

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	17
Einführung	19
Über dieses Buch	19
Törichte Annahmen über den Leser	20
Wie dieses Buch aufgebaut ist	20
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	20
Wie es weitergeht	20
Teil I	
Grundlagen – das Wesentliche zum Einstieg	21
Kapitel 1	
Materie – woraus wir bestehen und was uns umgibt	23
Materie – Atome und Moleküle füllen den Raum	23
Fest, flüssig, gasförmig – die Aggregatzustände	26
Phasendiagramme – Druck und Temperatur auf einen Blick	28
Gase – unsere unsichtbaren Begleiter	29
Flüssigkeiten – anziehend flexibel	31
Feststoffe – wir halten zusammen	32
Kapitel 2	
Atome – unteilbar, aber dennoch spaltbar	33
Das Atom – viel leerer Raum um konzentrierte Masse	33
Isotope – gleicher Ort, aber unterschiedliche Masse	35
Radioaktivität – Gefahren und Nutzen der Strahlung	38
Radioaktivität als Krankmacher	39
Radioaktivität als Helfer	39
Vier fundamentale Kräfte – doch nur eine ist für die Chemie relevant	39
Kapitel 3	
Chemische Bindungen – wie Atome zusammenhalten	41
Wie finden sich bindungswillige Partner?	41
Kovalent: Wir teilen fair!	42
Ionisch: Wenn sich Elektronen auf eine Seite schlagen	42
Metallisch: Von einer Elektronenwolke umhüllt	43
Was Atome zusammenhält	44
Die Quantenchemie und die Gesetze im Mikrokosmos	45
Leuchtende Atome – das Atommodell von Bohr	46

Die rettende Gleichung – Orbitale für Elektronen	48
Die Regeln von Hund und Pauli	50
Atomaufbau mit dem Kästchenmodell – einfach, aber effektiv	51
Wir halten Ordnung – das Periodensystem der Elemente	52
Elektronenkonfiguration und chemische Eigenschaften	53
Endlich verständlich – die Größe von Atomen	55
Elektronegativität – was Atome anziehend finden	57
Wasserstoff H ₂ – das einfachste kovalent gebundene und neutrale Molekül	58
Methan CH ₄ – Hybridisierung zum perfekten Tetraeder	59
Ammoniak NH ₃ – die Pyramide mit dem freien Elektronenpaar	61
Wasser H ₂ O – das gewinkelte Lebenselixier mit Dipolmoment	62
Sigma σ und Pi π – Symbole für Bindungstypen	64
Lewis-Strukturen (I) – kovalente Moleküle richtig zeichnen	65
Oktettregel und Oktettaufweitung	66
Die Lewis-Strukturen für polare kovalente Moleküle	67
Die Geometrie kovalenter Moleküle	69
Sekundäre Bindungen – auch das ist wichtig für Biomoleküle!	70

Teil II

Allgemeine und Anorganische Chemie

71

Kapitel 4

Stöchiometrie – chemisches Rechnen

73

Praktisch konstant – Masse chemischer Reaktionen	73
Große Zahl für kleine Teilchen	74
Mischen möglich – korrekte Konzentrationsangaben	74
Dreisatz – drei Größen, eine Lösung	75

Kapitel 5

Thermodynamik – heiße und kalte Chemie

77

Hin und Her – Gleichgewichte in Reaktionen	77
Verschiebung von Gleichgewichten	80
Formen von Gleichgewichten	82
Die Hauptsätze der Thermodynamik	83

Kapitel 6

Kinetik – Geschwindigkeit chemischer Reaktionen

87

So schnell kann's gehen – das Geschwindigkeitsgesetz	87
Aktivierungsenergie – mit Schwung über den Berg ...	88
Die Arrhenius-Gleichung – Geschwindigkeit, Temperatur und Aktivierungsenergie	89

Von der Kinetik zum Reaktionsmechanismus	89
Katalysatoren – die Reaktionsbeschleuniger	90
Katalysatoren – Ihre alltäglichen Helfer	90
Enzyme – kein Leben ohne Biokatalysatoren	91
Kapitel 7	
Lösungen	93
Was macht ein Lösungsmittel aus?	93
Ohne Wasser geht nichts im Leben	93
Wer löst was?	95
Was geschieht beim Lösungsvorgang?	96
Schwerlöslich – und das ist gut so!	97
Gesättigte Lösung, Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt	97
Alle zusammen – Kolligative Phänomene	98
Kapitel 8	
Heterogene Gleichgewichte	101
Gleichgewichte zwischen heterogenen Phasen	101
Fest- und Flüssigphasen zum Entgiften und Trennen	102
Fast wie Zauberei – Osmose	103
Schrumpfende Zellen, platzende Kirschen – Osmose im Alltag	105
Sauberes Blut dank Dialyse	105
Das Membranpotenzial – die lebenswichtige Ladungsdifferenz	106
Kapitel 9	
Säuren und Basen	109
Wenn Schwefel verbrennt	109
Warum wird Regen sauer?	110
Schwefelsäure – die große Schwester der Schwefligen Säure	111
Basen – die Gegenspieler der Säuren	111
Brønsted – auf die Protonen kommt es an	112
Lewis-Säuren und Lewis-Basen – Elektronen machen den Unterschied	112
Wasser als Säure und als Base	113
Der pH-Wert – negativ und logarithmisch	113
Sauer oder basisch? Alles außer pH 7!	114
Sauer oder basisch – wie stark ist die Verbindung?	115
Wasser nivelliert die maximale Säurestärke	116
Die Berechnung des pH-Werts von Lösungen mit starken Säuren	116
Die pH-Wert Berechnung von Lösungen mit schwachen Säuren	117
Was macht eine Säure so sauer?	117
Von Rotkohl und Blaukraut – pH-Wert-Messungen	118
Kein Leben ohne Puffer – pH-Konstanz ist wichtig!	120

Kapitel 10

Oxidation und Reduktion – wie Elektronen springen können **121**

Knallige Redoxreaktion – wie Oxidationsstufen helfen können	121
Einmal pusten, bitte – was Alkohol und Redoxreaktionen verbindet	122
Elektronen hüpfen bergab – das Prinzip von Redoxreaktionen	124
Redox-Disproportionierung von Wasserstoffperoxid – Oxidationsstufen laufen auseinander	124
Redox-Synproportionierung von Ammoniumnitrat – Dünger und Sprengstoff	125
Strom aus der Batterie mittels Redoxchemie	125
Die elektrochemische Reihe – kombinieren Sie Ihre eigene Batterie	126
Spaltung mit Strom – die Elektrolyse	126
Wenn keine Standardbedingungen vorliegen – die Nernst-Gleichung	129

Kapitel 11

Komplexe **131**

Komplex, aber nicht kompliziert	131
Koordinative Bindungen – von ionisch bis kovalent	132
Wie stabil ist der Komplex?	134
Metalle in der Zange – der Chelat-Effekt	134
Komplexe, die heilen	135

Teil III

Organische Chemie – einfache Bausteine für großartige Moleküle **137**

Kapitel 12

Bindung und Geometrie – die vier Arme des C-Atoms **139**

Organisch oder nicht – wo ist denn da der Unterschied?	139
Kohlenstoff – ein ganz besonderes Atom	140
Ordnungsprinzipien im »Organischen Universum«	140
Der wichtigste Baustein – die tetraedrische sp^3 -Hybridisierung	141
Die sp^2 -Hybridisierung – die trigonal-planare Geometrie	143
Die sp -Hybridisierung – geradewegs zur linearen Geometrie	144

Kapitel 13

Kohlenwasserstoffe **147**

Kohlenwasserstoffe in aller Vielfalt	147
Isomere und Doppelbindungsäquivalente	149
Alkane – Homologe des Methans	150
Die Nomenklatur der Alkane	151
Methanproduktion und Erderwärmung	151
Wie viel Energie steckt im Alkan?	153

Spannende Ringe – Cycloalkane	154
Cyclohexan – praktisch spannungsfrei	158
Alkene addieren gern ...	159
Diene – durch Konjugation stabilisiert	160
Aromaten – besonders stabil und delokalisiert	161
Aromaten substituieren lieber	163
Das Gift entsteht im Körper – toxische Kohlenwasserstoffe	163
Kapitel 14	
Stereochemie	167
Die Chemie in 3D	167
Isomere – unterschiedlich trotz gleicher Summenformel	167
Stereoisomere – der Raum macht den Unterschied	168
Konformere – ganz fix von einem Isomer zum anderen	169
Konfigurationsisomere – planar, ohne Stereozentren	171
Konfigurationsisomere – mit Stereozentren	172
Enantiomere der Milchsäure	174
Fischer-Projektion – die D- und L-Formen der Milchsäure	174
Die R- und S-Formen der Milchsäure – CIP-Nomenklatur	175
Optische Aktivität – rechts- oder linksdrehend	176
Wie unterschiedlich sind Enantiomere?	177
Kapitel 15	
Reaktionsmechanismen	181
Die vier Reaktionstypen der (organischen) Chemie	181
Polar oder radikalisch?	182
Die radikalische Substitution – S_R zur Synthese der Halogenalkane	183
Die aliphatische Substitution – S_N1 mit <i>tert.</i> -Butylbromid	185
S_N2 mit Methylbromid – ein anderer nukleophiler	
Substitutionsmechanismus	187
S_EAr – die elektrophile aromatische Substitution	189
Kapitel 16	
Alkohole und Ether	191
Ethanol und Methanol – alkyliertes Wasser	191
Die Alkylgruppe macht den Unterschied	193
Die Wertigkeit von Alkoholen	193
Erfrischend alkoholisch – Menthol	194
Phenole – wenn Aryl anstatt Alkyl gebunden ist	195
Ein (echt?) scharfes Phenol – Capsaicin	197
Ether – zweifach-alkyliertes Wasser	197
Ether als Narkotikum	198
Zyklische, gespannte Ether – reaktiv und toxisch	198
Nitroglycerin – ein explosives Arzneimittel	200

Kapitel 17	
Schwefelverbindungen	201
Schwefel- und Sauerstofforganyle – Unterschiede trotz formaler Gemeinsamkeiten	201
Vom Gestank zum Aroma	202
Die biologisch so wichtige Disulfidbrücke	203
Sulfoxide, Sulfonate und Sulfate	205
Weitere nützliche Schwefelverbindungen	206
Kapitel 18	
Amine	209
Alkylierter Ammoniak – organische Amine	209
Amine als Basen	210
Amine als Nukleophile	211
Alkaloide und biogene Amine – wunderbare Wirkungen	211
Kapitel 19	
Aldehyde und Ketone	213
Der Alleskönner – die Carbonylfunktion	213
Aldehyde und Ketone durch die Oxidation von Alkoholen	214
Nachweis für Aldehyde – Fehling- und Tollens-Probe	215
Die Reaktion der Carbonylreste mit Nukleophilen: Hydrate	216
Reaktionen mit Alkoholen bilden Halb- und Vollacetale	217
Aus der Reaktion mit Aminen entstehen Aminale	218
Enolate: der leichte Weg zu Carbanionen	219
Keto-Enol-Tautomerie	220
Die perfekte C-C-Bindungsbildung – Aldol-Additionen	221
Kapitel 20	
Carbonsäuren und Derivate	223
Azidität dank Carbonylfunktion	223
Es geht noch saurer – Ameisensäure	223
Die Esterbildung	224
Verseifung	225
Weitere wichtige Derivate von Carbonsäuren	226
Kapitel 21	
Heterocyclen	229
Fünfring-Heterocyclen mit Stickstoff	229
Heterocyclen mit Sauerstoff und Schwefel	230
Stickstoffhaltige Sechsring-Heterocyclen	231
Weitere Stickstoff-haltige Heterocyclen	232

Teil IV	
Alles natürlich – Biochemie	233
Kapitel 22	
Aminosäuren und Proteine	235
Primäre und sekundäre Naturstoffe	235
Amino(carbon)säuren	235
Die 20 proteinogenen Aminosäuren	236
Der Rest bringt den Unterschied	238
Der isoelektrische Punkt	239
Die Peptidbindung	240
Große Vielfalt durch Variation	241
Sekundär-, Tertiär- und Quartärstrukturen von Proteinen	242
Kapitel 23	
Kohlenhydrate	245
Hydrate des Kohlenstoffs?	245
Kohlenhydrate – woher sie kommen, wohin sie gehen	246
Monosaccharide – die kleinen Bausteine der Kohlenhydrate	246
<i>D</i> -Glucose und <i>D</i> -Fructose – die süßen Monosaccharide	247
<i>D</i> -Glucose – vom Hydroxyaldehyd zur Pyranose	249
Die Mutarotation der <i>D</i> -Glucose	250
<i>D</i> -Fructose – vom Hydroxy-Keton zur Furanose	251
Von Glucose zur Fructose und zurück	251
Disaccharide – glykosidisch gebunden	253
Noch mehr Glykoside	255
Einfach riesig – Polymere aus <i>D</i> -Glucose	256
Kapitel 24	
Lipide	259
Lipophile – aus Liebe zum Fett	259
Energie aus Fetten	260
Phospholipide in Zellmembranen	261
Fettsäuren – ungesättigt besonders wertvoll	262
Auf- und Abbau von Fettsäuren	264
Eine Schmerztablette, bitte! – Acetylsalicylsäure hemmt Cyclooxygenasen	265
Kapitel 25	
Nukleinsäuren	267
Der Kern des Lebens	267
Die Nukleinbasen	268
Der genetische Code	268

Zucker und Nukleinbasen bilden Nukleoside	270
Mit Phosphorsäure zum Nukleotidester	271
DNA und RNA sind Polyester	272
Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken	273
Teil V	
Top-Ten-Teil	277
Kapitel 26	
Valenzstrich (Lewis)-Strukturen	279
Der Bindungsstrich – zwei Elektronen, die Atome verbinden	279
Elektronenkonfiguration und Kästchenschema	280
Freie Elektronenpaare (lone pairs)	280
Ungepaarte Elektronen in Radikalen	281
Oktetaufweitung bei Elementen ab der dritten Periode	281
Grenzstrukturen (I): induktiver Effekt	282
Grenzstrukturen (II): konjugativer (»mesomerer«) Effekt	282
Dreidimensionale Geometrie	282
Relative und absolute Konfiguration	283
Absolute Konfiguration nach Fischer	283
Kapitel 27	
Zehn sensationelle Moleküle	285
Stabiler geht es nicht – Adamantan	285
Ein stabiles Carben	285
Ein stabiles C-Radikal	286
Hoch gespannt und aromatisch	286
Ein dreidimensionaler Aromat	287
Ein Kohlenwasserstoff-Würfel	287
Ein kleiner, billiger, hocheffektiver Katalysator für C-C-Kupplungen	287
Ein Kohlenstoff-Tetraeder	288
Ein Fußball nur aus Kohlenstoff	288
Der invertierte Tetraeder – [1.1.1]Propellan	289
Stichwortverzeichnis	291