

Inhaltsverzeichnis

1	Chemie verstehen – der Weg zum Ziel	1
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
1.1	Der Aufbau dieses Buches	2
1.1.1	Teil I – Chemische Grundbegriffe und physikalische Grundlagen	2
1.1.2	Teil II – Aufbau der Atome, chemische Bindungen und Eigenschaften der Moleküle	3
1.1.3	Teil III – Chemische Reaktionen	3
1.1.4	Teil IV – Die Bedeutung der Chemie für die Biologie	4
1.2	Besondere Eigenschaften dieses Buches	4
1.2.1	Buchelemente	4
1.2.2	Inhaltliche Besonderheiten	5
1.3	Noch einige Lerntipps vorweg	6
1.4	Einheiten und Präfixe	7
1.4.1	Basiseinheiten nach dem SI	7
1.4.2	Präfixe	9
1.5	... viel Spaß	10
	Literatur	10

I Chemische Grundbegriffe und physikalische Grundlagen

2	Grundbegriffe der Chemie	13
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
2.1	Die Elemente im Periodensystem – ein Kurzüberblick	14
2.2	Teilchen – die Bedeutung ergibt sich im Kontext	16
2.3	Chemische Formeln	16
2.4	Die Reaktionsgleichung	17
2.5	Der Unterschied zwischen Menge und Masse	18
2.6	Die Stoffmenge n und die Einheit Mol	19
2.7	Der Unterschied zwischen Masse und Gewicht	21
2.8	Die relative Atommasse A_r, die molare Atommasse A und die molare Molekülmasse M ..	21
2.9	Masse und Stoffmenge ineinander umrechnen	23
2.10	Stöchiometrisches Rechnen	23
2.11	Zum Stoffbegriff	24
2.12	Stoffmengenkonzentration c, Massenkonzentration β und Volumenkonzentration σ ..	25
2.13	Volumenanteil φ, Stoffmengenanteil x und Massenanteil w	27
2.14	Aufgaben	29
	Literatur	30
3	Materie und ihre Eigenschaften	31
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
3.1	Was ist eigentlich Materie?	32
3.2	Die Aggregatzustände	33
3.3	Abhängigkeit des Aggregatzustands von Zustandsvariablen	35
3.3.1	Dichte und Dichteanomalie des Wassers	35

3.3.2	Was ist Wärme? Was ist Temperatur?	36
3.3.3	Temperaturmessung und Temperaturskalen	37
3.3.4	Was ist Druck?	38
3.3.5	Druck und Temperatur sind Mittelwerte der Teilchenbewegung	39
3.4	Übergänge zwischen den Aggregatzuständen und Zustandsdiagramme	39
3.4.1	Der Übergang zwischen den Aggregatzuständen	40
3.4.2	Weitere energetische Aspekte bei der Zustandsänderung	43
3.5	Gase als Ein-Komponenten-Systeme	43
3.5.1	Ideale Gase und reale Gase	44
3.5.2	Die Maxwell-Boltzmann-Verteilung	45
3.5.3	Die Ideale Gasgleichung	46
3.5.4	Amontons-Gesetz, Gay-Lussac-Gesetz und Boyle-Mariotte-Gesetz	47
3.6	Aufgaben	49
	Literatur	50
4	Stoffgemische und Stofftrennung	51
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
4.1	Stoffgemische im Überblick	53
4.1.1	Bezeichnungen für Stoffgemische	53
4.2	Mischbarkeit verschiedener Stoffe	53
4.2.1	Wechselwirkungen als Grundlage der Mischbarkeit	54
4.2.2	Abhängigkeit von äußeren Bedingungen	54
4.2.3	Diffusion – erster Teil	56
4.2.4	Die Stärke der Wechselwirkung	58
4.2.5	Dielektrizität	59
4.2.6	Diffusion – zweiter Teil	60
4.3	Nicht mischbare Stoffe	62
4.3.1	Der hydrophobe Effekt	62
4.4	Amphiphile Teilchen	64
4.4.1	Proteine sind große, amphiphile Moleküle	65
4.5	Gasgemische	66
4.6	Flüssige Lösungen	68
4.6.1	Elektrolytlösungen	68
4.6.2	Der Lösungsvorgang bei Feststoffen	69
4.6.3	Sättigung und Fällung	70
4.6.4	Löslichkeit von Feststoffen (in Wasser)	71
4.6.5	Lösungseffekt und Osmose	72
4.6.6	Nichtwässrige flüssige Lösungen	75
4.6.7	Volumenänderung beim Lösen	75
4.6.8	Löslichkeit von Gasen in Wasser	76
4.7	Aggregatzustandsänderungen bei homogenen Stoffgemischen	78
4.7.1	Dampfdruck einer Lösung – Raoult-Gesetz	78
4.7.2	Siedepunkterhöhung	79
4.7.3	Gefrierpunktniedrigung	80
4.7.4	Azeotrope	81
4.8	Stofftrennung	82
4.8.1	Grundprinzipien der Stofftrennung	82

4.8.2	Stofftrennung im biologischen Laboralltag	83
4.9	Aufgaben	87
	Literatur	87

II Aufbau der Atome, chemische Bindungen und Eigenschaften der Moleküle

5	Aufbau der Atome	91
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
5.1	Das Elektron und die Atomhülle	92
5.1.1	Das Atommodell nach Rutherford	92
5.1.2	Das Atommodell nach Bohr	93
5.1.3	Welle-Teilchen-Dualismus	96
5.1.4	Die Heisenberg'sche Unschärferelation	97
5.1.5	Die Schrödinger-Gleichung	98
5.2	Das Atomorbitalmodell	98
5.2.1	Der Quantenzustand von Elektronen	99
5.2.2	Die Atomorbitale	100
5.2.3	Orbitalnäherung und die Energieniveaus der Orbitale	103
5.2.4	Pauli-Prinzip, Hund'sche Regel und das Aufbauprinzip	104
5.2.5	Atomorbitale und das Periodensystem der Elemente	106
5.2.6	Valenzschalen und Valenzelektronen	107
5.3	Aufgaben	108
	Literatur	108
6	Chemische Bindungen	109
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
6.1	Ionenbindungen	111
6.1.1	Einstieg in das Konzept der Ionenbindung	111
6.1.2	Effektive Kernladung	113
6.1.3	Ionisierungsenergie und Elektronenaffinität	114
6.1.4	Kristallstrukturen und Gitterenergie	117
6.1.5	Mehratomige Ionen und wichtige Beispiele	119
6.2	Kovalente Bindungen	120
6.2.1	Einstieg in das Konzept der kovalenten Bindung	121
6.2.2	Mehrfachbindungen	122
6.2.3	Elektronegativität	123
6.2.4	Zwischen kovalent und ionisch – polarisierte Bindungen	123
6.2.5	Ionenradien und Atomradien	124
6.3	Lewis-Schreibweise und Valenzstrichschreibweise für chemische Verbindungen	125
6.3.1	Die Oktettregel	126
6.3.2	Molekül-Ionen und Formalladungen	127
6.3.3	Mesomerie und Grenzstrukturen	128
6.3.4	Hypervalenz	129
6.3.5	Radikale	129

6.3.6	Valenzstrichformeln herleiten	130
6.4	Wasserstoffbrückenbindungen	132
6.5	Van-der-Waals-Wechselwirkungen	133
6.6	Metallbindung	134
6.7	Komplexbindung	135
6.8	Aufgaben	136
	Literatur	136
7	Struktur von Molekülen	137
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
7.1	Grundlagen: geometrische Figuren	138
7.2	Molekülorbitale	139
7.2.1	Kombination von Atomorbitalen (AOs) zu Molekülorbitalen (MOs)	139
7.3	Orbitalhybridisierung	144
7.4	VSEPR-Theorie	146
7.4.1	Komplexere Anordnungen in anorganischen Molekülen	148
7.5	Dipole	148
7.6	Einfach-, Doppel- und Dreifachbindungen	150
7.6.1	Strukturen von Ethan und Ethen im Vergleich	150
7.6.2	Bindungslängen	151
7.6.3	Elektronendelokalisierung	152
7.6.4	Konjugierte Doppelbindungen	153
7.6.5	Aromatische Verbindungen	154
7.6.6	Flexibilität und Vielfalt der Strukturen	154
7.7	Isomerie	155
7.7.1	Konstitutionsisomerie	155
7.7.2	Stereoisomere	156
7.8	Aufgaben	158
	Literatur	159
8	Einfluss des Aufbaus chemischer Verbindungen auf ihr Verhalten	161
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
8.1	Unüberschaubare Vielfalt verstehen lernen	162
8.2	Wasser – das Molekül des Lebens	163
8.3	Metall-Nichtmetall-Verbindungen	163
8.3.1	Salze	163
8.3.2	Eigenschaften kristalliner Salze	164
8.3.3	Wasserlöslichkeit von Ionenkristallen	164
8.3.4	Metalloxide, Metallhydride, Säureanhydride u. v. m.	166
8.4	Kohlenwasserstoffe	166
8.4.1	Homologe Reihe der Alkane	166
8.4.2	Alkene	168
8.5	Alkohole	170
8.5.1	Der hydrophobe Effekt noch einmal verdeutlicht	171
8.6	Carbonylverbindungen	172
8.6.1	Aldehyde	172
8.6.2	Ketone	172

8.6.3	Elektronenstruktur der Aldehyde und Ketone	172
8.6.4	Carboxylverbindungen	174
8.6.5	Fettsäuren	176
8.6.6	Esterverbindungen	176
8.7	Amine und Amide	177
8.7.1	Aminosäuren und Peptidbindung	178
8.8	Halogenide	182
8.9	Aufgaben	183
	Literatur	184

III Chemische Reaktionen

9	Chemische Reaktionen im Überblick	187
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
9.1	Reaktionsschemata und Reaktionsgleichungen	189
9.1.1	Reaktionsbedingungen	189
9.1.2	Phasensymbole	189
9.2	Stöchiometrie	190
9.2.1	Stöchiometrisches Ausgleichen	190
9.2.2	Stöchiometrisches Berechnen	191
9.3	Weitere wichtige Begriffe zu Reaktionen	191
9.3.1	Exotherme und endotherme Reaktionen	191
9.3.2	Synthese versus Darstellung	191
9.4	Das chemische Gleichgewicht	192
9.4.1	Hin- und Rückreaktion	192
9.4.2	Einstellung des chemischen Gleichgewichts	192
9.5	Das Prinzip des kleinsten Zwanges	195
9.5.1	Das chemische Gleichgewicht als Teil des Zustands eines Systems	195
9.5.2	Abhängigkeit des Gleichgewichts vom Druck	195
9.5.3	Abhängigkeit des Gleichgewichts von der Temperatur	197
9.5.4	Abhängigkeit des Gleichgewichts von der Stoffmengenkonzentration	198
9.5.5	Übungen zum Prinzip des kleinsten Zwanges	198
9.6	Katalysatoren und Gleichgewichte	200
9.7	Homogene und heterogene Gleichgewichte, Ergänzung zum Gleichgewichtspfeil	200
9.8	Quantitative Aspekte des chemischen Gleichgewichts: das Massenwirkungsgesetz	201
9.8.1	Das MWG in homogenen Gleichgewichten	201
9.8.2	Umrechnung von K_c in K_p	202
9.8.3	Das MWG in heterogenen Gleichgewichten	203
9.8.4	Vorhersagen von Gleichgewichtskonzentrationen	205
9.8.5	Gleichgewichte können gekoppelt sein	206
9.8.6	Löslichkeit von Salzen	207
9.9	Aufgaben	209
	Literatur	209

10	Energieumsatz chemischer Reaktionen	211
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
10.1	Chemische Reaktionen und Energie	213
10.1.1	Was ist Energie?	213
10.1.2	Umwandlung von Energie	215
10.2	Wärmeenergie bei chemischen Reaktionen.	216
10.2.1	Die innere Energie.	216
10.2.2	Die Enthalpie	218
10.2.3	Die Reaktionsenthalpie	220
10.2.4	Die Bildungsenthalpie	220
10.2.5	Die Lösungsenthalpie	221
10.2.6	Die Enthalpie chemischer Bindungen.	222
10.2.7	Der Satz von Hess und der Born-Haber-Kreisprozess.	224
10.2.8	Enthalpiekreisprozess für den Lösungsvorgang ionischer Verbindungen.	226
10.2.9	Kovalente Bindungen und Enthalpieänderungen.	227
10.3	Die Entropie.	228
10.4	Die freie Enthalpie	232
10.5	Aufgaben	234
	Literatur	234
11	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	235
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
11.1	Die Reaktionsgeschwindigkeit	236
11.2	Die Stoßtheorie	239
11.3	Reaktionsgeschwindigkeit und Energie	240
11.3.1	Reaktionsprofil und Aktivierungsenergie	240
11.3.2	Die Reaktionsgeschwindigkeit ist temperaturabhängig	241
11.3.3	Katalyse	242
11.4	Die Reaktionsordnung	243
11.5	Enzymkinetik	247
11.5.1	Die UV/Vis-Spektralphotometrie	247
11.5.2	Das Lambert-Beer'sche Gesetz	249
11.5.3	Die Methode der Anfangsgeschwindigkeit	249
11.5.4	Die Michaelis-Konstante	252
11.5.5	Enzyme und Temperatur	254
11.6	Aufgaben	255
	Literatur	256
12	Säuren und Basen	257
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
12.1	Säure/Base-Konzepte und die pH-Skala	258
12.1.1	Das Säure/Base-Konzept nach Arrhenius.	258
12.1.2	Die pH-Skala	258
12.1.3	Das Brønsted-Lowry-Konzept	260
12.2	Säuren und Basen unterschiedlicher Stärke	262
12.2.1	Säuren unterschiedlicher Stärke	262
12.2.2	Basen unterschiedlicher Stärke	263

12.3	Beschreibung von Säure/Base-Gleichgewichten in wässriger Lösung	264
12.4	Berechnung von pH-Werten	265
12.4.1	pH-Werte von Lösungen sehr starker Säuren und Basen	266
12.4.2	pH-Werte von Lösungen schwacher Säuren und Basen	266
12.5	Säure/Base-Titration	267
12.5.1	Titration einer sehr starken Säure	268
12.5.2	Titration einer mittelstarken (auch schwachen) Säure und Pufferlösungen	269
12.5.3	Verhalten mehrprotoniger Säuren	272
12.6	Molekülbau und Säurestärke	272
12.6.1	Binäre Wasserstoffverbindungen der Nichtmetalle	273
12.6.2	Oxosäuren	274
12.6.3	Mehrprotonige Säuren	275
12.6.4	Organische Säuren	275
12.7	Weitere Säure/Base-Konzepte	276
12.7.1	Das Säure/Base-Konzept nach Lewis	276
12.7.2	Das Säure/Base-Konzept nach Pearson	277
12.8	Aufgaben	278
	Literatur	279
13	Oxidation und Reduktion	281
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
13.1	Oxidationszahlen	283
13.1.1	Die Oxidationsstufe	284
13.1.2	Bestimmung von Oxidationszahlen anhand der Lewis-Formel	284
13.1.3	Bestimmung der Oxidationszahl mithilfe fester Regeln	285
13.1.4	Trends der Oxidationsstufen im PSE	288
13.2	Redox-Reaktionen und die Redox-Gleichungen	291
13.2.1	Redox-Reaktionen in saurem Milieu	293
13.2.2	Redox-Reaktionen in alkalischem Milieu	295
13.2.3	Disproportionierung und Symproportionierung	297
13.3	Energieumsatz bei Redox-Reaktionen	298
13.3.1	Galvanische Zellen	298
13.3.2	Elektrodenpotenziale und Spannungsreihe	299
13.3.3	Die Nernst-Gleichung	301
13.3.4	Freie Enthalpie bei Redox-Reaktionen	304
13.3.5	Elektrolyse	304
13.4	Aufgaben	308
	Literatur	308
IV	Die Bedeutung der Chemie für die Biologie	
14	Das biologische Abschlusskapitel	311
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
14.1	Beispiel 1: Die Funktion einer Nervenzelle	312
14.1.1	Der Aufbau einer Nervenzelle	312

14.1.2	Das Membranpotenzial	314
14.1.3	Das Aktionspotenzial	317
14.2	Beispiel 2: Kältetoleranz bei Pflanzen und wechselwarmen Tieren	318
14.2.1	Die Gefahr des zellulären Gefrierens	318
14.2.2	Drei Strategien für den Umgang mit Stress	319
14.2.3	Gefiertoleranz und Supercooling	320
14.3	Fazit	321
	Literatur	322
15	Anhang: Lösungen der Übungsaufgaben	323
	<i>Christian Schmidt, Lars Dietrich</i>	
15.1	► Kapitel 2	324
15.2	► Kapitel 3	325
15.3	► Kapitel 4	326
15.4	► Kapitel 5	326
15.5	► Kapitel 6	326
15.6	► Kapitel 7	328
15.7	► Kapitel 8	328
15.8	► Kapitel 9	328
15.9	► Kapitel 10	329
15.10	► Kapitel 11	329
15.11	► Kapitel 12	330
15.12	► Kapitel 13	330
	Serviceteil	333
	Periodensystem der Elemente	334
	Stichwortverzeichnis	336