

Inhaltsverzeichnis

Einführung	21
Über dieses Buch	21
Wie man dieses Buch benutzt	22
Voraussetzungen	22
Wie ist dieses Buch aufgebaut?	23
Teil I: Grundlegende Konzepte der Chemie	23
Teil II: Drum prüfe, wie sich Atome verbinden	23
Teil III: Das Mol: Der beste Freund des Chemikers	24
Teil IV: Chemie im Alltag: Nutzen und Probleme	24
Teil V: Der Top-Ten-Teil	24
Icons, die in diesem Buch verwendet werden	25
Wie geht es von hier aus weiter?	25
Teil I	
Grundlegende Konzepte der Chemie	27
Kapitel 1	
Was ist Chemie und warum sollte man darüber etwas wissen?	29
Was ist genau Chemie?	29
Zweige der Chemie	30
Makroskopische und mikroskopische Perspektive	31
Reine und angewandte Chemie	31
Was macht nun der Chemiker den lieben langen Tag?	32
Und wo arbeiten Chemiker tatsächlich?	33
Kapitel 2	
Materie und Energie	35
Zustände der Materie: Makroskopische und mikroskopische Sicht	35
Feststoffe	36
Flüssigkeiten	36
Gase	37
Eis am Nordpol, Wasser am Äquator: Materie wechselt den Zustand	37
Ich glaube ich schmelze! Das ist alles deine Schuld!	37
Der Siedepunkt	38
Gefrierpunkt: Das Wunder des Eiswürfels	38
Sublimieren Sie das!	39
Reine Substanzen und Mischungen	40

Reine Substanzen	40
Nun kommen die Mischungen hinzu	41
Das Messen von Materie	42
Das SI-System	42
SI-Umwandlungen ins Englische	42
Das sind ja nette Eigenschaften	43
Wie dicht sind Sie?	44
Das Messen der Dichte	45
Energie (Ach, hätte ich doch mehr davon!)	46
Kinetische Energie – immer in Bewegung bleiben	46
Potenzielle Energie – sitzen Sie gut?	47
Das Messen von Energie	48
Temperatur und Temperaturskalen	48
Fühlen Sie die Wärme	49
Kapitel 3	
<i>Kleiner als ein Atom?</i>	51
Subatomare Teilchen: So, das ist also ein Atom	51
Der Kern: Mittelpunkt	53
Wo sind denn nun diese Elektronen?	58
Das Bohr'sche Modell – Boah, das ist ja gar nicht langweilig!	59
Quantenmechanisches Modell	60
Elektronenkonfigurationen (Das Bett der Elektronen)	65
Das gefürchtete Energieniveaudiagramm	65
Elektronenkonfigurationen: Leicht und Platz sparend	67
Valenzelektronen: Ein Leben auf dem Grat	68
Isotope und Ionen: einige meiner Lieblingsthemen	69
Isotope isolieren	69
Ein Blick auf Ionen kann sich lohnen	70
Kapitel 4	
<i>Das Periodensystem – Systematik hilft!</i>	73
Wiederholung von Mustern: Periodizität	73
Wie die Elemente im Periodensystem angeordnet sind	76
Metalle, Nichtmetalle und Halbmetalle	77
Gruppen und Perioden	79
Kapitel 5	
<i>Kernchemie, ohne dass Ihre Gehirnzellen zerfallen</i>	85
Mit dem Atom fängt alles an	85
Radioaktivität und künstlicher radioaktiver Zerfall	86
Natürlicher radioaktiver Zerfall: Wie die Natur vorgeht	88
Alphastrahlung	88

Betastrahlung	89
Gammastrahlung	90
Positronenstrahlung	90
Elektronenaufnahme	90
Halbwertszeiten und radioaktive Altersbestimmung	91
Sichere Handhabung	92
Radioaktive Altersbestimmung	93
Kernspaltung	94
Kettenreaktionen und die kritische Masse	94
Atombomben – nicht ganz so laut wie der Urknall, aber immerhin	96
Atomkraftwerke	96
Brutreaktoren: Erzeugung von spaltbarem Material	98
Kernfusion: Die Hoffnung für unsere Energiezukunft	99
Was man im Griff haben muss	100
Was wird die Zukunft bringen?	101
Leuchte ich etwa? Die Wirkungen der Strahlung	101

Teil II

Drum prüfe, wie sich Atome verbinden **103**

Kapitel 6

Gegensätze ziehen sich an: Ionenbindungen **105**

Die Magie der Ionenbindung: Natrium + Chlor = Kochsalz	105
Die Bestandteile des Salzes	105
Die Reaktion	107
Am Ende kommt die Bindung	108
Positive und negative Ionen: Kationen und Anionen	109
Polyatomare Ionen	113
Ionenbindungen	113
Magnesium und Brom zusammenwerfen	113
Das Verwenden der Kreuzregel	114
Das Benennen von Ionenverbindungen	115
Elektrolyte und Nichtelektrolyte	117

Kapitel 7

Kovalente Bindung: Brüderlich teilen **119**

Grundlagen der kovalenten Bindung	119
Ein Wasserstoffbeispiel	119
Vergleich der kovalenten Bindung mit anderen Bindungsarten	121
Zum Verständnis der Vielfachbindung	122
Das Benennen binärer kovalenter Verbindungen	123
So viele Formeln, so wenig Zeit	124
Empirische Formeln: Nur die Elemente	124

Summenformeln: genaue Zahlen	125
Strukturformeln: Neu! Jetzt mit Bindungsmuster!	126
Einige Atome sind einfach anziehender als andere	131
Elektronen anziehen: Elektronegativität	131
Die polar-kovalente Bindung	132
Wasser: Ein wirklich bemerkenswertes Molekül	133
Wie sieht Wasser wirklich aus? Das VSEPR-Modell	136

Kapitel 8

Chemisches Kochen: Chemische Reaktionen

141

Was Sie haben und was Sie kriegen: Edukte und Produkte	141
Wie kommt es zu Reaktionen? Die Stoßtheorie	143
Ein exothermes Beispiel	144
Ein endothermes Beispiel	144
Was für eine Reaktion bin ich?	146
Kombinationsreaktionen	146
Zerfallsreaktionen	146
Einfache Verdrängungsreaktionen	147
Doppelte Verdrängungsreaktionen (Metathese-Reaktionen)	148
Verbrennungsreaktionen	150
Redox-Reaktionen	150
Wie man chemische Reaktionen ausgleicht	151
Riechen Sie dieses Ammoniak?	151
Zünden Sie Ihr Feuerzeug	153
Das chemische Gleichgewicht	154
Das Prinzip von Le Chatelier	156
Konzentrationsänderung	156
Temperaturänderung	157
Druckänderung	158
Schnelle und langsame Reaktionen: Chemische Kinetik	159
Art der Ausgangsstoffe	160
Partikelgröße der Ausgangsstoffe	160
Konzentration der Ausgangsstoffe	160
Druck von gasförmigen Ausgangsstoffen	161
Temperatur	161
Katalysatoren	162

Kapitel 9

Elektrochemie: Von der Batterie bis zum Teekessel

167

Da gehen sie hin, die Elektronen: Redox-Reaktionen	167
Wo habe ich denn jetzt die Elektronen gelassen? Oxidation	168
Guck mal, was ich gefunden habe! Reduktion	169
Des einen Verlust, des anderen Gewinn	170

Zahlenspiel: Oxidationszahlen	171
Das Aufstellen (und Ausgleichen!) von Redox-Gleichungen	172
Einmal Strom zum Mitnehmen, bitte! – Elektrochemische Batterien	175
Hübsche Zell', Mister Daniell	176
Es werde Licht: Taschenlampenbatterien	177
Gentlemen, starten Sie Ihre Motoren: Autobatterien	178
Fünf Euro für eine goldene Kette? Elektrogalvanisierung	179
Dies bringt mich zur Weißglut! Verbrennung von Treibstoffen und Nahrung	181

Teil III

Das Mol, der beste Freund des Chemikers **183**

Kapitel 10

Das Mol: Atome zum Anfassen **185**

Zählen durch Wiegen	185
Paar, Dutzend, Stiege, Mol	186
Avogadros Lieblingszahl	187
Die Anwendung des Mols in der realen Welt	187
Chemische Reaktionen und das Mol	189
Wie viel man braucht, wie viel entsteht: Reaktionsstöchiometrie	191
Wo ist es geblieben? Prozentuale Ausbeute	193
Zu viel oder zu wenig: Limitierende Faktoren	194

Kapitel 11

Mischen von Materie: Lösungen **197**

Gelöster Stoff, Lösungsmittel und Lösungen	197
Eine Lösungsdiskussion	198
Satte Fakten	198
Konzentration	199
Prozentuale Zusammensetzung	199
Die Nummer 1 heißt Molarität	202
Molalität: Eine andere Verwendung für das Mol	204
Teile pro Million: Die Verschmutzungseinheit	205
Kolligative Eigenschaften von Lösungen	206
Dampfdruckerniedrigung	206
Warum verwenden wir im Sommer Frostschutzmittel? Siedepunkterhöhung	207
Wir stellen Eis her: Gefrierpunkterniedrigung	207
So bleiben Blutkörperchen lebendig und gesund: Osmotischer Druck	209
Rauch, Wolken, Schlagsahne und Marshmallows: Kolloide allesamt	211

Kapitel 12

Sauer und bitter: Säuren und Basen

213

Eigenschaften von Säuren und Basen, makroskopisch betrachtet	213
Wie sehen Säuren und Basen denn aus? – Ein Blick durchs Mikroskop	215
Die Theorie von Arrhenius: Ohne Wasser geht gar nichts	215
Die Brønsted-Lowry-Säure-Base-Theorie: Geben und Nehmen	216
Ätzend oder trinkbar: Starke und schwache Säuren und Basen	217
Starke Säuren	217
Starke Basen	218
Schwache Säuren	218
Schwache Basen	220
Her mit dem Proton: Brønsted-Lowry-Säure-Base-Reaktionen	221
Entscheide dich: amphoterer Wasser	221
Ein altes Abführmittel und Rotkohl: Säure-Base-Indikatoren	222
Das gute alte Lackmus-Papier	223
Phenolphthalein: alles geregelt	223
Wie sauer ist mein Kaffee: Die pH-Skala	225
Puffer: Die pH-Controlletts	228
Antazida: ganz einfache Grundlagenchemie	228

Kapitel 13

Ballons, Reifen und Pressluftflaschen: Die wunderbare Welt der Gase

231

Gase unter dem Mikroskop: Die kinetische Gastheorie	231
Druck: Eine Frage der Atmosphäre	234
Ein Messgerät für die Atmosphäre: Das Barometer	234
Ein Messgerät für den Druck eingeschlossener Gase: Das Manometer	235
Auch Gase halten sich an Gesetze – Gasgesetze	236
Das Boyle-Mariotte-Gesetz	237
Charles'sches Gesetz	238
Gay-Lussacs Gesetz	240
Das kombinierte Gasgesetz	241
Das Gesetz von Avogadros	242
das Ideale Gasgesetz	244
Gasgesetze und Stöchiometrie	244
Die Gesetze von Dalton und Graham	245
Daltons Gesetz	246
Grahams Gesetz	246

Teil IV

Chemie im Alltag: Nutzen und Probleme **249**

Kapitel 14

Die Chemie des Kohlenstoffs: Organische Chemie **251**

Kohlenwasserstoffe: Vom Einfachen zum Komplexen	251
Vom Gasgrill zum Tiger im Tank: Alkane	252
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene	259
Alkine braucht die Welt	261
Aromatische Verbindungen: Benzol und andere »anrühige« Verbindungen	261
Funktionelle Gruppen	262
Alkohole (einreiben und einverleiben): R-OH	263
Carbonsäuren (kleine Stinker): R-COOH	263
Ester (noch mehr Gerüche, aber diesmal Wohlgerüche): R-COOR'	264
Aldehyde und Ketone	265
Ether (Gute Nacht): R-O-R	266
Amine und Amide: Organische Basen	266

Kapitel 15

Erdöl: Chemikalien für Verbrennung und Gestaltung **269**

Sei nicht so roh, raffiniert kommt man weiter	269
Trennung ohne Schmerz: Fraktionierte Destillation	270
Aufbruchstimmung: Katalytisches Cracken	272
Schieb mir mal was rüber: Katalytisches Reformieren	273
Die Geschichte des Benzins	273
Wie gut ist Ihr Benzin: Oktanzahlen	274
Additive: Blei rein, Blei raus	276

Kapitel 16

Polymere: Gleich zu Gleich gesellt sich gern **279**

Natürliche Monomere und Polymere	279
Wie man synthetische Monomere und Polymere klassifiziert	281
Brauchen wir nicht alle Strukturen?	281
Und wenn's mal heiß wird?	281
Was mache ich denn damit?	282
Wie wird's gemacht?	282
Kunststoffe reduzieren, wiederverwenden, recyceln	290

Kapitel 17

Chemie im Haushalt

293

Chemie in der Waschküche	293
Alles im Reinen: Seife	295
Weg mit dem Schmutzrand in der Wanne: Detergenzien	296
Hach, ist das schön weich: Wasserenthärtung	297
Weißer als weiß: Bleichmittel	299
Küchenchemie	299
Alles sauber: Allzweckreiniger	299
Spüli und Konsorten: Spülmittel	299
Chemie im Badezimmer	300
Auch im Rachen lässt sich was machen: Zahnpasta	300
Puh! Deodorants und Antitranspirants	301
Weich und schön: Die Chemie der Hautpflege	301
Waschen, färben, legen: Die Chemie der Haarpflege	306
Medizinschränkchen-Chemie	309
Die Geschichte des Aspirins	309
Minoxidil und Viagra	310

Kapitel 18

Hust! Hust! Keuch! Keuch!

313

Zivilisation und Atmosphäre (oder: Wo der ganze Schlamassel anfängt)	313
Atmen oder nicht atmen: Unsere Atmosphäre	314
Die Troposphäre: Hier bin ich Mensch, hier atm' ich ein	314
Die Stratosphäre: Schutzschild Ozonschicht	314
Hände weg von meinem Ozon: Haarspray, FCKWs und das Ozonloch	315
Wie schädigen FCKWs die Ozonschicht?	316
Werden FCKWs immer noch produziert?	316
Ist Ihnen auch so heiß? (Der Treibhauseffekt)	317
Braune Luft? (Photosmog)	318
London-Smog	319
Photosmog	319
»Ich zerrfliiiiiiiiiiiiieße!« – Saurer Regen	321
Aufladen und raus damit: Elektrostatische Filter	323
Spülwasser: Nasse Entschwefelung	324

Kapitel 19

Braunes, stinkendes Wasser? Wasserverschmutzung

325

Wo kommt unser Wasser her und wo fließt es hin?	325
Verdunsten, kondensieren, wiederholen	325
Wohin das Wasser fließt	326
Wasser: Eine höchst ungewöhnliche Substanz	327
Igittigitt! Was unser Wasser verschmutzt	329

Das Blei ist noch nicht überall verschwunden:	
Verunreinigungen durch Schwermetalle	330
Saurer Regen	331
Infektiöse Erreger	331
Deponien	332
Wasserverschmutzung durch Agrarwirtschaft	333
Auch Hitze kann schaden: Thermische Verschmutzung	333
Brauchen Sie Sauerstoff? – BSB	334
Das müssen wir erst noch klären: Abwässer	334
Mechanische Abwasserreinigung	335
Biologische Abwasserreinigung	336
Chemische Abwasserreinigung	336
Trinkwasseraufbereitung	337

Teil V

Der Top-Ten-Teil 339

Kapitel 20

Zehn zufällige Entdeckungen in der Chemie 341

Archimedes: Alles mit Muße	341
Die Vulkanisierung von Gummi	341
Rechts und links drehende Moleküle	342
William Perkin und die Farbe Lila	342
Kekul: Ein schöner Traum	343
Die Entdeckung der Radioaktivität	343
Eine schlüpfrige Sache: Teflon	343
Nicht nur für Sträflinge: Haftnotizen	343
Lass wachsen	344
Süßer als Zucker	344

Kapitel 21

Zehn Koryphäen der Chemie 345

Amedeo Avogadro (1776–1856)	345
Niels Bohr (1885–1962)	345
Madame Marie Curie (1867–1934)	346
John Dalton (1766–1844)	346
Michael Faraday (1791–1867)	346
Antoine Lavoisier (1743–1794)	346
Dimitri Mendelejew (1834–1907)	347
Linus Pauling (1901–1994)	347
Ernest Rutherford (1871–1937)	347
Glenn Seaborg (1912–1999)	348

Das Mädchen in der dritten Klasse, das mit Essig und Backpulver
herumexperimentiert (*?) 348

Kapitel 22

Zehn nützliche Chemie-Websites 349

Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie 349
Naturwissenschaftliches Arbeiten 349
Gefährliche Stoffe 350
ChemLin.de 350
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit 350
Chemieplanet 351
Interaktives Periodensystem 351
Chemikalien und Riechstoffe 351
Das Exploratorium 351
Deutsches Museum 352

Anhang A

Wissenschaftliche Einheiten: Das metrische System 353

SI-Präfixe 353
Länge 353
Masse 354
Volumen 354
Temperatur 355
Druck 355
Energie 355

Anhang B

Wie man mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen umgeht 357

Exponentielle Schreibweise 357
Addition und Subtraktion 358
Multiplikation und Division 358
Zahlen potenzieren 358
Rechnen mit dem Taschenrechner 358

Anhang C

Methoden zur Umrechnung 361

Anhang D	
Signifikante Stellen und das Runden	365
Zahlen: Genau und gezählt oder gerundet	365
Bestimmung der signifikanten Stellen einer gemessenen Zahl	365
Die richtige Anzahl signifikanter Stellen angeben	366
Addition und Subtraktion	366
Multiplikation und Division	367
Zahlen runden	367
Lösungen zu den Aufgaben in den Kapiteln	369
Stichwortverzeichnis	379