

Erwin Riedel

Anorganische Chemie

3., verbesserte Auflage

W
DE
G

Walter de Gruyter • Berlin • New York 1994

Inhalt

1. Atombau

1.1	Der atomare Aufbau der Materie	1
1.1.1	Der Elementbegriff	1
1.1.2	Daltons Atomtheorie	2
1.2	Der Atomaufbau	4
1.2.1	Elementarteilchen, Atomkern, Atomhülle	4
1.2.2	Chemische Elemente, Isotope, Atommassen	6
1.2.3	Massendefekt, Äquivalenz von Masse und Energie	9
1.3	Kernreaktionen	11
1.3.1	Radioaktivität	12
1.3.2	Künstliche Nuklide	19
1.3.3	Kernspaltung, Kernfusion	20
1.3.4	Elementhäufigkeit, Elemententstehung	24
1.4	Die Struktur der Elektronenhülle	26
1.4.1	Bohrsches Modell des Wasserstoffatoms	26
1.4.2	Die Deutung des Spektrums der Wasserstoffatome mit der Bohrschen Theorie	30
1.4.3	Die Unbestimmtheitsbeziehung	35
1.4.4	Der Wellencharakter von Elektronen	37
1.4.5	Atomorbitale und Quantenzahlen des Wasserstoffatoms	38
1.4.6	Die Wellenfunktion, Eigenfunktionen des Wasserstoffatoms	44
1.4.7	Aufbau und Elektronenkonfiguration von Mehrelektronen-Atomen	52
1.4.8	Das Periodensystem (PSE)	57
1.4.9	Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Röntgenspektren	62

2. Die chemische Bindung

2.1	Die Ionenbindung	69
2.1.1	Allgemeines, Ionenkristalle	69
2.1.2	Ionenradien	73
2.1.3	Wichtige ionische Strukturen, Radienquotientenregel	76
2.1.4	Gitterenergie von Ionenkristallen	85
2.1.5	Born-Haber-Kreisprozeß	91
2.2	Die Atombindung	93
2.2.1	Allgemeines, Lewis-Formeln	93
2.2.2	Bindigkeit, angeregter Zustand	95
2.2.3	Dative Bindung, formale Ladung	98
2.2.4	Überlappung von Atomorbitalen, σ -Bindung	99
2.2.5	Hybridisierung	105
2.2.6	π -Bindung	113
2.2.7	Mesomerie	120
2.2.8	Polare Atombindung, Dipole	122
2.2.9	Die Elektronegativität	124

2.2.10	Atomkristalle, Molekülkristalle	130
2.2.11	Das Valenzschalen-Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell	134
2.2.12	Molekülorbitaltheorie	139
2.3	Van der Waals-Kräfte	157
2.4	Der metallische Zustand	159
2.4.1	Eigenschaften von Metallen, Stellung im Periodensystem	159
2.4.2	Kristallstrukturen der Metalle	162
2.4.3	Atomradien von Metallen	168
2.4.4	Die metallische Bindung	169
2.4.4.1	Elektronengas	169
2.4.4.2	Energiebndermodell	171
2.4.4.3	Metalle, Isolatoren, Eigenhalbleiter	175
2.4.4.4	Dotierte Halbleiter (Strstellenhalbleiter)	177
2.4.5	Metallcluster, Clustermetalle	179
2.4.6	Intermetallische Systeme	181
2.4.6.1	Schmelzdiagramme von Zweistoffsystemen	181
2.4.6.2	Häufige intermetallische Phasen	189
2.5	Vergleich der Bindungsarten	199
2.6	Die Wasserstoffbindung	199
2.7	Methoden zur Strukturaufklärung	205
2.7.1	Symmetrie	205
2.7.1.1	Molekülsymmetrie	205
2.7.1.2	Kristallsymmetrie	208
2.7.2	Röntgenbeugung	213
2.7.3	Schwingungsspektroskopie	220
2.7.4	Kernresonanzspektroskopie	229
2.7.5	Photoelektronenspektroskopie	233
3. Die chemische Reaktion		
3.1	Stoffmenge, Konzentration, Anteil, quivalent	239
3.2	Ideale Gase	243
3.3	Zustandsdiagramme	248
3.4	Reaktionsenthalpie, Standardbildungsenthalpie	256
3.5	Das chemische Gleichgewicht	264
3.5.1	Allgemeines	264
3.5.2	Das Massenwirkungsgesetz (MWG)	266
3.5.3	Verschiebung der Gleichgewichtslage, Prinzip von Le Chatelier	270
3.5.4	Berechnung von Gleichgewichtskonstanten	275
3.6	Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	289
3.6.1	Allgemeines	289
3.6.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	289
3.6.3	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	293
3.6.4	Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht	296
3.6.5	Metastabile Systeme	298
3.6.6	Katalyse	300
3.7	Gleichgewichte von Salzen, Säuren und Basen	304
3.7.1	Lösungen, Elektrolyte	304
3.7.2	Leitfähigkeit, Aktivität	306
3.7.3	Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt, Nernstsches Verteilungsgesetz	309
3.7.4	Säuren und Basen	313
3.7.5	pH-Wert, Ionenprodukt des Wassers	315

3.7.6	Säurestärke, pA_s -Wert, Berechnung des pH-Wertes von Säuren	316
3.7.7	Protolysegrad, Ostwaldsches Verdünnungsgesetz	320
3.7.8	pH-Wert-Berechnung von Basen	322
3.7.9	Reaktion von Säuren mit Basen	324
3.7.10	pH-Wert-Berechnung von Salzlösungen	325
3.7.11	Pufferlösungen	328
3.7.12	Säure-Base-Indikatoren	330
3.7.13	Säure-Base-Reaktionen in nichtwäßrigen Lösungsmitteln	332
3.7.14	Der Säure-Base-Begriff von Lewis	333
3.8	Redoxvorgänge	335
3.8.1	Oxidationszahl	335
3.8.2	Oxidation, Reduktion	338
3.8.3	Aufstellen von Redoxgleichungen	340
3.8.4	Galvanische Elemente	341
3.8.5	Berechnung von Redoxpotentialen: Nernstsche Gleichung	343
3.8.6	Konzentrationsketten, Elektroden zweiter Art	345
3.8.7	Die Standardwasserstoffelektrode	347
3.8.8	Die elektrochemische Spannungsreihe	349
3.8.9	Gleichgewichtslage bei Redoxprozessen	355
3.8.10	Die Elektrolyse	356
3.8.11	Elektrochemische Stromquellen	363
4.	Die Elemente der Hauptgruppen	
4.1	Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste	367
4.2	Wasserstoff	368
4.2.1	Allgemeine Eigenschaften	368
4.2.2	Vorkommen und Darstellung	368
4.2.3	Physikalische und chemische Eigenschaften	371
4.2.4	Wasserstoffisotope	373
4.2.5	Ortho- und Parawasserstoff	374
4.2.6	Wasserstoffverbindungen	375
4.3	Die Edelgase	379
4.3.1	Gruppeneigenschaften	379
4.3.2	Vorkommen, Gewinnung, Verwendung	380
4.3.3	Edelgasverbindungen	381
4.3.3.1	Edelgashalogenide	381
4.3.3.2	Oxide, Oxidfluoride und Oxosalze des Xenons	383
4.3.3.3	Verbindungen mit Xe—N-, Xe—C-, Kr—O- und Kr—N-Bindungen	385
4.3.3.4	Struktur und Bindung	385
4.4	Die Halogene	388
4.4.1	Gruppeneigenschaften	388
4.4.2	Vorkommen	389
4.4.3	Die Elemente	389
4.4.3.1	Physikalische Eigenschaften, Struktur	389
4.4.3.2	Chemisches Verhalten	391
4.4.3.3	Darstellung, Verwendung	393
4.4.4	Interhalogenverbindungen	395
4.4.5	Polyhalogenidionen	397
4.4.6	Halogenide	398
4.4.7	Sauerstoffsäuren der Halogene	401

Inhalt

4.4.8	Oxide der Halogene	407
4.4.9	Sauerstofffluoride	410
4.4.10	Pseudohalogene	411
4.5	Die Chalkogene	412
4.5.1	Gruppeneigenschaften	412
4.5.2	Vorkommen	413
4.5.3	Die Elemente	413
4.5.3.1	Sauerstoff	413
4.5.3.2	Schwefel	419
4.5.3.3	Selen, Tellur, Polonium	423
4.5.3.4	Positive Chalkogenionen	424
4.5.4	Sauerstoffverbindungen	424
4.5.5	Wasserstoffverbindungen von Schwefel, Selen und Tellur	429
4.5.6	Oxide des Schwefels	432
4.5.7	Sauerstoffsäuren des Schwefels	436
4.5.8	Oxide und Sauerstoffsäuren von Selen und Tellur	443
4.5.9	Halogenverbindungen	445
4.6	Die Elemente der 5. Hauptgruppe	448
4.6.1	Gruppeneigenschaften	448
4.6.2	Vorkommen	449
4.6.3	Die Elemente	450
4.6.3.1	Stickstoff	450
4.6.3.2	Phosphor	451
4.6.3.3	Arsen	453
4.6.3.4	Antimon	455
4.6.3.5	Bismut	455
4.6.4	Wasserstoffverbindungen des Stickstoffs	456
4.6.5	Hydride des Phosphors, Arsens, Antimons und Bismuts	462
4.6.6	Oxide des Stickstoffs	463
4.6.7	Sauerstoffsäuren des Stickstoffs	468
4.6.8	Halogenverbindungen des Stickstoffs	472
4.6.9	Schwefelverbindungen des Stickstoffs	474
4.6.10	Oxide des Phosphors	475
4.6.11	Sauerstoffsäuren des Phosphors	477
4.6.12	Halogenverbindungen des Phosphors	484
4.6.13	Schwefel-Phosphor-Verbindungen	487
4.6.14	Phosphor-Stickstoff-Verbindungen	487
4.6.15	Verbindungen des Arsens	489
4.6.15.1	Sauerstoffverbindungen des Arsens	489
4.6.15.2	Schwefelverbindungen des Arsens	490
4.6.15.3	Halogenverbindungen von Arsen	491
4.6.16	Verbindungen des Antimons	492
4.6.16.1	Sauerstoffverbindungen des Antimons	492
4.6.16.2	Schwefelverbindungen des Antimons	492
4.6.16.3	Halogenverbindungen des Antimons	493
4.6.17	Verbindungen des Bismuts	493
4.6.17.1	Sauerstoffverbindungen des Bismuts	493
4.6.17.2	Halogenverbindungen des Bismuts	494
4.6.17.3	Bismutsulfide	494
4.7	Die Elemente der 4. Hauptgruppe	495
4.7.1	Gruppeneigenschaften	495

4.7.2	Vorkommen	496
4.7.3	Die Elemente	497
4.7.3.1	Kohlenstoff	497
4.7.3.2	Silicium, Germanium, Zinn, Blei	502
4.7.4	Graphitverbindungen, Fullerenverbindungen	505
4.7.5	Carbide	508
4.7.6	Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffs	510
4.7.6.1	Oxide des Kohlenstoffs	510
4.7.6.2	Kohlensäure und Carbonate	513
4.7.7	Stickstoffverbindungen des Kohlenstoffs	515
4.7.8	Halogen- und Schwefelverbindungen des Kohlenstoffs	516
4.7.9	Wasserstoffverbindungen des Siliciums	516
4.7.10	Sauerstoffverbindungen von Silicium	517
4.7.10.1	Oxide des Siliciums	517
4.7.10.2	Kieselsäuren, Silicate	519
4.7.10.3	Technische Produkte	527
4.7.11	Halogenverbindungen und Schwefelverbindungen des Siliciums	531
4.7.12	Germaniumverbindungen	533
4.7.13	Zinnverbindungen	534
4.7.13.1	Zinn(IV)-Verbindungen	534
4.7.13.2	Zinn(II)-Verbindungen{	535
4.7.14	Bleiverbindungen	536
4.7.14.1	Blei(II)-Verbindungen	536
4.7.14.2	Blei(IV)-Verbindungen	537
4.8	Die Elemente der 3. Hauptgruppe	539
4.8.1	Gruppeneigenschaften	539
4.8.2	Vorkommen	540
4.8.3	Die Elemente	541
4.8.3.1	Modifikationen, chemisches Verhalten	541
4.8.3.2	Darstellung und Verwendung	547
4.8.4	Verbindungen des Bors	550
4.8.4.1	Metallboride, Borcarbide	551
4.8.4.2	Wasserstoffverbindungen des Bors (Borane)	554
4.8.4.3	Carbaborane	561
4.8.4.4	Sauerstoffverbindungen des Bors	562
4.8.4.5	Halogenverbindungen des Bors	566
4.8.4.6	Stickstoffverbindungen des Bors	568
4.8.5	Aluminiumverbindungen	570
4.8.5.1	Wasserstoffverbindungen des Aluminiums	571
4.8.5.2	Sauerstoffverbindungen des Aluminiums	572
4.8.5.3	Halogenverbindungen des Aluminiums	574
4.8.5.4	Aluminiumsalze	576
4.8.6	Galliumverbindungen	577
4.8.7	Indiumverbindungen	578
4.8.8	Thalliumverbindungen	578
4.9	Die Erdalkalimetalle	579
4.9.1	Gruppeneigenschaften	579
4.9.2	Vorkommen	580
4.9.3	Die Elemente	581
4.9.3.1	Physikalische und chemische Eigenschaften	581
4.9.3.2	Darstellung und Verwendung	582

XII Inhalt

4.9.4 Berylliumverbindungen	584
4.9.5 Magnesiumverbindungen	586
4.9.6 Calciumverbindungen	589
4.9.7 Bariumverbindungen	593
4.10 Die Alkalimetalle	594
4.10.1 Gruppeneigenschaften	595
4.10.2 Vorkommen	596
4.10.3 Die Elemente	596
4.10.3.1 Physikalische und chemische Eigenschaften	597
4.10.3.2 Darstellung und Verwendung	597
4.10.4 Verbindungen der Alkalimetalle	599
4.10.4.1 Hydride	599
4.10.4.2 Sauerstoffverbindungen	600
4.10.4.3 Hydroxide	603
4.10.4.4 Halogenide	603
4.10.4.5 Salze von Oxosäuren	605
4.11 Umweltprobleme	609
4.11.1 Globale Umweltprobleme	610
4.11.1.1 Die Ozonschicht	610
4.11.1.2 Der Treibhauseffekt	616
4.11.1.3 Rohstoffe	622
A.11.2 Regionale Umweltprobleme	624
4.11.2.1 Schwefeldioxid	624
4.11.2.2 Stickstoffoxide	627
4.11.2.3 Troposphärisches Ozon, Smog	629
4.11.2.4 Umweltbelastungen durch Luftschadstoffe	632
4.11.2.5 Eutrophierung	633
5. Die Elemente der Nebengruppen	
5.1 Magnetochemie	637
5.1.1 Materie im Magnetfeld	637
5.1.2 Magnetisches Moment, Bohrsches Magneton	639
5.1.3 Elektronenzustände in freien Atomen und Ionen, Russel-Saunders-Terme	640
5.1.4 Diamagnetismus	643
5.1.5 Paramagnetismus	643
5.1.6 Spinordnung, Spontane Magnetisierung	647
5.2 Mößbauerspektroskopie	652
5.3 Neutronenbeugung	656
5.4 Komplexverbindungen	658
5.4.1 Aufbau und Eigenschaften von Komplexen	658
5.4.2 Nomenklatur von Komplexverbindungen	660
5.4.3 Räumlicher Bau von Komplexen, Isomerie	661
5.4.4 Stabilität und Reaktivität von Komplexen	665
5.4.5 Die Valenzbindungstheorie von Komplexen	667
5.4.6 Die Ligandenfeldtheorie	668
5.4.6.1 Oktaedrische Komplexe	668
5.4.6.2 Tetraedrische Komplexe	678
5.4.6.3 Quadratisch-planare Komplexe	680
5.4.6.4 Termdiagramme, Elektronenspektren	681
5.4.7 Molekülorbitaltheorie von Komplexen	686

5.4.8	Charge-Transfer-Komplexe	690
5.5	Metallcarbonyle	691
5.5.1	Bindung	692
5.5.2	Strukturen	693
5.5.3	Darstellung	695
5.5.4	Carbonylmetallat-Anionen, Metallcarbonylhydride	697
5.5.5	Metallcarbonylhalogenide	699
5.5.6	Nitrosylcarbonyle	699
5.6	7t-Komplexe mit organischen Liganden	699
5.6.1	Aromatenkomplexe	700
5.6.2	Alkenkomplexe, Alkinkomplexe	700
5.7	Fehlordnung	701
5.7.1	Korngrenzen	701
5.7.2	Versetzungen	702
5.7.3	Punktfehlordnung	703
5.7.3.1	Eigenfehlordnung in stöchiometrischen binären Ionenkristallen	704
5.7.3.2	Fehlordnung in nichtstöchiometrischen Verbindungen	706
5.7.4	Spezifische Defektstrukturen	707
5.7.5	Elektrische Eigenschaften von Defektstrukturen	710
5.7.5.1	Ionenleiter	710
5.7.5.2	Hopping-Halbleiter	712
5.7.5.3	Hochtemperatursupraleiter	714
5.8	Die 1. Nebengruppe	715
5.8.1	Gruppeneigenschaften	715
5.8.2	Die Elemente	716
5.8.3	Vorkommen	716
5.8.4	Darstellung	717
5.8.5	Verwendung	718
5.8.6	Kupferverbindungen	720
5.8.6.1	Kupfer(I)-Verbindungen (d^{10})	720
5.8.6.2	Kupfer(II)-Verbindungen (d^9)	722
5.8.6.3	Kupfer(III)-Verbindungen (d^8), Kupfer(IV)-Verbindungen (d^7)	724
5.8.7	Silberverbindungen	724
5.8.7.1	Silber(I)-Verbindungen (d^{10})	724
5.8.7.2	Silber(II)-Verbindungen (d^9)	726
5.8.7.3	Silber(III)-Verbindungen (d^8)	727
5.8.8	Goldverbindungen	727
5.8.8.1	Gold(I)-Verbindungen (d^{10})	728
5.8.8.2	Gold(III)-Verbindungen (d^8)	729
5.8.8.3	Gold(V)-Verbindungen (d^6)	730
5.9	Die 2. Nebengruppe	730
5.9.1	Gruppeneigenschaften	730
5.9.2	Die Elemente	731
5.9.3	Vorkommen	732
5.9.4	Darstellung	733
5.9.5	Verwendung	733
5.9.6	Zinkverbindungen (d^{10})	734
5.9.7	Cadmiumverbindungen (d^{10})	736
5.9.8	Quecksilberverbindungen	736
5.9.8.1	Quecksilber(I)-Verbindungen	736
5.9.8.2	Quecksilber(II)-Verbindungen	738

5.10	Die 3. Nebengruppe	741
5.10.1	Gruppeneigenschaften	741
5.10.2	Die Elemente	742
5.10.3	Vorkommen	742
5.10.4	Darstellung und Verwendung	742
5.10.5	Scandiumverbindungen	743
5.10.6	Yttriumverbindungen	743
5.10.7	Lanthanverbindungen	743
5.11	Die Lanthanoide	744
5.11.1	Gruppeneigenschaften	744
5.11.2	Verbindungen mit der Oxidationszahl +3	748
5.11.3	Verbindungen mit den Oxidationszahlen +2 und +4	749
5.11.4	Vorkommen	752
5.11.5	Darstellung, Verwendung	753
5.12	Die Elemente der 4. Nebengruppe	754
5.12.1	Gruppeneigenschaften	754
5.12.2	Die Elemente	755
5.12.3	Vorkommen	756
5.12.4	Darstellung	756
5.12.5	Verwendung	757
5.12.6	Verbindungen des Titans	758
5.12.6.1	Sauerstoffverbindungen des Titans	758
5.12.6.2	Halogenverbindungen des Titans	760
5.12.6.3	Schwefelverbindungen des Titans	761
5.12.6.4	Titannitrid TiN	761
5.12.6.5	Titancarbid TiC	761
5.12.7	Verbindungen des Zirkoniums und Hafniums	762
5.13	Die Elemente der 5. Nebengruppe	763
5.13.1	Gruppeneigenschaften	763
5.13.2	Die Elemente	764
5.13.3	Vorkommen	764
5.13.4	Darstellung	764
5.13.5	Verwendung	765
5.13.6	Verbindungen des Vanadiums	766
5.13.6.1	Sauerstoff Verbindungen	766
5.13.6.2	Halogenide	768
5.13.7	Verbindungen des Niobs und Tantals	769
5.13.7.1	Sauerstoffverbindungen	769
5.13.7.2	Halogenverbindungen	771
5.14	Die 6. Nebengruppe	773
5.14.1	Gruppeneigenschaften	773
5.14.2	Die Elemente	774
5.14.3	Vorkommen	774
5.14.4	Darstellung, Verwendung	774
5.14.5	Verbindungen des Chroms	776
5.14.5.1	Chrom(VI)-Verbindungen (d^0)	776
5.14.5.2	Chrom(V)-Verbindungen (d^1)	779
5.14.5.3	Chrom(IV)-Verbindungen (d^2)	779
5.14.5.4	Chrom(III)-Verbindungen (d^3)	779
5.14.5.5	Chrom(II)-Verbindungen (d^4)	781
5.14.6	Verbindungen des Molybdäns und Wolframs	784

5.14.6.1	Oxide	784
5.14.6.2	Isopolymolybdate, Isopolywolframate	785
5.14.6.3	Heteropolyanionen	786
5.14.6.4	Bronzen	788
5.14.6.5	Halogenide	789
5.15	Die 7. Nebengruppe	791
5.15.1	Gruppeneigenschaften	791
5.15.2	Die Elemente	792
5.15.3	Vorkommen	792
5.15.4	Darstellung, Verwendung	792
5.15.5	Verbindungen des Mangans	793
5.15.5.1	Mangan(II)-Verbindungen (d^5)	793
5.15.5.2	Mangan(III)-Verbindungen (d^4)	795
5.15.5.3	Mangan(IV)-Verbindungen (d^3)	796
5.15.5.4	Mangan(V)-Verbindungen (d^2)	796
5.15.5.5	Mangan(VI)-Verbindungen (d^1)	797
5.15.5.6	Mangan(VII)-Verbindungen (d^0)	797
5.15.6	Verbindungen des Rheniums	798
5.15.6.1	Sauerstoffverbindungen	798
5.15.6.2	Sulfide	799
5.15.6.3	Halogenverbindungen	799
5.15.6.4	Hydride	801
5.16	Die 8. Nebengruppe: die Eisengruppe	802
5.16.1	Gruppeneigenschaften	802
5.16.2	Die Elemente	803
5.16.3	Vorkommen	804
5.16.4	Darstellung, Verwendung	805
5.16.4.1	Darstellung von metallischem Eisen	805
5.16.4.2	Herstellung von Nickel und Cobalt	810
5.16.5	Verbindungen des Eisens	813
5.16.5.1	Eisen(II)- und Eisen(III)-Verbindungen (d^6 , d^5)	813
5.16.5.2	Eisen(IV)-, Eisen(V) und Eisen(VI)-Verbindungen (d^4 , d^3 , d^2)	821
5.16.6	Verbindungen des Cobalts	822
5.16.6.1	Cobalt(II)- und Cobalt(III)-Verbindungen (d^7 , d^8)	822
5.16.6.2	Cobalt(IV)- und Cobalt(V)-Verbindungen (d^5 , d^4)	826
5.16.7	Verbindungen des Nickels	826
5.16.7.1	Nickel(II)-Verbindungen (d^8)	826
5.16.7.2	Nickel(III)- und Nickel(IV)-Verbindungen (d^7 , d^6)	830
5.17	Die 8. Nebengruppe: die Gruppe der Platinmetalle	832
5.17.1	Gruppeneigenschaften	832
5.17.2	Die Elemente	833
5.17.3	Vorkommen	834
5.17.4	Darstellung, Verwendung	834
5.17.5	Verbindungen der Metalle der Osmiumgruppe	835
5.17.6	Verbindungen der Metalle der Iridiumgruppe	838
5.17.7	Verbindungen der Metalle der Platingruppe	841
5.18	Die Actinoide	846
5.18.1	Gruppeneigenschaften	847
5.18.2	Verbindungen des Urans	850

Anhang 1	
Einheiten • Konstanten • Umrechnungsfaktoren	851
Anhang 2	
Relative Atommassen • Elektronenkonfigurationen • Schema zur Ermittlung der Punktgruppen von Molekülen.	856
Anhang 3	
Herkunft der Elementnamen • Nobelpreise.	863
Sachregister.	871
Formelregister.	911