

# Inhaltsverzeichnis

<b>Allgemeine Chemie</b> .....	1
<b>1 Chemische Elemente und chemische Grundgesetze</b> .....	2
Verbreitung der Elemente .....	3
Chemische Grundgesetze .....	3
<b>2 Aufbau der Atome</b> .....	6
2.1 Atomkern .....	6
Kernregeln.....	8
Atommasse.....	8
Massendefekt .....	9
Isotopieeffekte.....	9
Trennung von Isotopen .....	10
Radioaktive Strahlung.....	10
Radioaktive Zerfallsgeschwindigkeit.....	11
Beispiele für natürliche und künstliche Isotope .....	12
Radioaktive Aktivität .....	12
Radioaktive Zerfallsreihen .....	16
Radioaktives Gleichgewicht.....	16
Beispiele für Anwendungsmöglichkeiten von Isotopen.....	16
Aktivierungsanalyse .....	17
2.2 Elektronenhülle .....	17
Atommodell von <i>Niels Bohr</i> .....	18
Bohrsches Modell vom <i>Wasserstoffatom</i> .....	19
Atomspektren (Absorptions- und Emissionsspektroskopie) .....	20
Verbesserungen des Bohrschen Modells.....	21

Wellenmechanisches Atommodell des <i>Wasserstoffatoms</i> .....	21
Elektronenspin .....	24
Graphische Darstellung der Atomorbitale.....	24
Mehrelektronenatome .....	30
Pauli-Prinzip, <i>Pauli-Verbot</i> .....	30
Hundsche Regel .....	30
<b>3 Periodensystem der Elemente .....</b>	<b>33</b>
Einteilung der Elemente auf Grund ähnlicher Elektronenkonfiguration.....	38
Edelgase .....	38
Hauptgruppenelemente („repräsentative“ Elemente) .....	40
Übergangselemente bzw. Nebengruppenelemente ..	40
Valenzelektronenzahl und Oxidationsstufen .....	41
Periodizität einiger Eigenschaften.....	41
1) Atom- und Ionenradien .....	42
2) Elektronenaffinität (EA) .....	42
3) Ionisierungspotential / Ionisierungsenergie .....	43
4) Elektronegativität.....	44
5) Metallischer und nichtmetallischer Charakter der Elemente .....	45
<b>4 Moleküle, chemische Verbindungen, Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie .....</b>	<b>47</b>
Reaktionsgleichungen .....	48
Konzentrationsmaße.....	50
Stöchiometrische Rechnungen .....	58
Beispiel einer Ausbeuteberechnung .....	58
Berechnung von empirischen Formeln.....	59
<b>5 Chemische Bindung (Bindungsarten).....</b>	<b>60</b>
5.1 Ionische (polare, heteropolare) Bindungen, Ionenbeziehung .....	60
Gitterenergie .....	62
Spinell-Struktur .....	65
Perowskit-Struktur .....	65

	Calcit-Struktur.....	66
	Übergang von der ionischen zur kovalenten Bindung .....	66
	Übergang von der ionischen zur metallischen Bindung.....	68
5.2	Atombindung (kovalente, homöopolare Bindung, Elektronenpaarbindung).....	69
5.2.1	MO-Theorie der kovalenten Bindung .....	69
5.2.2	VB-Theorie der kovalenten Bindung .....	73
	Mehrfachbindungen, ungesättigte Verbindungen....	78
	Energie von Hybridorbitalen .....	82
	Bindigkeit.....	82
	Bindungsordnung, Bindungsgrad .....	82
	Oktettregel.....	83
	Doppelbindungsregel .....	83
	Radikale .....	84
	Bindungsenergie und Bindungslänge .....	84
	Mesomerie oder Resonanz .....	85
5.2.3	Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungsmodell.	85
	Geometrie von Polyedern mit sieben bis zwölf Elektronenpaaren.....	89
5.3	Metallische Bindung .....	89
	Metallgitter.....	92
	Mechanische Eigenschaften der Metalle / <i>Einlagerungsstrukturen</i> .....	93
	Legierungen .....	94
	Unbegrenzte Mischbarkeit .....	95
	Überstrukturphasen .....	96
	Eutektische Legierungen .....	96
	Mischungslücke.....	98
	Intermetallische Verbindungen oder intermetallische Phasen .....	98
	Beispiele für intermetallische Phasen.....	99
	Fe-C-System.....	102
5.4	Zwischenmolekulare Bindungskräfte .....	103
	Wasserstoffbrückenbindungen .....	103
	Van der Waalsche Bindung (van der Waals-Kräfte, Dispersionskräfte).....	105
<b>6</b>	<b>Komplexverbindungen</b>	
	Bindungen in Komplexen.....	107
	Chelateffekt.....	109
	$\pi$ -Komplexe .....	111
	Chargetransfer-Komplexe .....	112
	Carbonyle.....	112

Herstellung .....	112
Eigenschaften .....	112
Reaktionen von Carbonylen .....	113
Koordinationszahl und räumlicher Bau von Komplexen .....	116
Isomerieerscheinungen bei Komplexverbindungen .....	117
Stereoisomerie.....	118
a) cis-trans-Isomerie.....	118
Komplexe mit KZ 4 .....	118
Komplexe mit KZ 6 .....	118
trans-Effekt.....	119
b) Optische Isomerie (Spiegelbildisomerie).....	119
Komplexe mit KZ 4 .....	120
Komplexe mit KZ 6 .....	121
Strukturisomerie .....	121
Hydratisomerie.....	121
Bindungsisomerie, Salzisomerie .....	121
Bindung in Komplexen .....	122
Edelgas-Regel .....	122
VB-Theorie der Komplexbindung .....	123
Vorzüge und Nachteile der VB-Theorie .....	125
Kristallfeld-Ligandenfeld-Theorie .....	125
Besetzung der $e_g$ - und $t_{2g}$ -Orbitale im oktaedrischen Feld .....	128
Besetzung der $e_g$ - und $t_{2g}$ -Orbitale im tetraedrischen Feld .....	129
Absorptionsspektren.....	130
Jahn-Teller-Effekt .....	130
Vorzüge und Nachteile der Kristallfeld-Theorie.....	131
MO-Theorie der Bindung in Komplexen .....	131
Bildung der Molekülorbitale .....	132
Verteilung der Elektronen des Zentralteilchens .....	132
HSAB-Konzept bei Komplexen.....	132
$\sigma$ - und $\pi$ -Bindung in Komplexen .....	132
Komplexbildungsreaktionen .....	135
Formelschreibweise von Komplexen .....	136
Nomenklatur von Komplexen .....	136
Beispiele zur Nomenklatur.....	138
<b>7 Zustandsformen der Materie</b>	
(Aggregatzustände) .....	139
7.1 Fester Zustand.....	139
Kristalline Stoffe .....	139
Kristallsysteme.....	140
Raumgruppen; Bravais-Gitter .....	140

	Kristallklassen.....	141
	Eigenschaften von kristallinen Stoffen.....	141
	Schmelz- und Erstarrungspunkt; Schmelzenthalpie .....	142
	Gittertypen .....	143
7.2	Gasförmiger Zustand.....	144
	Gasgesetze — für „ideale Gase“ .....	145
	Das Verhalten realer Gase.....	148
	Zustandsgleichung realer Gase.....	149
	Kritische Daten von Gasen.....	150
	Diffusion von Gasen .....	150
7.3	Flüssiger Zustand .....	151
	Dampfdruck einer Flüssigkeit .....	152
	Siedepunkt.....	153
	Gefrierpunkt.....	153
	Durchschnittsgeschwindigkeit von Atomen und Molekülen.....	154
<b>8</b>	<b>Mehrstoffsysteme</b>	
	Lösungen.....	156
	Definition des Begriffs Phase.....	156
	Zustandsdiagramme .....	156
	Gibbssche Phasenregel (1878).....	157
	Beispiele für das Gibbssche Phasengesetz .....	157
	Mehrstoffsysteme .....	158
	Lösungen.....	159
	Eigenschaften von Lösemitteln (Lösungsmitteln) ...	159
	Echte Lösungen.....	161
	Lösungsvorgänge .....	161
	Löslichkeit.....	163
	Chemische Reaktionen bei Lösungsvorgängen .....	164
	Verhalten und Eigenschaften von Lösungen .....	164
	I. Lösungen von <i>nichtflüchtigen</i> Substanzen.....	164
	Diffusion in Lösung .....	165
	Osmose.....	166
	Dialyse .....	167
	Lösungsgleichgewichte .....	168
	1. Verteilung zwischen zwei nichtmischbaren flüssigen Phasen.....	168
	2. Verteilung zwischen einer Gasphase und der Lösung.....	169
	3. Verteilung zwischen einer festen Phase und der Lösung.....	169
	Elektrolytlösungen .....	169
	Elektrolytische Dissoziation.....	169

	Ostwaldsches Verdünnungsgesetz.....	170
	Elektrodenprozesse .....	171
	Beispiele für Elektrolysen .....	171
	II. Lösungen <i>flüchtiger</i> Substanzen.....	174
	Ideale Lösungen .....	174
	Nichtideale Lösungen.....	175
	Mischungslücke.....	176
	Kolloide Lösungen, kolloiddisperse Systeme .....	177
	Isoelektrischer Punkt (I.P.).....	179
<b>9</b>	<b>Redoxsysteme</b> .....	<b>180</b>
	Oxidationszahl .....	180
	Regeln zur Ermittlung der Oxidationszahl .....	180
	Reduktion und Oxidation .....	182
	Normalpotentiale von Redoxpaaren.....	184
	Normalpotential und Reaktionsrichtung.....	188
	Nernstsche Gleichung .....	189
	Konzentrationskette .....	193
	Praktische Anwendung	
	von galvanischen Elementen .....	193
	Trockenbatterie (Leclanché-Element).....	193
	Alkali-Mangan-Zelle.....	193
	Nickel-Cadmium-Batterie .....	193
	Quecksilber-Batterie .....	194
	Brennstoffzellen.....	194
	Akkumulatoren.....	194
	Lithium-Ionenakku.....	195
	Elektrochemische Korrosion / Lokalelement .....	195
	Elektrochemische Bestimmung von pH-Werten .....	196
	Elektroden 2. Art.....	197
	Spezielle Redoxreaktionen.....	198
<b>10</b>	<b>Säure-Base-Systeme</b> .....	<b>199</b>
	Brønstedsäuren und -basen	
	und der Begriff des pH-Wertes .....	199
	Säure- und Basestärke .....	202
	Starke Säuren und starke Basen .....	203
	Schwache Säuren und schwache Basen.....	203
	Mehrwertige Säuren .....	206
	Mehrwertige Basen .....	207
	Protolysereaktionen beim Lösen	
	von Salzen in Wasser .....	207
	Neutralisationsreaktionen.....	208

Protolysegrad .....	209
Titrationenkurven .....	210
pH-Abhängigkeit von Säure- und Base-Gleichgewichten, Pufferlösungen.....	212
Bedeutung der Henderson-Hasselbalch-Gleichung.	212
a) Der Bicarbonatpuffer (Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer) .....	214
b) Der Phosphatpuffer .....	214
Acetatpuffer .....	214
Messung von pH-Werten .....	215
Säure-Base-Reaktionen in nichtwässrigen Systemen.....	216
Elektronentheorie der Säuren und Basen nach <i>Lewis</i> .....	217
Supersäuren.....	218
Prinzip der „harten“ und „weichen“ Säuren und Basen.....	219
<b>11 Energetik chemischer Reaktionen</b> (Grundlagen der Thermodynamik).....	220
I. Hauptsatz der Thermodynamik .....	220
Veranschaulichung der Volumenarbeit $p \cdot \Delta V$ .....	221
Anwendung des I. Hauptsatzes auf chemische Reaktionen.....	222
Hess'scher Satz der konstanten Wärmesummen .....	224
II. Hauptsatz der Thermodynamik.....	225
Statistische Deutung der Entropie .....	227
III. Hauptsatz der Thermodynamik .....	227
Gibbs-Helmholtzsche Gleichung.....	228
Zusammenhang zwischen $\Delta G$ und EMK.....	231
<b>12 Kinetik chemischer Reaktionen</b> .....	232
Reaktionsordnung .....	233
Halbwertszeit .....	235
Konzentration-Zeit-Diagramm für eine Reaktion erster Ordnung .....	235
Konzentration-Zeit-Diagramm für eine Reaktion zweiter Ordnung .....	237
Molekularität einer Reaktion.....	237
Pseudo-Ordnung und Pseudo-Molekularität .....	238
Arrhenius-Gleichung .....	239
Darstellung von Reaktionsabläufen durch Energieprofile .....	241

Parallelreaktionen .....	243
Metastabile Systeme.....	243
Kettenreaktionen .....	244
Einleitung von Kettenreaktionen.....	244
Abbruch von Kettenreaktionen .....	244
<b>13 Chemisches Gleichgewicht</b>	
(Kinetische Ableitung).....	246
Formulierung des MWG für einfache Reaktionen ..	248
Gekoppelte Reaktionen .....	248
Aktivitäten.....	249
Beeinflussung von Gleichgewichtslagen .....	250
1. Änderung der Temperatur .....	250
2. Änderung von Konzentration	
bzw. Partialdruck bei konstanter Temperatur.....	251
Das Löslichkeitsprodukt.....	251
Allgemeine Formulierung .....	252
Fließgleichgewicht .....	252
<b>Spezielle Anorganische Chemie.....</b>	<b>255</b>
<b>A) Hauptgruppenelemente.....</b>	<b>256</b>
<b>Wasserstoff .....</b>	<b>256</b>
Stellung von Wasserstoff	
im Periodensystem der Elemente (PSE).....	256
Reaktionen und Verwendung von Wasserstoff .....	258
Wasserstoffverbindungen.....	258
<b>Alkalimetalle (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).....</b>	<b>260</b>
Lithium.....	260
Natrium .....	263
Kalium.....	265
Rubidium, Cäsium.....	267
Francium .....	267
<b>Erdalkalimetalle</b>	
<b>(Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra).....</b>	<b>268</b>
Beryllium .....	268
Magnesium.....	271



Herstellung .....	271
Verbindungen.....	271
Calcium.....	272
Verbindungen.....	273
Mörtel .....	275
Strontium.....	275
Barium .....	275
Radium.....	276

<b>Borgruppe (B, Al, Ga, In, Tl) .....</b>	<b>277</b>
Bor .....	277
Verbindungen.....	279
Herstellung der Borane .....	280
Eigenschaften .....	281
Carborane.....	281
Borhalogenide .....	282
Sauerstoff-Verbindungen .....	282
Borstickstoff-Verbindungen.....	283
Aluminium .....	285
Gallium - Indium - Thallium.....	288

<b>Kohlenstoffgruppe (C, Si, Ge, Sn, Pb)....</b>	<b>289</b>
Kohlenstoff .....	289
Graphitverbindungen.....	292
Kohlenstoff-Verbindungen.....	294
Boudouard-Gleichgewicht .....	296
Carbide.....	297
Silicium.....	297
Kieselsäuren .....	300
Zinn.....	304
Zinn(II)- Verbindungen.....	304
Zinn(IV)-Verbindungen .....	305
Blei.....	306
Blei(II)-Verbindungen .....	306
Blei(IV)-Verbindungen .....	307
Inert-pair-Effekt .....	307

<b>Stickstoffgruppe (N, P, As, Sb, Bi) .....</b>	<b>308</b>
Stickstoff .....	308
Stickstoffhalogenide.....	312
Phosphor .....	320
Phosphoroxide .....	322
Phosphorsäuren .....	322

Halogenverbindungen .....	326
Pseudorotation (Berry-Mechanismus).....	326
Phosphor-Stickstoff-Verbindungen.....	327
Arsen.....	328
Sauerstoffverbindungen .....	329
Halogenverbindungen .....	329
Schwefelverbindungen.....	330
Antimon .....	330
Bismut (früher Wismut) .....	331
Ausnahmen von der Doppelbindungsregel.....	333

<b>Chalkogene (O, S, Se, Te, Po).....</b>	<b>334</b>
Sauerstoff .....	334
Sauerstoffverbindungen .....	337
Oxide.....	339
Schwefel.....	339
Halogenverbindungen .....	341
Schwefelchloride und Schwefelbromide .....	342
Oxidhalogenide $SOX_2$ (X = F, Cl, Br) .....	343
Schwefeloxide und Schwefelsäuren .....	343
$H_2SO_4$ , Schwefelsäure .....	345
Schwefel-Stickstoff-Verbindungen .....	347
Selen.....	349
Tellur.....	350

<b>Halogene (F, Cl, Br, I, At).....</b>	<b>351</b>
Fluor.....	351
Sauerstoff Verbindungen.....	354
Chlor .....	355
Sauerstoffsäuren von Chlor.....	355
Oxide des Chlors.....	357
Brom .....	358
Iod .....	360
Iodoxide .....	361
Bindungsenthalpie und Acidität .....	362
Salzcharakter der Halogenide .....	362
Photographischer Prozess (Schwarz-Weiß-Photographie).....	362
Interhalogenverbindungen.....	363
Pseudohalogene — Pseudohalogenide.....	364

<b>Edelgase (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).....</b>	<b>366</b>
Verbindungen.....	366
Xenon-Oxide.....	368

„Physikalische Verbindungen“.....	369
Beschreibung der Bindung in Edelgasverbindungen.....	369
<b>Allgemeine Verfahren zur Reindarstellung von Metallen (Übersicht).....</b>	<b>370</b>
I. Reduktion der <i>Oxide</i> zu den Metallen .....	370
II. <i>Elektrolytische</i> Verfahren.....	370
III. <i>Spezielle</i> Verfahren.....	371
<b>B) Nebengruppenelemente .....</b>	<b>372</b>
Oxidationszahlen.....	376
Qualitativer Vergleich der Atom- und Ionenradien der Nebengruppenelemente.....	377
Atomradien .....	377
Lanthanoiden-Kontraktion .....	377
Ionenradien .....	378
<b>I. Nebengruppe.....</b>	<b>380</b>
Übersicht.....	380
Kupfer .....	380
Silber.....	383
Gold .....	384
<b>II. Nebengruppe.....</b>	<b>386</b>
Übersicht.....	386
Zink-Verbindungen .....	387
Cadmium-Verbindungen .....	387
Quecksilber-Verbindungen .....	388
Hg(II)-Verbindungen .....	388
<b>III. Nebengruppe.....</b>	<b>391</b>
Übersicht.....	391
Scandium.....	391
Yttrium.....	392
Lanthan .....	392
Actinium.....	392

<b>IV. Nebengruppe</b> .....	393
Übersicht .....	393
Titan .....	393
Zirkon und Hafnium .....	395
<b>V. Nebengruppe</b> .....	397
Übersicht .....	397
Vanadin .....	397
Niob und Tantal .....	400
<b>VI. Nebengruppe</b> .....	402
Übersicht .....	402
Chrom .....	402
Chromverbindungen .....	403
Peroxo-chromate $M(III)HCrO_6$ .....	405
Molybdän .....	406
Wolfram .....	407
Transportreaktionen .....	408
Wolframate, Polysäuren .....	408
<b>VII. Nebengruppe</b> .....	410
Übersicht .....	410
Mangan .....	410
Technetium .....	412
Rhenium .....	412
Halogenide .....	413
<b>VIII. Nebengruppe</b> .....	415
Eisenmetalle .....	415
Eisen .....	415
Eisenverbindungen .....	418
Cobalt und Nickel .....	421
Cobalt-Verbindungen .....	421
Nickel-Verbindungen .....	422
Platinmetalle .....	423
Verbindungen der Platinmetalle .....	424
Ruthenium und Osmium .....	424
Rhodium und Iridium .....	424
Palladium und Platin .....	424

<b>Lanthanoide, Ln</b> .....	426
Übersicht .....	426
<b>Actinoide, An</b> .....	428
Übersicht .....	428
<b>Anhang</b> .....	430
<b>Edelsteine</b> .....	430
<b>Düngemittel</b> .....	431
Handelsdünger aus <i>natürlichen</i> Vorkommen .....	431
Kunstdünger .....	432
Mineraldünger .....	432
Stickstoffdünger .....	432
Phosphatdünger .....	433
Kaliumdünger .....	433
Mehrstoffdünger .....	434
<b>Literaturauswahl und Quellennachweis</b> .....	435
<b>Abbildungsnachweis</b> .....	439
<b>Sachverzeichnis</b> .....	441
<b>Ausklapptafel:</b> Periodensystem der Elemente (am Schluss des Bandes)	