

Inhaltsverzeichnis

1	Stoffe, Atome, Moleküle und chemische Verbindungen	15
1.1	Stoffe	15
1.2	Physikalische Vorgänge und chemische Reaktionen	18
1.2.1	Zustandsformen der Stoffe (Materie)	18
1.2.2	Chemie	21
1.3	Chemische Elemente	22
1.3.1	Namen und Symbole der chemischen Elemente	24
1.3.2	Atome	25
1.3.2.1	Atombausteine	25
1.3.2.2	Atomaufbau der chemischen Elemente	26
1.3.3	Periodensystem der Elemente (PSE)	27
1.3.3.1	Beziehungen zwischen dem Aufbau des Periodensystems der Elemente (PSE) und den Eigenschaften der Elemente	27
1.3.3.2	Aufbau der Elektronenhülle der Atome; Modelle	28
1.3.3.3	Stabilität der Atome	29
1.3.3.4	Beziehungen zwischen dem PSE und dem Aufbau der Elektronenhülle	32
1.3.3.5	Atomdurchmesser (Atomradien)	41
1.3.4	Moleküle – Chemische Verbindungen	42
1.3.4.1	Gemenge – Verbindung; Luft und Wasser	42
1.3.4.2	Chemische Formeln	49
1.3.4.3	Benennung von chemischen Verbindungen, die in der Galvanotechnik häufig auftreten	52
1.3.5	Atommassen	58
1.3.5.1	Absolute Atommasse	58
1.3.5.2	Relative Atommasse – Relative Molekülmasse	61
2	Stoffmengen	63
2.1	Stoffmengeneinheit Mol	63
2.1.1	Molare Masse	65
2.1.2	Molares Volumen; Dichte	67
2.2	Lösungen	69
2.2.1	Dispersionen und spezifische Oberfläche	71
2.2.2	Echte Lösungen (molekular- und ionendisperses System)	71

2.2.3	Kolloidale Lösungen (kolloidales System)	72
2.2.4	Suspension (grobdisperses System)	73
2.2.5	Löslichkeit	73
2.2.6	Gehaltsangaben	75
2.2.6.1	Größen und Einheiten nach DIN 32 625 (Juli 1989)	76
2.2.6.2	Gegenüberstellung der Größen und Einheiten	78
2.2.6.3	Bisherige Bezeichnungen	80
2.2.6.4	Dichte	83
2.2.7	Mischungen; Elektrolytansatz	84
3	Bildung von Ionen aus Atomen	89
3.1	Ladungszahl	91
3.2	Ionisierungsenergie	92
3.2.1	Oxidationszahl	94
3.2.1.1	Stabile Oxidationsstufen von Nebengruppenelementen	95
4	Chemische Bindung	106
4.1	Ionenbindung	106
4.2	Atombindung (kovalente Bindung; Elektronenpaarbindung)	111
4.2.1	Elektronegativität	112
4.2.2	Polare Atombindung	113
4.2.3	Wasserstoffbrückenbindung	116
4.2.4	Van der Waalssche Bindung	119
4.3	Metallbindung	120
4.4	Komplexverbindungen (koordinative Bindung)	121
4.4.1	Nichtmetallkomplexverbindungen	123
4.4.2	Metallkomplexverbindungen	125
4.5	Beziehungen zwischen den Hauptbindungsarten und den Eigenschaften chemischer Verbindungen	127
4.5.1	Verbindungen mit Ionenbindungscharakter	127
4.5.2	Verbindungen mit Atombindungscharakter	129
4.5.3	Verbindungen mit Metallbindungscharakter	132
4.5.3.1	Intermetallische Verbindungen	134
4.5.3.2	Kristallaufbau elektrochemisch abgeschiedener Niederschläge	135
5	Chemische Reaktionen (Allgemeines)	138
5.1	Reaktionsgleichungen	138
5.1.1	Stöchiometrische Grundgesetze	139
5.2	Chemisches Gleichgewicht	143
5.2.1	Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes (MWG)	145
5.3	Reaktionsbedingungen	150
5.3.1	Reaktionswärme	151
5.3.2	Reaktionsgeschwindigkeit	153

5.3.3	Aktivierungsenergie	154
5.3.4	Katalyse – Katalysatoren.....	156
5.3.5	Inhibitoren – Passivatoren – Stabilisatoren	158
6	Anorganische Chemie	160
6.1	Anorganische und organische Stoffe	160
6.2	Metalle.....	161
6.2.1	Eigenschaften der Metalle.....	162
6.2.2	Galvanisch abscheidbare Metalle.....	163
6.2.3	Metalle der ersten Nebengruppe des Periodensystems (Kupfergruppe)	163
6.2.3.1	Kupfer (chem. Symbol: Cu)	164
6.2.3.2	Silber (chem. Symbol: Ag).....	170
6.2.3.3	Gold (chem. Symbol: Au)	174
6.2.4	Die Metalle der zweiten Nebengruppe (Zinkgruppe)	178
6.2.4.1	Zink (chem. Symbol: Zn).....	178
6.2.4.2	Cadmium (chem. Symbol: Cd).....	181
6.2.4.3	Quecksilber (chem. Symbol: Hg).....	184
6.2.5	Die Metalle der achten Nebengruppe.....	186
6.2.5.1	Eisen (chem. Symbol: Fe)	186
6.2.5.2	Cobalt (chem. Symbol: Co).....	190
6.2.5.3	Nickel (chem. Symbol: Ni).....	192
6.2.5.4	Ruthenium (chem. Symbol: Ru).....	195
6.2.5.5	Rhodium (chem. Symbol: Rh).....	197
6.2.5.6	Palladium (chem. Symbol: Pd).....	199
6.2.5.7	Osmium (chem. Symbol: Os).....	201
6.2.5.8	Iridium (chem. Symbol: Ir)	202
6.2.5.9	Platin (chem. Symbol: Pt)	203
6.2.6	Chrom (chem. Symbol: Cr).....	205
6.2.7	Die Metalle der vierten Hauptgruppe.....	209
6.2.7.1	Zinn (chem. Symbol: Sn)	209
6.2.7.2	Blei (chem. Symbol: Pb)	213
6.2.8	Die Metalle der fünften Hauptgruppe	216
6.2.8.1	Arsen (chem. Symbol: As)	216
6.2.8.2	Antimon (chem. Symbol: Sb).....	218
6.2.8.3	Bismut (früher Wismut), (chem. Symbol: Bi)	220
6.2.9	Die Metalle der dritten Hauptgruppe	222
6.2.9.1	Aluminium (chem. Symbol: Al).....	222
6.2.9.2	Indium (chem. Symbol: In)	232
6.2.9.3	Thallium (chem. Symbol: Tl)	233
6.2.10	Die restlichen Metalle	235
6.2.10.1	Alkalimetalle (1. Hauptgruppe).....	235
6.2.10.2	Erdalkalimetalle (2. Hauptgruppe).....	237
6.2.10.3	Übergangsmetalle.....	245

6.3	Die Hauptgruppenelemente und ihre Verbindungen	253
6.3.1	1. Hauptgruppe, einschließlich Wasserstoff und Ammonium	254
6.3.2	2. Hauptgruppe	260
6.3.3	3. Hauptgruppe	260
6.3.4	4. Hauptgruppe	262
6.3.5	5. Hauptgruppe	263
6.3.6	6. Hauptgruppe	266
6.3.7	Die Elemente der 7. Hauptgruppe	267
6.3.7.1	Fluor (chem. Symbol: F)	268
6.3.7.2	Chlor (chem. Symbol: Cl)	270
6.3.7.3	Brom (chem. Symbol: Br)	271
6.3.7.4	Iod (chem. Symbol: I)	272
6.4	Chemie und Technologie des Wassers	273
6.5	Anorganische Werkstoffe	278
6.5.1	Abscheidungsverfahren für anorganische Werkstoffe	278
6.5.1.1	PVD-Verfahren	278
6.5.1.2	CVD-Verfahren	281
6.5.1.3	Sol-Gel-Verfahren	286
6.5.2	Oxide	287
6.5.2.1	Physikalische Eigenschaften	287
6.5.2.2	Chemische Eigenschaften	287
6.5.2.3	Verwendung/Herstellung	288
6.5.2.3.1	Thermische Verfahren	288
6.5.2.3.2	Chemische Verfahren	288
6.5.2.3.3	Brünieren von Stahl (DIN 50938)	288
6.5.2.3.4	Chemische Oxidschichten	289
6.5.2.3.5	Elektrochemische Verfahren	289
6.5.2.3.6	PVD-Verfahren	290
6.5.2.3.7	CVD-Verfahren	291
6.5.2.3.8	Verwendung als disperse Phase in Dispersionssschichten	294
6.5.2.3.9	Verwendung als Schleifmittel/Strahlmittel	294
6.5.3	Carbide und Kohlenstoff (Darstellung/Beschichtungsverfahren)	295
6.5.3.1	Physikalische und chemische Eigenschaften	295
6.5.3.2	Carbidbildungsreaktionen	295
6.5.3.3	DLC-Beschichtung (diamond-like carbon)	296
6.5.3.3.1	Modifikationen des Kohlenstoffes	296
6.5.3.3.2	Abscheidungsmöglichkeiten von DLC-Schichten	297
6.5.3.3.3	Eigenschaften von DLC-Schichten	297
6.5.4	Nitride	299
6.5.4.1	Darstellung/Beschichtungsverfahren	300
6.5.5	Verbundwerkstoffe	301

6.5.5.1	Beschichten von Verbundwerkstoffen	303
6.5.5.1.1	Mehrfachschichtsysteme	303
6.5.5.1.2	Hybridschichtsysteme	303
6.5.5.1.3	Sandwichschichten	306
6.5.5.1.4	Dispersionsschichten	308
6.5.5.2	Schichtmaterialien	309
6.5.5.2.1	Funktionen und Abscheidungsbedingungen	311
7	Elektrolyte	314
7.1	Elektrolytische Dissoziation	314
7.1.1	Dissoziationsgrad	316
7.1.2	Dissoziationsgleichgewicht	318
7.1.3	Osmotischer Druck; Umkehrosmose	320
7.2	Ionenaktivität	321
7.3	Leitfähigkeit	322
8	Reaktionsarten in der Galvanotechnik	325
8.1	Fällungsreaktionen	325
8.1.1	Löslichkeitsprodukt	327
8.2	Ligandenaustauschreaktionen	330
8.3	Säure-Base-Reaktionen	334
8.3.1	Säuren-Basen, Definitionen und Begriffe	334
8.3.1.1	Einteilung der Säuren und Basen nach Brønsted und Lowry	339
8.3.1.2	Autoprotolyse des Wassers (Umkehrbare Protonenübergänge)	340
8.3.1.3	Ionenprodukt des Wassers	342
8.3.1.4	pH-Wert	345
8.3.1.5	Abstumpfen und Puffern	348
8.3.1.6	Weitere Säure-Base-Theorien	349
8.4	Oxidation – Reduktion (Redoxreaktionen)	350
8.4.1	Oxidationsmittel und Reduktionsmittel	352
8.4.2	Ermittlung der Oxidationszahlen	353
9	Organische Chemie	356
9.1	Kohlenwasserstoffe	357
9.2	Aromatische Kohlenwasserstoffe	361
9.3	Alkohole	367
9.4	Aldehyde	371
9.5	Ketone	373
9.6	Carbonsäuren	373
9.7	Ester und Ether	378
9.8	Stickstoffhaltige Verbindungen	379
9.9	Schwefelhaltige Verbindungen	381
9.10	Heterocyclische Verbindungen	382
9.11	Fette	383

9.12	Oberflächenaktive Stoffe (Tenside)	383
9.13	Farbstoffe	390
9.14	Farbstoffklassen.....	392
9.15	Kunststoffe	397
9.16	Anodische Oxidation und kathodische Reduktion organischer Stoffe.....	416
9.17	Wirkung von Zusätzen.....	417
10	Elektrochemische Vorgänge.....	420
10.1	Elektrodenreaktionen ohne äußere Stromquelle.....	421
10.1.1	Daniell-Element (stellvertretend für Galvanische Elemente)	422
10.1.1.1	Spannungsreihen	427
10.1.2	Nernstsche Gleichung	429
10.1.2.1	Abhängigkeit des Standardpotenzials von der Konzentration (Aktivität)	431
10.1.2.2	Berechnung der Zellenspannung (EMK) eines galvanischen Elementes	432
10.1.2.3	Elektrometrische pH-Messung.....	436
10.1.3	Korrosion	438
10.1.3.1	Bildung von Schutzschichten durch Oxidation des Grundmetalls	438
10.1.3.2	Zerstörung von Schutzschichten (elektrochemische Korrosion).....	445
10.2	Überspannung und Polarisierung.....	447
10.2.1	Arten der Polarisierung	450
10.2.1.1	Messung der Polarisierung und Überspannung	452
10.2.2	Wasserstoffüberspannung.....	453
10.2.3	Ionenwanderung und Überführung	453
10.2.4	Spannungsverhältnisse bei der Elektrolyse	454
10.2.4.1	Spannungsarten	454
10.3	Metallabscheidung mit äußerer Stromquelle (Elektrolyse).....	455
10.3.1	Anodenreaktionen während der Elektrolyse	456
10.3.2	Kathodenreaktionen während der Elektrolyse	458
10.3.2.1	Gleichzeitige Abscheidung verschiedener Ionen.....	462
10.3.3	Faradaysche Gesetze	464
10.4	Metallabscheidung ohne äußere Stromquelle.....	468
10.4.1	Stromlose Metallabscheidung	470
11	Umweltauswirkungen	473
11.1	Arbeitsplatzgrenzwerte.....	489
11.2	Emission in die Luft und Immissionsschutz.....	491
11.3	Abwasser und Gewässerschutz.....	494
11.4	Boden- und Gewässerschutz; Altlasten	497
11.5	Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).....	498
11.5.1	Begriffe	498
11.5.2	Informationsbeschaffung	500

11.5.3	Gefährdungsbeurteilung.....	507
11.5.3.1	Brand- und Explosionsgefahren (§12)	507
11.5.3.2	Sonstige gefährliche Eigenschaften.....	508
11.6	Schutzstufenkonzept (§ 7 Abs. 9 und 10 sowie §§ 8 bis 11)	509
11.6.1	Schutzstufe 1 (§ 7 Abs. 9 und § 8)	509
11.6.2	Schutzstufe 2 (§ 7 Abs. 10 und § 9)	510
11.6.3	Schutzstufe 3 (§ 10)	511
11.6.4	Schutzstufe 4 (§ 11)	512
11.7	Gefahrstoffverzeichnis (§ 7, Abs. 8).....	512
11.8	Betriebsanweisung/Unterweisung (§ 14).....	513
11.9	Weitere Änderungen.....	514
11.10	Literatur.....	514
12	Analytik in der Galvanotechnik.....	515
12.1	Gruppenreaktionen von Schwermetallen	515
12.1.1	Analytisch wichtige Einzelreaktionen.....	516
12.1.1.1	Eisen (Fe).....	516
12.1.1.2	Cadmium (Cd).....	517
12.1.1.3	Zink (Zn)	518
12.1.1.4	Nickel (Ni).....	518
12.1.1.5	Chrom (Cr).....	519
12.1.1.6	Kupfer (Cu)	520
12.1.1.7	Silber (Ag).....	521
12.1.1.8	Gold (Au)	523
12.1.1.9	Blei (Pb)	524
12.2	Quantitative Analyse.....	525
12.2.1	Gravimetrische Verfahren (Gravimetrie).....	525
12.2.2	Elektrogravimetrie.....	526
12.2.3	Säure/Base-Titration (Neutralisationsreaktionen).....	526
12.2.4	Redoxtitration (Oxidimetrie).....	527
12.2.5	Fällungstitration (Fällungsreaktion).....	527
12.2.6	Komplexometrische Titration (Komplexometrie)	528
12.3	Umweltanalytik	530
13	Alphabetisches Nachschlageverzeichnis (Begriffe, die mit  versehen wurden).....	536
14	Tabellenanhang	567
15	Weiterführende Literatur	571
16	Stichwortverzeichnis.....	573