

Dr. sc. nat. Hans Rudolf Christen

# **GRUNDLAGEN DER ALLGEMEINEN UND ANORGANISCHEN CHEMIE**

Otto Salle Verlag  
Frankfurt am Main

Verlag Sauerländer  
Aarau · Frankfurt am Main · Salzburg

Vorwort . . . . .	VII
<b>1 Das moderne Atommodell</b>	
1.1 Die wichtigsten Elementarteilchen und das Rutherford-Modell des Atoms . . . . .	1
1.2 Der Atomkern; Isotopie und Radioaktivität. . . . .	5
1.3 Atomspektren und Bohrsche Theorie. . . . .	13
1.4 Grundlagen der Wellenmechanik . . . . .	18
1.5 Das Wasserstoffatom . . . . .	28
1.6 Höhere Atome. . . . .	38
<b>2 Das Periodensystem</b>	
2.1 Historische Entwicklung . . . . .	45
2.2 Die Reihenfolge der Elemente . . . . .	47
2.3 Die Elektronenkonfiguration der Elemente. . . . .	48
2.4 Die Periodizität einiger Eigenschaften . . . . .	57
2.5 Metalle, Halbmetalle und Nichtmetalle. . . . .	68
<b>3 Die chemische Bindung</b>	
3.1 Die Atombindung (Kovalenzbindung) . . . . .	70
3.2 Die Ionenbindung. . . . .	120
3.3 Die metallische Bindung . . . . .	131
3.4 Van der Waals-Kräfte und Wasserstoffbrücken . . . . .	137
3.5 Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Bindungen und ihren Eigenschaften	140
<b>4 Gase</b>	
4.1 Die Zustandsgleichung idealer Gase . . . . .	166
4.2 Kinetische Gastheorie. . . . .	169
4.3 Abweichungen vom idealen Verhalten . . . . .	172
<b>5 Der feste Zustand</b>	
5.1 Symmetrieoperationen und Symmetriearten. . . . .	183
5.2 Kristallgitter und Kristallstruktur. . . . .	191
5.3 Arten von Kristallstrukturen . . . . .	206
5.4 Einfache Koordinationsstrukturen von Verbindungen der Zusammensetzung AX bzw. AX <sub>2</sub> . . . . .	209
5.5 Koordinationsstrukturen vom Perowskit- und Spinelltypus . . . . .	213
5.6 Strukturen mit isolierten und mit mehrkernigen Komplexen . . . . .	214
5.7 Metallstrukturen. . . . .	218
5.8 Molekülstrukturen; Clathrate. . . . .	225
<b>6 Der flüssige Zustand; Lösungen</b>	
6.1 Aggregatzustandsänderungen. . . . .	228
6.2 Lösungen . . . . .	239

## **7 Quantitative Beziehungen**

7.1 Atom- und Molekülmassen . . . . .	257
7.2 Substanz- und Molekularformel . . . . .	260
7.3 Stöchiometrische Berechnungen . . . . .	260

## **8 Thermodynamik chemischer Reaktionen; das chemische Gleichgewicht**

8.1 Energie und Enthalpie . . . . .	267
8.2 Thermochemie . . . . .	273
8.3 Entropie und freie Enthalpie . . . . .	277
8.4 Das chemische Gleichgewicht . . . . .	296
8.5 Gleichgewichte zwischen verschiedenen Phasen . . . . .	304

## **9 Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen; chemische Kinetik**

9.1 Allgemeines; die Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	317
9.2 Die Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	321
9.3 Die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit . . . . .	331
9.4 Katalyse . . . . .	340
9.5 Mechanismen chemischer Reaktionen . . . . .	345

## **10 Säure/Base-Gleichgewichte**

10.1 Die Begriffe « Säure » und « Base ». . . . .	355
10.2 Das Protolysengleichgewicht im Wasser; der pH-Wert . . . . .	361
10.3 Die Stärke von Säuren und Basen . . . . .	363
10.4 Allgemeines über Säure/Base-Gleichgewichte . . . . .	371
10.5 Säure/Base-Reaktionen mit Wasser . . . . .	374
10.6 Berechnung des pH-Wertes in der wäßrigen Lösung einer Säure oder Base . . . . .	383
10.7 Indikatoren und Pufferlösungen . . . . .	388
10.8 Übersaure und überalkalische Lösungen . . . . .	392
10.9 Säure/Base-Reaktionen in nichtwäßrigen, prototropen Lösungsmitteln . . . . .	392

## **11 Redoxvorgänge**

11.1 Begriffe . . . . .	396
11.2 Beispiele von einfachen Redoxvorgängen . . . . .	397
11.3 Stöchiometrische Beschreibung von Redoxreaktionen . . . . .	399
11.4 Über den Ablauf von Redoxvorgängen . . . . .	402
11.5 Thermodynamik der Redoxreaktionen in wäßriger Lösung . . . . .	405
11.6 Elektrochemische Stromerzeugung . . . . .	419
11.7 Korrosion von Metallen . . . . .	423
11.8 Die Elektrolyse . . . . .	426
11.9 Einige analytische Anwendungen . . . . .	437

## **12 Edelgase und Wasserstoff**

12.1 Edelgase . . . . .	447
12.2 Wasserstoff . . . . .	451
12.3 Wasserstoffverbindungen . . . . .	455

**13 Die Halogene**

13.1 Gruppeneigenschaften . . . . .	460
13.2 Die Elemente . . . . .	460
13.3 Verbindungen . . . . .	465
13.4 Pseudohalogene . . . . .	475

**14 Die Elemente der Gruppe VI (« Chalkogene »)**

14.1 Die Elemente . . . . .	479
14.2 Verbindungen des Sauerstoffs . . . . .	487
14.3 Verbindungen von Schwefel, Selen und Tellur . . . . .	494
14.4 Beziehungen innerhalb der Gruppe der Chalkogene . . . . .	506

**15 Die Elemente der Gruppe V**

15.1 Die Elemente . . . . .	509
15.2 Stickstoffverbindungen . . . . .	513
15.3 Phosphorverbindungen . . . . .	529
15.4 Verbindungen von Arsen, Antimon und Bismut . . . . .	536
15.5 Beziehungen zwischen den Elementen der Gruppe . . . . .	538

**16 Die Elemente der Gruppe IV**

16.1 Die Elemente . . . . .	542
16.2 Kohlenstoffverbindungen . . . . .	548
16.3 Siliciumverbindungen . . . . .	559
16.4 Verbindungen von Germanium, Zinn und Blei . . . . .	567
16.5 Beziehungen innerhalb der Gruppe . . . . .	569

**17 Die Elemente der Gruppe III**

17.1 Die Elemente . . . . .	572
17.2 Verbindungen von Bor . . . . .	574
17.3 Verbindungen von Aluminium, Gallium, Indium und Thallium . . . . .	583

**18 Die Elemente der Gruppe II (« Erdalkalimetalle »)**

18.1 Die Elemente . . . . .	589
18.2 Chemie der Erdalkali-Ionen . . . . .	590
18.3 Verbindungen . . . . .	593
18.4 Sonderstellung von Beryllium . . . . .	594

**19 Die Elemente der Gruppe I (« Alkalimetalle »)**

19.1 Die Elemente . . . . .	597
19.2 Chemie der Alkali-Ionen . . . . .	598
19.3 Einzelne Verbindungen . . . . .	600

**20 Übergangsmetalle I: Allgemeines**

20.1 Metalleigenschaften . . . . .	603
20.2 Oxidationszahlen . . . . .	604

## XII *Inhaltsverzeichnis*

20.3	Atom- und Ionenradien . . . . .	606
20.4	Magnetische und spektrale Eigenschaften der Atome bzw. Ionen . . . . .	608
20.5	Verhalten in wäßriger Lösung bei verschiedenen pH-Werten . . . . .	610

### **21 Übergangsmetalle II: Komplexverbindungen**

21.1	Historische Entwicklung; die Koordinationslehre . . . . .	614
21.2	Die koordinative Bindung I: Kristallfeld- und Ligandenfeld-Theorie . . . . .	616
21.3	Die koordinative Bindung II: MO-Theorie . . . . .	629
21.4	Stereochemie . . . . .	633
21.5	Stabilität und Reaktivität von Komplexen . . . . .	639
21.6	Beispiele von Komplexreaktionen . . . . .	647

### **22 Übergangsmetalle III: Die Nebengruppen III a bis VII a**

22.1	Die Nebengruppe III a (Scandium-Gruppe) . . . . .	653
22.2	Die Nebengruppe IV a (Titan-Gruppe) . . . . .	658
22.3	Die Nebengruppe V a (Vanadium-Gruppe) . . . . .	662
22.4	Die Nebengruppe VI a (Chrom-Gruppe) . . . . .	664
22.5	Die Nebengruppe VII a (Mangan-Gruppe) . . . . .	668

### **23 Übergangsmetalle IV: Eisen- und Platinmetalle**

23.1	Die Eisenmetalle . . . . .	676
23.2	Die Gruppe Ruthenium, Rhodium und Palladium . . . . .	688
23.3	Die Gruppe Osmium, Iridium und Platin . . . . .	689

### **24 Übergangsmetalle V: Die Nebengruppen I b and II b**

24.1	Die Kupfer-Gruppe . . . . .	691
24.2	Die Zink-Gruppe . . . . .	697

### **25 Übergangsmetalle VI: Carbonyle und metallorganische Verbindungen**

25.1	Metallcarbonyle . . . . .	702
25.2	Organische Verbindungen der Übergangsmetalle . . . . .	709

### **Anhang**

	Zur Nomenklatur anorganischer Verbindungen . . . . .	723
	Löslichkeitsprodukte . . . . .	725
	Komplexzerfallkonstanten (Stabilitätskonstanten) . . . . .	726
	Säurekonstanten . . . . .	727
	Thermodynamische Daten einiger Verbindungen . . . . .	728
	Redoxpotentiale . . . . .	730
	Atommassen (IUPAC-Standardwerte) . . . . .	736
	Lösungen ausgewählter Übungsaufgaben . . . . .	737
	Sachregister . . . . .	741
	Abbildungsnachweis . . . . .	756