorbentien und ihr Einsatz	62
2.4.3. Heterogene Katalyse	63
2.5. Thermische Verfahren	64
2.5.1. Emulsionsspaltung	64
2.5.2. Cyanidgiftung	65
2.5.3. Konzentrataufbereitung	65
2.5.4. Schlamm-trocknung und -verröstung	66
3. Chemische Reaktionen bei der Abwasserbehandlung	67
3.1. Grundsätzliches zur chemischen Reaktion	67
3.1.1. Reaktionsgeschwindigkeit	67

3.7.5.1.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	144
3.7.5.1.4. Sedimentation	147
3.7.5.2. Zink	147
3.7.5.2.1. Fällungs-pH-Wert	147
3.7.5.2.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	147
3.7.5.2.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	151
3.7.5.2.4. Sedimentation	153
3.7.5.2.5. Verhalten von Abwässern cyanidfreier Zinkbäder bei der Fällung	154
3.7.5.3. Nickel	158
3.7.5.3.1. Fällungs-pH-Wert	158
3.7.5.3.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	158
3.7.5.3.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	160
3.7.5.3.4. Sedimentation	163
3.7.5.4. Cadmium	163
3.7.5.4.1. Fällungs-pH-Wert	163
3.7.5.4.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	165
3.7.5.4.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	167
3.7.5.4.4. Sedimentation	169
3.7.5.5. Blei	169
3.7.5.5.1. Fällungs-pH-Wert	169
3.7.5.5.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	170
3.7.5.5.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	171
3.7.5.5.4. Sedimentation	172
3.7.5.6. Eisen	173
3.7.5.6.1. Fällungs-pH-Wert	173
3.7.5.6.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	175
3.7.5.6.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	176
3.7.5.6.4. Sedimentation	179
3.7.5.7. Aluminium	180
3.7.5.7.1. Fällungs-pH-Wert	180
3.7.5.7.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	181
3.7.5.7.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	183
3.7.5.7.4. Sedimentation	185
3.7.5.8. Chrom	187
3.7.5.8.1. Fällungs-pH-Wert	187
3.7.5.8.2. Zusammensetzung der Fällungsprodukte	190
3.7.5.8.3. Löslichkeiten und Löslichkeitsprodukte	190
3.7.5.8.4. Sedimentation	192
3.7.5.9. Andere Metalle	194
3.7.6. Zusammenfassung zur Ausfällung einzelner Metalle aus Spülwasserkonzentrationen	195
3.7.7. Verhalten der Metalle bei ihrer Ausfällung aus konzentrierten Lösungen	201
3.7.7.1. Löslichkeit in Abhängigkeit von der Konzentration	202
3.7.7.1.1. Konzentrierte Kupferlösungen	203
3.7.7.1.2. Konzentrierte Zinklösungen	203
3.7.7.1.3. Konzentrierte Nickellösungen	204
3.7.7.2. Einfluß des pH-Wertes bei der Ausfällung von Metallen aus konzentrierten Lösungen	206
3.7.7.3. Sedimentation und Schlammvolumina bei der Fällung aus konzentrierten Lösungen	207

3.7.8. Gemeinsame Ausfällung mehrerer Metalle	212
3.8. Ausfällung störender Anionen	216
3.8.1. Ausfällung des Fluorids	216
3.8.2. Ausfällung des Sulfats	217
3.8.3. Ausfällung des Phosphats	218
3.8.4. Ausfällung des Sulfids	219
4. Komplexverbindungen der Metalle	220
4.1. Herkunft der Komplexbildner im Abwasser	220
4.2. Die Chemie der Metallkomplexverbindungen	221
4.3. Metallkomplexverbindungen	227
4.3.1. Hydroxokomplexe	227
4.3.2. Cyanokomplexe	229
4.3.3. Amminokomplexe	230
4.3.4. Komplexe mit kondensierten Phosphaten	233
4.3.5. Komplexe mit Triäthanolamin (TEA)	237
4.3.6. Komplexe mit Nitriлотriessigsäure (NTA)	238
4.3.7. Komplexe mit Äthylendiamin	239
4.3.8. Komplexe mit Äthylendiamintetraessigsäure (EDTA)	241
4.3.9. Komplexe mit Weinsäure	244
4.3.10. Komplexe mit Zitronensäure	245
4.3.11. Komplexe mit Glukonsäure	246
4.3.12. Komplexe mit anderen organischen Verbindungen	246
4.4. Einfluß der Komplexbildner auf die Abwasserreinigung	248
4.5. Möglichkeiten zur Behandlung von Abwässern, die Metallkomplexverbindungen enthalten	250
4.5.1. Ausfällung der Metalle als schwerlösliche Verbindungen	251
4.5.1.1. Fällung als Hydroxid	251
4.5.1.2. Fällung als Sulfid	254
4.5.2. Reduktion des komplex gebundenen Metalls	256
4.5.3. Oxidation des Komplexbildners	257
4.5.4. Andere Möglichkeiten	258
5. Chemie der Ionenaustauschvorgänge	260
5.1. Ionenaustauschharze	260
5.1.1. Definition	260
5.1.2. Physikalische Eigenschaften	261
5.1.3. Austauschreaktion	264
5.1.3.1. Reaktionsgleichgewicht	264
5.1.3.2. Reaktionsgeschwindigkeit	266
5.1.3.3. Austauschgleichgewicht – Austauschgeschwindigkeit – Kolonnentechnik	268
5.1.3.4. Kenndaten der Ionenaustauscher	270
5.1.4. Austauscherarten	272
5.1.4.1. Stark saure Kationenaustauscher	273
5.1.4.2. Schwach saure Kationenaustauscher	274
5.1.4.3. Schwach basische Anionenaustauscher	275
5.1.4.4. Stark basische Anionenaustauscher	276
5.2. Kreislaufführung von Spülabwässern	277
5.2.1. Rohwasser	277
5.2.2. Entsalzen des Spülwassers	280
5.2.2.1. Kationenaustausch (Entbasen)	280

5.2.2.2. Anionenaustausch	282
5.2.2.3. Verhalten der Ionenaustauscher gegenüber nichtionigen organischen Stoffen	284
5.2.3. Reinwasser	287
5.2.3.1. Qualität – Reststoffe – Meßwerte	287
5.2.3.2. Qualitätsverbesserung durch zusätzliche Behandlung	290
5.2.4. Stoffe, die die Arbeitsweise der Harze beeinträchtigen oder diese schädigen	292
5.2.4.1. Mechanisch-physikalische Schädigungen	292
5.2.4.2. Anorganische Stoffe	293
5.2.4.3. Organische Stoffe	294
5.2.5. Regenerieren der Harze	295
5.2.5.1. Normale Regenerierung	295
5.2.5.2. Spezielle Regenerierung	299
5.3. Reinigung von konzentrierten Lösungen	302
5.3.1. Reinigung chromsäurehaltiger Konzentrate	302
5.3.2. Reinigung von Phosphorsäurebeizen	304
5.3.3. Reinigung anderer Konzentrate	305
5.4. Rückgewinnung von Stoffen aus Spülwässern	307
5.4.1. Rückgewinnung von Chromsäure	307
5.4.2. Rückgewinnung von Buntmetallen	308
5.4.3. Rückgewinnung von Edelmetallen	311
5.5. Schlußreinigung mit Ionenaustauschern	312
6. Rückgewinnung von Stoffen und Prozeßlösungen ohne Ionenaustauscher	316
6.1. Rückgewinnung von Stoffen aus Spülwässern	316
6.2. Rückgewinnung und Erhaltung von Prozeßlösungen	317
6.2.1. Schwefelsaure Eisenbeizen	317
6.2.2. Salzsäure Eisenbeizen	318
6.2.3. Beizen und Ätzlösungen für Kupfer	319
6.2.4. Elektrolyte und Prozeßlösungen der Galvanotechnik	321
7. Behandlung emulsionshaltiger Abwässer	323
7.1. Herkunft und Definition der Emulsionen	323
7.2. Physikalische Eigenschaften der Emulsionen	324
7.3. Brechen der Emulsionen	325
7.3.1. Chemische Verfahren	326
7.3.2. Physikalische Verfahren	327
7.3.3. Thermische Verfahren	328
7.3.4. Mechanische Verfahren	329
8. Behandlung spezieller Abwässer	331
8.1. Abwässer der graphischen Industrie	331
8.1.1. Tiefdruck	333
8.1.2. Offsetdruck	334
8.1.3. Klischeeherstellung	335
8.2. Härtereien	337
8.3. Ätzereibetriebe und Leiterplattenherstellung	339
8.4. Abwässer, die feinste Schwebestoffe und Farbstoffe enthalten	340
9. Neutralsalzlast	342
9.1. Neutralsalze	342
9.2. Wirkung der Neutralsalze	343

9.3. Betrachtungen zur Statistik der Wasserversorgung der metallverarbeitenden Industrie	345
9.4. Aufsalzung bei Ableitung und Kreislaufführung von Spülwässern – Möglichkeiten zur Reduzierung der Salzlast	348
10. Feste Rückstände bei der Abwasserbehandlung	352
10.1. Zusammensetzung der Abwasserschlämme	352
10.2. Verhalten der Schlämme auf der Deponie	355
10.3. Thermische Schlammentwässerung	362
Anhang: Tabellen und Diagramme	365
Stoffäquivalente bei Ionenaustausch-Reaktionen	366
Diagramme zum Verdünnen von Schwefelsäure, Salzsäure und Natronlauge zur Abwasserbehandlung	368
Diagramme zum Verdünnen von Schwefelsäure, Salzsäure und Natronlauge zur Regenerierung von Ionenaustauschern	371
Diagramme zum Ansetzen verschiedener Lösungen zur Abwasserbehandlung	374
Literatur	383
Stichwortverzeichnis	393
Namensverzeichnis	402