

Inhaltsübersicht

	Vorwort zur 2. Auflage	V
	Vorwort zur 1. Auflage	VI
1	Einführung: Regeln und Normen erleichtern die Verständigung ...	1
2	Aufbau der Atome	13
3	Ein Überblick über das Periodensystem	41
4	Die Ionenbindung	61
5	Die kovalente Bindung	83
6	Die metallische Bindung	121
7	Thermodynamik anorganischer Stoffe	135
8	Reine Stoffe und Zweistoffsysteme	155
9	Das chemische Gleichgewicht	193
10	Säuren und Basen	213
11	Oxidation und Reduktion	247
12	Komplexreaktionen	277
13	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	303
14	Wasserstoff	323
15	Die Elemente der Gruppe 1: Die Alkalimetalle	343
16	Die Elemente der Gruppe 2: Die Erdalkalimetalle	369
17	Die Elemente der Gruppe 13	389
18	Die Elemente der Gruppe 14: Die Kohlenstoffgruppe	415
19	Die Elemente der Gruppe 15	469
20	Die Elemente der Gruppe 16: Die Chalkogene	529
21	Die Elemente der Gruppe 17: Die Halogene	573
22	Die Elemente der Gruppe 18: Die Edelgase	601
23	Einführung in die Chemie der Übergangsmetalle	611
24	Die Nebengruppenelemente	651
25	Lanthanoide, Actinoide und verwandte Elemente	731
26	Anhang A: Einige Grundbegriffe der Physik	747
27	Anhang B: Mathematische Grundlagen	767
28	Anhang C: Datensammlung	781
	Weiterführende Literatur	815
	Glossar	819
	Index	839

Inhalt

1	Einführung: Regeln und Normen erleichtern die Verständigung	1
1.1	Reaktionsgleichungen und Reaktionsschemata	2
1.2	Größen und Einheiten	4
1.3	Nomenklatur – systematisch oder traditionell?	9
2	Aufbau der Atome	13
2.1	Atomkern und Elementarteilchen	14
	<i>Exkurs:</i> Massenspektrometrie	16
	Isotope	16
	Massendefekt und Kernbindungsenergie	18
	Radioaktivität	19
2.2	Kernreaktionen	21
	Energiegewinnung durch Kernspaltung	23
	<i>Exkurs:</i> Isotopentrennung	23
2.3	Der Aufbau der Elektronenhülle	25
	<i>Exkurs:</i> Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)	27
	Die Schrödinger-Gleichung und ihre Bedeutung	28
	Die Form der Atomorbitale	31
	Besetzung der Orbitale mit Elektronen	34
	Elektronenkonfigurationen von Ionen	39
3	Ein Überblick über das Periodensystem	41
3.1	Das moderne Periodensystem	43
3.2	Die Entstehung der Elemente	46
	Stabilität der Elemente und ihrer Isotope	46
	<i>Exkurs:</i> Zur Geschichte des Schalenmodells der Atomkerne	48
3.3	Einteilung der Elemente	49
3.4	Periodische Eigenschaften: Atomradius	51
	Die Slater-Regeln	53
3.5	Periodische Eigenschaften: Ionisierungsenergie	54
3.6	Periodische Eigenschaften: Elektronenaffinität	56
3.7	Biochemie der Elemente	57
4	Die Ionenbindung	61
4.1	Eigenschaften ionischer Verbindungen	62
	<i>Exkurs:</i> Energetische Verhältnisse bei der Ionenbindung	64
4.2	Polarisierung und Kovalenz	65
4.3	Hydratation von Ionen	67

4.4	Ionengitter	68
	Die dichteste Kugelpackung	69
	Aufbau einfacher AB-Verbindungen	74
	Aufbau einfacher AB ₂ -Verbindungen	76
	Ausnahmen von den Regeln	78
	Kristallstrukturen mit komplexen Ionen	78
	<i>Exkurs:</i> Ionische Flüssigkeiten	79
5	Die kovalente Bindung	83
5.1	Lewis-Konzept und Oktettregel	84
5.2	Gebrochene Bindungsordnungen und das Konzept der Mesomerie	85
5.3	Formalladungen	86
5.4	Das Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungsmodell (VSEPR-Modell)	87
	Lineare Geometrie	88
	Trigonal-planare Geometrie	89
	Tetraedrische Geometrie	90
	Trigonal-bipyramidale Geometrie	90
	Oktaedrische Geometrie	92
	Mehr als sechs Bindungspartner	92
5.5	Stoffe mit kovalenten Netzwerken	93
5.6	Intermolekulare Kräfte	94
	Dispersionskräfte	94
5.7	Elektronegativität und polare Bindung	95
5.8	Dipol/Dipol-Wechselwirkungen	98
5.9	Wasserstoffbrückenbindungen	98
5.10	Die Valenzbindungstheorie (VB-Theorie)	99
	Hybridisierung von Orbitalen	99
5.11	Einführung in die Molekülorbitaltheorie (MO-Theorie)	101
	Molekülorbitale zweiatomiger Moleküle der ersten Periode	103
	Molekülorbitale zweiatomiger Moleküle der zweiten Periode	105
	Molekülorbitale heteronuklearer zweiatomiger Moleküle	109
	<i>Exkurs:</i> Oktettüberschreitung bei den schwereren Hauptgruppen- elementen	111
5.12	Molekülsymmetrie	112
	Symmetrieoperationen	112
	Punktgruppen	113
	<i>Exkurs:</i> Infrarot- und Raman-Spektroskopie	115
6	Die metallische Bindung	121
6.1	Bindungsmodelle für Metalle und Halbleiter	122
	Das Bändermodell	123
	Halbleiter, Dotierung	124
	Die Struktur der Metalle	127
6.2	Bindungstypen im Vergleich	128
	Das Bindungsdreieck	128
	<i>Exkurs:</i> Das Bindungstetraeder	129
	<i>Exkurs:</i> Zintl-Phasen	130

	Periodische Trends im Bindungsverhalten	130
	<i>Exkurs:</i> Einlagerungsverbindungen, Gashydrate und MOFs	132
7	Thermodynamik anorganischer Stoffe	135
7.1	Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	136
	Enthalpie	137
	<i>Exkurs:</i> Was ist ein Standardzustand?	138
	Von der Bildungsenthalpie zur Reaktionsenthalpie	138
7.2	Ermittlung der Gitterenthalpie ionischer Verbindungen – der Born-Haber-Kreisprozess	141
	Warum gibt es weder MgF_3 noch $MgF^?$	142
7.3	Theoretische Berechnung der Gitterenergie – Coulomb-Energie und Madelung-Konstante	143
7.4	Thermodynamik des Lösevorgangs ionischer Verbindungen	145
	<i>Exkurs:</i> Kälte- und Wärmepackungen	147
7.5	Bildung kovalenter Verbindungen	148
7.6	Entropie	148
	<i>Exkurs:</i> Statistische Deutung der Entropie	150
7.7	Die freie Enthalpie als treibende Kraft einer Reaktion	151
	<i>Exkurs:</i> Metastabile Stoffe	151
	<i>Exkurs:</i> Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstante	152
8	Reine Stoffe und Zweistoffsysteme	155
8.1	Ideale und reale Gase	156
	Das ideale Gas	156
	Reale Gase	159
	Gasgemische	161
8.2	Flüssigkeiten	161
8.3	Kristalline Feststoffe	163
	<i>Exkurs:</i> Strukturanalyse durch Röntgenstrahlbeugung	165
8.4	Amorphe Stoffe und Gläser	166
	<i>Exkurs:</i> Flüssigkristalle	167
8.5	Phasendiagramme reiner Stoffe	168
8.6	Lösungen	172
	Löslichkeit von Gasen	172
	<i>Exkurs:</i> Hydrothermalsynthese	173
	Mischbarkeit von Flüssigkeiten	174
8.7	Dampfdruck einer Lösung – Siedetemperaturerhöhung und Schmelztemperaturniedrigung	175
8.8	Osmose und Umkehrosmose	177
8.9	Siedediagramme, Destillation und Rektifikation	178
	Azeotrope lassen sich durch Destillation nicht trennen	179
	<i>Exkurs:</i> Destillation	181
8.10	Schmelzdiagramme und Kristallisation	182
	<i>Exkurs:</i> Thermische Analyse und Differenzthermoanalyse (DTA)	185
8.11	Moderne Trennverfahren, Chromatographie	186
	Die Nernst-Verteilung	187
	Chromatographische Verfahren	187

9	Das chemische Gleichgewicht	193
9.1	Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht	194
	Gleichgewichtsverschiebung und das Prinzip des kleinsten Zwangs	196
9.2	Quantitative Beschreibung des chemischen Gleichgewichts	198
	Löslichkeitsgleichgewicht und Löslichkeitsprodukt	198
	<i>Exkurs:</i> Ionenstärke und Aktivitätskoeffizient	201
	Homogene Gleichgewichte und das Massenwirkungsgesetz	202
	Heterogene Gleichgewichte	204
	Berechnung von Gleichgewichtskonzentrationen und -drücken	205
	Gekoppelte Gleichgewichte	206
9.3	Massenwirkungsgesetz und chemische Energetik	209
10	Säuren und Basen	213
	Das Arrhenius-Konzept	214
10.1	Das Brønsted-Lowry-Konzept	215
10.2	Quantitative Beschreibung von Säure/Base-Gleichgewichten in wässriger Lösung	217
	Säurekonstante und Basenkonstante	217
	Berechnung von pH-Werten	219
10.3	Säure/Base-Titration und Titrationskurven	222
	<i>Exkurs:</i> Säure/Base-Indikatoren	226
	Pufferlösungen in der Praxis – ideales und reales Verhalten	227
10.4	Trends im Säure/Base-Verhalten	229
	Säurestärke und Moleküleigenschaften	230
	Hydratisierte Metallkationen als Brønsted-Säuren	232
	Säure/Base-Verhalten von Oxiden	233
	<i>Exkurs:</i> Nichtwässrige Lösemittel	234
10.5	Säuren und Basen nach Lewis	235
	<i>Exkurs:</i> Supersäuren	236
10.6	Harte und weiche Säuren und Basen nach Pearson	237
	Anwendung des HSAB-Konzepts	238
11	Oxidation und Reduktion	247
11.1	Regeln zur Bestimmung von Oxidationszahlen	248
	Oxidationszahl und Formalladung	251
	Oxidationszahlen und Periodensystem	251
11.2	Redox-Gleichungen	252
11.3	Spannungsreihe und Standard-Elektrodenpotential	254
11.4	Die Nernstsche Gleichung	257
	<i>Exkurs:</i> Vom Experiment zum Standardpotential	259
	<i>Exkurs:</i> Konzentrationsketten	260
11.5	Redox-Reaktionen in der analytischen Chemie	261
11.6	Elektrodenpotential und Energieumsatz bei Redox-Reaktionen	262
11.7	Oxidationszustands-/Frost-Diagramme	264
11.8	Elektrolyse	266
11.9	Galvanische Spannungsquellen	269
11.10	Korrosion und Korrosionsschutz	272

12	Komplexreaktionen	277
12.1	Grundbegriffe der Komplexchemie	279
12.2	Nomenklatur der Komplexverbindungen	282
12.3	Isomerie bei Komplexverbindungen	283
	Strukturisomerie	284
12.4	Beschreibung von Ligandenaustauschreaktionen durch Stabilitätskonstanten	285
	Stabilitätskonstanten	286
12.5	Chelatkomplexe	288
	Der Chelateffekt	290
	<i>Exkurs:</i> Grundlagen der Photometrie	291
12.6	Komplexone und Komplexometrie	293
	Bestimmung der Wasserhärte	296
12.7	Biologische Aspekte	297
13	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	303
13.1	Grundbegriffe	305
13.2	Geschwindigkeitsgesetze und Reaktionsordnung	307
	<i>Exkurs:</i> Methode der Anfangsgeschwindigkeit	311
13.3	Warum steigt die Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperatur?	312
	<i>Exkurs:</i> Übergangszustand und Aktivierungsenergie	315
	<i>Exkurs:</i> Explosion und Detonation	317
13.4	Katalyse	318
14	Wasserstoff	323
14.1	Isotope des Wasserstoffs	324
	<i>Exkurs:</i> Isotope in der Chemie	325
	<i>Exkurs:</i> NMR-Spektroskopie (Kernresonanz-Spektroskopie)	326
14.2	Eigenschaften des Wasserstoffs	329
	Herstellung von Wasserstoff	330
	<i>Exkurs:</i> Wasserstoff als Treibstoff	331
14.3	Hydride	333
	Ionische Hydride	333
	Kovalente Hydride	333
	<i>Exkurs:</i> Wasserstoffbrückenbindung und MO-Modell	336
	Metallische Hydride der d-Block-Elemente	337
14.4	Wasser und Wasserstoffbrückenbindungen	337
	Biologische Aspekte der Wasserstoffbrückenbindung	339
14.5	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	340
15	Die Elemente der Gruppe 1: Die Alkalimetalle	343
15.1	Die Eigenschaften der Elemente	344
15.2	Eigenschaften der Alkalimetallverbindungen	345
	Flammenfärbungen	346
	<i>Exkurs:</i> Komplexbildung mit Kronenethern	347
	<i>Exkurs:</i> Die Reaktion der Alkalimetalle mit Ammoniak	348
15.3	Löslichkeitstrends bei Salzen der Alkalimetalle	348

15.4	Lithium und seine Verbindungen	352
	<i>Exkurs:</i> Lithium-Ionen-Batterien	353
15.5	Natrium: Gewinnung und Verwendung des Metalls	354
15.6	Verbindungen mit Sauerstoff	355
15.7	Hydroxide	357
	Herstellung von Natriumhydroxid	357
	Verwendung von Natriumhydroxid	360
15.8	Gewinnung von Natriumchlorid und Kaliumchlorid	361
15.9	Natriumcarbonat	362
	Herstellung von Natriumcarbonat	363
	Verwendung von Natriumcarbonat	363
	Natriumhydrogencarbonat	364
15.10	Ähnlichkeiten zwischen Lithium und den Erdalkalimetallen	364
15.11	Biologische Aspekte	365
	<i>Exkurs:</i> Lithiumsalze in der Medizin	366
15.12	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	366
16	Die Elemente der Gruppe 2: Die Erdalkalimetalle	369
	Gruppentrends	370
16.1	Eigenschaften der Erdalkalimetallverbindungen	371
	Löslichkeit der Erdalkalimetallsalze	372
16.2	Beryllium	373
16.3	Magnesium	374
16.4	Calcium, Strontium und Barium	376
16.5	Oxide	376
16.6	Hydroxide	377
16.7	Calciumcarbonat	378
	<i>Exkurs:</i> Tropfsteinhöhlen	379
	<i>Exkurs:</i> Wasserhärte	379
	<i>Exkurs:</i> Wie bildet sich Dolomit?	380
16.8	Zement	381
16.9	Erdalkalimetallsalze in Alltag und Technik	381
	Magnesiumsulfat und Calciumsulfat	381
	Calciumchlorid	382
	Calciumcarbid	382
	Strontium- und Bariumverbindungen in der Technik	383
	<i>Exkurs:</i> Biominerale	384
16.10	Ähnlichkeiten zwischen Beryllium und Aluminium	385
16.11	Biologische Aspekte	385
16.12	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	386
17	Die Elemente der Gruppe 13	389
	Gruppeneigenschaften	390
	Cluster-Verbindungen	391
17.1	Bor und seine Verbindungen mit Sauerstoff	391
17.2	Borane	393
	<i>Exkurs:</i> Struktur und Bindung in Bor/Wasserstoff-Verbindungen	394

	Natriumtetrahydroborat: NaBH_4	397
	<i>Exkurs:</i> Anorganische Fasern	398
17.3	Borhalogenide	398
17.4	Isoelektronische Bor/Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen	399
	<i>Exkurs:</i> Das CVD-Verfahren und die Bildung von Hartstoffen	400
17.5	Aluminium und seine Eigenschaften	402
	Chemische Eigenschaften des Aluminiums	403
17.6	Herstellung von Aluminium	404
17.7	Aluminiumhalogenide	406
	<i>Exkurs:</i> Alaune	407
	<i>Exkurs:</i> Spinelle	407
17.8	Gallium und Indium	408
17.9	Thallium und der Inert-Pair-Effekt	408
17.10	Ähnlichkeiten zwischen Bor und Silicium	410
17.11	Biologische Aspekte	411
17.12	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	412
18	Die Elemente der Gruppe 14: Die Kohlenstoffgruppe	415
	Gruppeneigenschaften	416
18.1	Kohlenstoff und seine Modifikationen	417
	Diamant	417
	Graphit	418
	Fullerene	420
	<i>Exkurs:</i> Die Entdeckung der Fullerene	421
	Kohlenstoffprodukte in Alltag und Technik	422
18.2	Isotope des Kohlenstoffs	423
	<i>Exkurs:</i> Kohlenstoff-Nanoröhrchen und Graphen	424
18.3	Carbide	425
	Ionische Carbide	425
	<i>Exkurs:</i> Warum gibt es so viele Kohlenstoffverbindungen?	425
	<i>Exkurs:</i> Moissanit – ein Diamantersatz	426
	Kovalente Carbide	426
	Metallische Carbide	427
18.4	Kohlenstoffmonoxid	427
18.5	Kohlenstoffdioxid	428
	<i>Exkurs:</i> Kohlenstoffdioxid, ein überkritisches Lösemittel	430
	<i>Exkurs:</i> Kohlenstoffdioxid, das Killergas	431
18.6	Hydrogencarbonate und Carbonate	432
	Hydrogencarbonate	432
	Carbonate	432
18.7	Der Treibhauseffekt	433
18.8	Kohlenstoffdisulfid und Kohlenstoffoxidsulfid	435
18.9	Die Halogenide des Kohlenstoffs	436
18.10	Chlorfluorkohlenwasserstoffe (CFKs) und verwandte Verbindungen	437
18.11	Methan	439
18.12	Cyanide	439

18.13	Silicium – das Element der Halbleitertechnik	440
	<i>Exkurs:</i> Metallsilicide	442
18.14	Molekülverbindungen des Siliciums	442
18.15	Siliciumdioxid	444
	Kieselgel	445
	Aerosile	445
	<i>Exkurs:</i> Silicium/Schwefel-Verbindungen	446
18.16	Silicate und Alumosilicate	446
	<i>Exkurs:</i> Vom Wasserglas zum Kieselgel	447
	Zeolithe	450
18.17	Gläser	452
18.18	Keramische Werkstoffe	454
18.19	Silicone	455
18.20	Germanium, Zinn und Blei	456
	<i>Exkurs:</i> Lichtwellenleiter – Informationsübertragung mit Licht	457
	Oxidationsstufen im Überblick	459
	Zinn- und Bleioxide	461
	Zinn- und Bleichloride	461
	Tetraethylblei	462
18.21	Biologische Aspekte	463
	Der Kohlenstoffkreislauf	463
	Silicium – ein essentielles Element	464
	Toxische Zinnverbindungen	464
	Gesundheitsgefahren durch Bleiverbindungen	464
18.22	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	465
19	Die Elemente der Gruppe 15	469
19.1	Gruppeneigenschaften	470
	Die Sonderstellung des Stickstoffs	471
	Die chemische Bindung – Stickstoff und Phosphor im Vergleich	472
	<i>Exkurs:</i> Raketentreibstoffe und Sprengstoffe	473
19.2	Elementarer Stickstoff und seine Reaktionen	474
	<i>Exkurs:</i> Autoabgaskatalysatoren	476
19.3	Überblick über die Chemie des Stickstoffs	477
19.4	Ammoniak und Ammoniumsalze	478
	Stickstoffdünger und die großtechnische Ammoniaksynthese	479
	<i>Exkurs:</i> Fritz Haber – Nobelpreis für den Griff in die Luft	482
19.5	Weitere Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs	483
	Hydrazin	483
	Stickstoffwasserstoffsäure	483
	Hydroxylamin	484
19.6	Stickstoffoxide	484
	Distickstoffoxid	485
	Stickstoffmonoxid	485
	Distickstofftrioxid	486
	Stickstoffdioxid und Distickstofftetraoxid	487
	Stickstoff(V)-oxid	488
	<i>Exkurs:</i> Photochemie der Luftschadstoffe	489

19.7	Oxosäuren des Stickstoffs und ihre Salze	491
	Salpetrige Säure und Nitrite	491
	Salpetersäure und Nitrate	492
	Ostwald-Verfahren	492
	Nitrate	493
19.8	Stickstoff/Halogen-Verbindungen	496
19.9	Elementarer Phosphor und seine Modifikationen	497
	Industrielle Phosphorgewinnung	499
19.10	Oxosäuren des Phosphors und ihre Salze	500
	Phosphorsäure und ihre Salze	501
	Kondensierte Phosphorsäuren und ihre Salze	502
19.11	Phosphoroxide und Phosphorsulfide	505
	Phosphoroxide	505
	Phosphorsulfide	506
19.12	Phosphor/Halogen-Verbindungen	506
	Phosphor(III)-halogenide	506
	Phosphor(V)-halogenide	508
	Phosphor(V)-oxidchlorid und Phosphor(V)-sulfidchlorid	509
	<i>Exkurs:</i> Phosphorverbindungen im Pflanzenschutz	509
19.13	Phosphor/Wasserstoff-Verbindungen (Phosphane) und Metallphosphide	511
	Phosphan	511
	Höhere Phosphane	511
	Metallphosphide	512
19.14	Phosphor/Stickstoff-Verbindungen	513
19.15	Arsen, Antimon und Bismut	515
	Sauerstoff- und Schwefelverbindungen	516
	Halogenverbindungen	517
	<i>Exkurs:</i> Arsen(V)-chlorid – eine lange gesuchte Verbindung	517
19.16	Biologische Aspekte	518
	Stickstoff	518
	<i>Exkurs:</i> Die erste Verbindung des molekularen Stickstoffs – Stickstofffixierung	520
	Phosphor	522
	Arsen	523
	<i>Exkurs:</i> Paul Ehrlich und das Salvarsan	524
19.17	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	524
20	Die Elemente der Gruppe 16: Die Chalkogene	529
	Gruppeneigenschaften	530
	Die Anomalie des Sauerstoffs	531
	<i>Exkurs:</i> Sauerstoff-Isotope in der Geochemie	531
	Polykationen von Schwefel, Selen und Tellur	532
20.1	Sauerstoff	533
	Sauerstoff (O ₂)	533
	Ozon (O ₃)	536
	<i>Exkurs:</i> Die Ozonschicht in der Stratosphäre	537
20.2	Bindungsverhältnisse in Sauerstoffverbindungen	539
20.3	Wasser	541
20.4	Wasserstoffperoxid (H₂O₂)	542

20.5	Schwefel	543
	Modifikationen des Schwefels	544
	Industrielle Gewinnung von Schwefel	546
	<i>Exkurs:</i> Io – ein schwefelreicher Mond	548
20.6	Schwefelwasserstoff und Sulfide	548
	<i>Exkurs:</i> Sulfidfällungen im Trennungsgang der qualitativen Analyse	550
20.7	Oxide des Schwefels	550
	Schwefeldioxid, Schweflige Säure und ihre Salze	551
	Schwefeltrioxid	553
	Schwefelsuboxide	553
20.8	Schwefelsäure (H₂SO₄)	554
	Industrielle Herstellung von Schwefelsäure	556
	Sulfate und Hydrogensulfate	558
	Thiosulfate	559
	Peroxodisulfate	560
	Oxosäuren des Schwefels im Überblick	560
20.9	Schwefelhalogenide und Schwefel/Stickstoff-Verbindungen	561
	Schwefelfluoride	562
	Schwefelchloride und -bromide	564
	Thionyl- und Sulfurylhalogenide	565
	Schwefel/Stickstoff-Verbindungen	565
20.10	Selen und Tellur	566
	Oxide und Oxosäuren	567
	Halogenide	567
	<i>Exkurs:</i> Das Haar und die Disulfid-Bindungen	568
20.11	Biologische Aspekte	568
	Sauerstoff	568
	Schwefel	568
	Selen	569
20.12	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	569
21	Die Elemente der Gruppe 17: Die Halogene	573
21.1	Gruppeneigenschaften	574
	<i>Exkurs:</i> Chemie im Schwimmbad	578
21.2	Gewinnung und Verwendung der Halogene	579
	<i>Exkurs:</i> Fluor – Element der extremen Möglichkeiten	581
21.3	Halogenwasserstoffe und Halogenide	582
	Ionische Halogenide	585
	Kovalente Halogenide	586
21.4	Sauerstoffsäuren der Halogene und ihre Salze	587
	Sauerstoffsäuren des Chlors	587
	<i>Exkurs:</i> Die Entdeckung des Perbromat-Ions	590
	Sauerstoffsäuren des Broms	590
	Sauerstoffsäuren des Iods	590
21.5	Halogenoxide	591
21.6	Interhalogenverbindungen, Polyhalogenid-Ionen und Halogen-Kationen	593
	Interhalogenverbindungen	593
	Polyhalogenid-Ionen	594
	Halogen-Kationen	596
	Pseudohalogenide und Pseudohalogene	596

21.7	Biologische Aspekte	597
21.8	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	598
22	Die Elemente der Gruppe 18: Die Edelgase	601
22.1	Gewinnung und Verwendung der Edelgase	603
	<i>Exkurs:</i> Eine kurze Geschichte der Edelgasverbindungen	604
22.2	Edelgasverbindungen	604
	Xenonfluoride	605
	Xenonoxide	607
	Wie lassen sich Xe/O-, Xe/N- und Xe/C-Bindungen knüpfen?	607
	<i>Exkurs:</i> Elektrophile Kationen und nukleophile Anionen	608
22.3	Biologische Aspekte	608
22.4	Die wichtigsten Reaktionen des Xenons im Überblick	609
23	Einführung in die Chemie der Übergangsmetalle	611
23.1	Bindungskonzepte für Übergangsmetallverbindungen im Überblick	613
	Die 18-Elektronen-Regel	614
	Die Valenzbindungstheorie	615
23.2	Die Ligandenfeldtheorie – Grundlagen	616
	Oktaedrische Komplexe	617
	Tetraedrische Komplexe	620
	Quadratisch-planare Komplexe	621
	Der Jahn-Teller-Effekt	621
23.3	Die Ligandenfeldtheorie – Anwendungen	623
	Magnetische Eigenschaften und ihre Deutung	623
	<i>Exkurs:</i> Magnetische Eigenschaften von Festkörpern	626
	Ligandenfeldeffekte bei Spinellen	627
	Hydratationsenthalpien	628
	Farben und Absorptionsspektren der Übergangsmetallkomplexe	628
23.4	Anwendung der Molekülorbitaltheorie auf Übergangs- metallkomplexe	631
23.5	Einführung in die Chemie metallorganischer Verbindungen	634
	Carbonylkomplexe	635
	Metallorganische Verbindungen der Hauptgruppenelemente	638
	Metallorganische Verbindungen der Übergangsmetalle	639
	Metallorganische Verbindungen als Katalysatoren	641
23.6	Thermodynamik und Kinetik bei Koordinations- verbindungen	645
23.7	Das HSAB-Konzept in der Chemie der Übergangsmetalle	646
23.8	Biologische Aspekte	647
24	Die Nebengruppenelemente	651
24.1	Ein Überblick über die d-Block-Elemente	652
	Gruppeneigenschaften	653
	Relative Stabilität der Oxidationsstufen der 3d-Metalle	654
	<i>Exkurs:</i> Nichtstöchiometrische Verbindungen	655
24.2	Gewinnung der Metalle	656
	Eisen – vom Eisenerz zum Stahl	656

	<i>Exkurs: Das Boudouard-Gleichgewicht</i>	658
	Zink	661
	Kupfer – vom Erz zum Elektrolytkupfer	662
	Gold – die Cyanidlaugerei	663
	Titan – das Kroll-Verfahren	663
	<i>Exkurs: Chemische Transportreaktionen</i>	664
	Das aluminothermische Verfahren	665
24.3	Die Elemente der Gruppe 4: Titan, Zirconium und Hafnium	666
	Titan	666
	<i>Exkurs: Piezoelektrische und ferroelektrische Stoffe</i>	668
	Zirconium und Hafnium	670
24.4	Die Elemente der Gruppe 5: Vanadium, Niob und Tantal	671
	Biologische Aspekte	673
24.5	Die Elemente der Gruppe 6: Chrom, Molybdän und Wolfram	673
	Chrom	674
	<i>Exkurs: Charge-Transfer-Übergänge</i>	677
	<i>Exkurs: Chromate in der quantitativen Analyse</i>	678
	<i>Exkurs: Rubin – Edelstein und Lasermaterial</i>	679
	Molybdän und Wolfram	681
	<i>Exkurs: Von der ersten Glühlampe zur modernen Beleuchtung</i>	683
	Biologische Aspekte	685
24.6	Die Elemente der Gruppe 7: Mangan, Technetium und Rhenium ...	686
	Oxidationsstufen von Mangan	686
	<i>Exkurs: Bergbau am Meeresboden</i>	690
24.7	Die Eisenmetalle: Eisen, Cobalt und Nickel	691
	Die Eisenmetalle im Überblick	691
	Eisen	692
	Cobalt	698
	Nickel	700
24.8	Die Platinmetalle	702
	Komplexverbindungen	703
	<i>Exkurs: Heterogene Katalyse</i>	705
	Biologische Aspekte	706
24.9	Die Elemente der Gruppe 11: Kupfer, Silber und Gold	706
	Die Elemente	706
	Oxidationsstufen	707
	Stereochemie	708
	Kupfer	709
	<i>Exkurs: Supraleiter</i>	712
	Silber	713
	<i>Exkurs: Der fotografische Prozess</i>	714
	Gold	715
	Biologische Aspekte	717
24.10	Die Elemente der Gruppe 12: Zink, Cadmium und Quecksilber	717
	Die Elemente	718
	Oxidationsstufen	719
	Zink- und Cadmiumverbindungen	719
	<i>Exkurs: Konservierung von Büchern</i>	720
	Quecksilber	722
	Biologische Aspekte	723
24.11	Die wichtigsten Reaktionen im Überblick	725

25	Lanthanoide, Actinoide und verwandte Elemente	731
25.1	Die Lanthanoide	733
	Verbindungen	737
25.2	Die Actinoide	739
	<i>Exkurs:</i> Ein natürlicher Kernreaktor	741
25.3	Die Transactinoide	744
26	Anhang A: Einige Grundbegriffe der Physik	747
26.1	Mechanik	748
	Bewegung von Körpern	748
	Arbeit, Energie und Leistung	750
	Mechanische Eigenschaften von Flüssigkeiten	752
26.2	Schwingungen	754
26.3	Wellen	756
26.4	Elektrizität	759
26.5	Optik	763
27	Anhang B: Mathematische Grundlagen	767
27.1	Rechnen mit Potenzen und Wurzeln	768
27.2	Logarithmen	769
27.3	Funktionen und ihre grafische Darstellung	772
27.4	Algebraische Gleichungen	778
28	Anhang C: Datensammlung	781
	Bindungsenthalpien von Einfachbindungen (in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ bei 298 K)	782
	Bindungsenthalpien einiger Mehrfachbindungen (in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ bei 298 K)	783
	Physikalische Eigenschaften anorganischer Stoffe	783
	Löslichkeit anorganischer Verbindungen in Wasser bei verschiedenen Temperaturen	801
	Ionisierungsenthalpien für die schrittweise Ionisierung der Atome bei 25°C (in $\text{MJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	807
	Elektronenaffinitäten einiger Atome (Enthalpiewerte bei 25°C in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	809
	Elektronenaffinitäten einiger einfach negativer Ionen (Enthalpiewerte bei 25°C in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	809
	Ionenradien und Ladungsdichten ausgewählter Ionen	810
	Radien einiger mehratomiger Ionen	813
	Gitterenthalpien einiger Salze bei 25°C (in $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	813
	Hydratationsenthalpien einiger Ionen bei 25°C	814
	Weiterführende Literatur	815
	Glossar	819
	Index	839