



John T. Moore

Chemie

für
dummies[®]

4. Auflage

Übersetzung aus dem Amerikanischen von
Hans Joachim Beese und Hartmut Strahl

Fachkorrektur von Christian Hans, Ulrike Meister,
Ulf Ritgen und Fabian Kruska

WILEY

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Auf einen Blick

Einführung	21
Teil I: Grundlegende Konzepte der Chemie	27
Kapitel 1: Was ist Chemie und warum sollte man darüber etwas wissen?	29
Kapitel 2: Materie und Energie	35
Kapitel 3: Kleiner als ein Atom?.....	49
Kapitel 4: Das Periodensystem – Systematik hilft!.....	67
Kapitel 5: Kernchemie, ohne dass Ihre Gehirnzellen zerfallen	79
Teil II: Drum prüfe, wie sich Atome verbinden	97
Kapitel 6: Gegensätze ziehen sich an: Ionenbindungen	99
Kapitel 7: Kovalente Bindung: Brüderlich teilen	113
Kapitel 8: Kochen mal anders: Chemische Reaktionen	135
Kapitel 9: Elektrochemie: Von der Batterie bis zum Teekessel.....	161
Teil III: Das Mol, der beste Freund des Chemikers	177
Kapitel 10: Das Mol: Atome zum Anfassen.....	179
Kapitel 11: Mischen von Materie: Lösungen	191
Kapitel 12: Sauer und bitter: Säuren und Basen	207
Kapitel 13: Ballons, Reifen und Pressluftflaschen: Die wunderbare Welt der Gase....	225
Teil IV: Chemie im Alltag: Nutzen und Probleme	243
Kapitel 14: Die Chemie des Kohlenstoffs: Organische Chemie	245
Kapitel 15: Erdöl: Chemikalien für Verbrennung und Gestaltung.....	263
Kapitel 16: Polymere: Gleich zu Gleich gesellt sich gern	273
Kapitel 17: Chemie im Haushalt	287
Kapitel 18: Hust! Hust! Keuch! Keuch!.....	305
Kapitel 19: Braunes, stinkendes Wasser? Wasserverschmutzung	317
Teil V: Der Top-Ten-Teil	331
Kapitel 20: Zehn zufällige Entdeckungen in der Chemie.....	333
Kapitel 21: Zehn Koryphäen der Chemie.....	337
Kapitel 22: Zehn nützliche Chemie-Websites	341
Anhang A: Wissenschaftliche Einheiten: Das metrische System	345
Anhang B: Wie man mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen umgeht	349
Anhang C: Methoden zur Umrechnung	353
Anhang D: Signifikante Stellen und das Runden	357
Lösungen zu den Aufgaben in den Kapiteln	361
Stichwortverzeichnis	373

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.....	32
Was macht nun der Chemiker den lieben langen Tag?.....	32
Und wo arbeiten Chemiker tatsächlich?.....	34
Kapitel 2	
Materie und Energie	35
Zustände der Materie: Makroskopische und mikroskopische Sicht.....	36
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.....	39
Reine Substanzen.....	40
Nun kommen die Mischungen hinzu.....	41
Das Messen von Materie.....	42
Das SI-System.....	42

12 Inhaltsverzeichnis

Das sind ja nette Eigenschaften.....	42
Wie dicht sind Sie?.....	43
Das Messen der Dichte.....	43
Energie (Ach, hätte ich doch mehr davon!).....	45
Kinetische Energie – immer in Bewegung bleiben.....	45
Potenzielle Energie – sitzen Sie gut?.....	45
Das Messen von Energie.....	46
Temperatur und Temperaturskalen.....	46
Fühlen Sie die Wärme.....	47

Kapitel 3

Kleiner als ein Atom?..... 49

Subatomare Teilchen: So, das ist also ein Atom.....	49
Der Kern: Mittelpunkt.....	51
Wo sind denn nun diese Elektronen?.....	52
Das Bohr'sche Modell – Boah, das ist ja gar nicht langweilig!.....	53
Quantenmechanisches Modell.....	54
Elektronenkonfigurationen (Das Bett der Elektronen).....	59
Das gefürchtete Energieniveaudiagramm.....	59
Elektronenkonfigurationen: Leicht und Platz sparend.....	61
Valenzelektronen: Ein Leben auf dem Grat.....	62
Isotope und Ionen: Einige meiner Lieblingsthemen.....	63
Isotope isolieren.....	63
Ein Blick auf Ionen kann sich lohnen.....	64

Kapitel 4

Das Periodensystem – Systematik hilft!..... 67

Wiederholung von Mustern: Periodizität.....	67
Wie die Elemente im Periodensystem angeordnet sind.....	68
Metalle, Nichtmetalle und Halbmetalle.....	70
Gruppen und Perioden.....	72

Kapitel 5

Kernchemie, ohne dass Ihre Gehirnzellen zerfallen..... 79

Mit dem Atom fängt alles an.....	79
Radioaktivität und künstlicher radioaktiver Zerfall.....	80
Natürlicher radioaktiver Zerfall: Wie die Natur vorgeht.....	81
Alphastrahlung.....	82
Betastrahlung.....	83
Gammastrahlung.....	83
Positronenstrahlung.....	84
Elektronenaufnahme.....	84
Halbwertszeiten und radioaktive Altersbestimmung.....	84
Sichere Handhabung.....	86
Radioaktive Altersbestimmung.....	87

Kernspaltung.....	87
Kettenreaktionen und die kritische Masse.....	88
Atombomben – nicht ganz so laut wie der Urknall, aber immerhin.....	89
Atomkraftwerke.....	89
Brutreaktoren: Erzeugung von spaltbarem Material.....	92
Kernfusion: Die Hoffnung für unsere Energiezukunft.....	93
Was man im Griff haben muss.....	93
Was wird die Zukunft bringen?.....	94
Leuchte ich etwa? Die Wirkungen der Strahlung.....	95

TEIL II

DRUM PRÜFE, WIE SICH ATOME VERBINDEN 97

Kapitel 6

Gegensätze ziehen sich an: Ionenbindungen 99

Die Magie der Ionenbindung: Natrium + Chlor = Kochsalz.....	99
Die Bestandteile des Salzes.....	100
Die Reaktion.....	100
Am Ende kommt die Bindung.....	102
Positive und negative Ionen: Kationen und Anionen.....	103
Polyatomare Ionen.....	105
Ionenbindungen.....	107
Magnesium und Brom zusammenwerfen.....	107
Das Verwenden der Kreuzregel.....	108
Das Benennen von Ionenverbindungen.....	109
Elektrolyte und Nichtelektrolyte.....	110

Kapitel 7

Kovalente Bindung: Brüderlich teilen 113

Grundlagen der kovalenten Bindung.....	113
Ein Wasserstoffbeispiel.....	114
Vergleich der kovalenten Bindung mit anderen Bindungsarten.....	115
Zum Verständnis der Vielfachbindung.....	116
Das Benennen binärer kovalenter Verbindungen.....	117
So viele Formeln, so wenig Zeit.....	118
Empirische Formeln: Nur die Elemente.....	119
Summenformeln: Genaue Zahlen.....	119
Strukturformeln: Neu! Jetzt mit Bindungsmuster!.....	120
Einige Atome sind einfach anziehender als andere.....	125
Elektronen anziehen: Elektronegativität.....	125
Die polar-kovalente Bindung.....	126
Wasser: Ein wirklich bemerkenswertes Molekül.....	127
Wie sieht Wasser wirklich aus? Das VSEPR-Modell.....	130

Kapitel 8**Kochen mal anders: Chemische Reaktionen 135**

Was Sie haben und was Sie kriegen: Edukte und Produkte	136
Wie kommt es zu Reaktionen? Die Stoßtheorie	137
Ein exothermes Beispiel	138
Ein endothermes Beispiel	139
Was für eine Reaktion bin ich?	140
Kombinationsreaktionen	140
Zerfallsreaktionen	140
Einfache Verdrängungsreaktionen	141
Doppelte Verdrängungsreaktionen (Metathese-Reaktionen)	142
Verbrennungsreaktionen	144
Redox-Reaktionen	144
Wie man chemische Reaktionen ausgleicht	145
Riechen Sie dieses Ammoniak?	145
Zünden Sie Ihr Feuerzeug	147
Das chemische Gleichgewicht	148
Das Prinzip von Le Chatelier	150
Konzentrationsänderung	150
Temperaturänderung	151
Druckänderung	152
Schnelle und langsame Reaktionen: Chemische Kinetik	153
Art der Ausgangsstoffe	153
Partikelgröße der Ausgangsstoffe	154
Konzentration der Ausgangsstoffe	154
Druck von gasförmigen Ausgangsstoffen	154
Temperatur	155
Katalysatoren	156

Kapitel 9**Elektrochemie: Von der Batterie bis zum Teekessel 161**

Da gehen sie hin, die Elektronen: Redox-Reaktionen	162
Wo habe ich denn jetzt die Elektronen gelassen? Oxidation	162
Guck mal, was ich gefunden habe! Reduktion	163
Des einen Verlust, des anderen Gewinn	164
Zahlenspiel: Oxidationszahlen	165
Das Aufstellen (und Ausgleichen!) von Redox-Gleichungen	166
Einmal Strom zum Mitnehmen, bitte! – Elektrochemische Batterien	169
Hübsche Zell', Mister Daniell	170
Es werde Licht: Taschenlampenbatterien	171
Gentlemen, starten Sie Ihre Motoren: Autobatterien	172
Fünf Euro für eine goldene Kette? Elektrogalvanisierung	173
Dies bringt mich zur Weißglut! Verbrennung von Treibstoffen und Nahrung	175

TEIL III	
DAS MOL, DER BESTE FREUND DES CHEMIKERS	177
Kapitel 10	
Das Mol: Atome zum Anfassen	179
Zählen durch Wiegen	179
Paar, Dutzend, Stiege, Mol	180
Avogadros Lieblingszahl	181
Die Anwendung des Mols in der realen Welt	181
Chemische Reaktionen und das Mol	183
Wie viel man braucht, wie viel entsteht: Reaktionsstöchiometrie	185
Wo ist es geblieben? Prozentuale Ausbeute	187
Zu viel oder zu wenig: Limitierende Faktoren	187
Kapitel 11	
Mischen von Materie: Lösungen	191
Gelöster Stoff, Lösungsmittel und Lösungen	191
Eine Lösungsdiskussion	192
Satte Fakten	192
Konzentration	193
Prozentuale Zusammensetzung	193
Die Nummer 1 heißt Stoffmengenkonzentration	196
Molalität: Eine andere Verwendung für das Mol	198
Teile pro Million: Die Verschmutzungseinheit	199
Kolligative Eigenschaften von Lösungen	200
Dampfdruckerniedrigung	200
Warum verwenden wir im Sommer Frostschutzmittel?	
Siedepunktserhöhung	201
Wir stellen Eis her: Gefrierpunktserniedrigung	201
So bleiben Blutkörperchen fit: Osmotischer Druck	202
Rauch, Wolken, Schlagsahne und Marshmallows: Kolloide allesamt	205
Kapitel 12	
Sauer und bitter: Säuren und Basen	207
Eigenschaften von Säuren und Basen, makroskopisch betrachtet	207
Wie sehen Säuren und Basen denn aus? – Ein Blick durchs Mikroskop	209
Die Theorie von Arrhenius: Ohne Wasser geht gar nichts	209
Die Brønsted-Lowry-Säure-Base-Theorie: Geben und Nehmen	210
Ätzend oder trinkbar: Starke und schwache Säuren und Basen	211
Starke Säuren	211
Starke Basen	212
Schwache Säuren	213
Schwache Basen	215
Her mit dem Proton: Brønsted-Lowry-Säure-Base-Reaktionen	215
Entscheide dich: Amphoteres Wasser	216

16 Inhaltsverzeichnis

Ein altes Abführmittel und Rotkohl: Säure-Base-Indikatoren	217
Das gute alte Lackmus-Papier	217
Phenolphthalein: Alles geregelt	218
Wie sauer ist mein Kaffee? Die pH-Skala	219
Puffer: Die pH-Controlletts	222
Antazida: Ganz einfache Grundlagenchemie	223

Kapitel 13

Ballons, Reifen und Pressluftflaschen: Die wunderbare

Welt der Gase 225

Gase unter dem Mikroskop: Die kinetische Gastheorie	226
Druck: Eine Frage der Atmosphäre	228
Ein Messgerät für die Atmosphäre: Das Barometer	228
Ein Messgerät für den Druck eingeschlossener Gase: Das Manometer	230
Auch Gase halten sich an Gesetze – Gasgesetze	230
Das Boyle-Mariotte-Gesetz	231
Charles'sches Gesetz	232
Gay-Lussacs Gesetz	234
Das kombinierte Gasgesetz	235
Das Gesetz von Avogadro	236
Das ideale Gasgesetz	238
Gasgesetze und Stöchiometrie	238
Die Gesetze von Dalton und Graham	239
Daltons Gesetz	239
Grahams Gesetz	240

TEIL IV

CHEMIE IM ALLTAG: NUTZEN UND PROBLEME 243

Kapitel 14

Die Chemie des Kohlenstoffs: Organische Chemie 245

Kohlenwasserstoffe: Vom Einfachen zum Komplexen	246
Vom Gasgrill zum Tiger im Tank: Alkane	246
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Alkene	253
Alkine braucht die Welt	255
Aromatische Verbindungen: Benzol und andere »anrühige« Verbindungen	255
Funktionelle Gruppen	256
Alkohole (einreiben und einverleiben): R-OH	256
Carbonsäuren (kleine Stinker): R-COOH	257
Ester (noch mehr Gerüche, aber diesmal Wohlgerüche): R-COOR'	258
Aldehyde und Ketone	259
Ether (Gute Nacht): R-O-R	259
Amine und Amide: Organische Basen	260

Kapitel 15**Erdöl: Chemikalien für Verbrennung und Gestaltung 263**

Sei nicht so roh, raffiniert kommt man weiter	263
Trennung ohne Schmerz: Fraktionierte Destillation	264
Aufbruchstimmung: Katalytisches Cracken	266
Schieb mir mal was rüber: Katalytisches Reformieren	267
Die Geschichte des Benzins	267
Wie gut ist Ihr Benzin? Oktanzahlen	268
Additive: Blei rein, Blei raus	270

Kapitel 16**Polymere: Gleich zu Gleich gesellt sich gern 273**

Natürliche Monomere und Polymere	274
Wie man synthetische Monomere und Polymere klassifiziert	275
Brauchen wir nicht alle Strukturen?	275
Und wenn's mal heiß wird?	275
Was mache ich denn damit?	276
Wie wird's gemacht?	276
Kunststoffe reduzieren, wiederverwenden, recyceln	285

Kapitel 17**Chemie im Haushalt 287**

Chemie in der Waschküche	287
Alles im Reinen: Seife	289
Weg mit dem Schmutzrand in der Wanne: Detergenzien	290
Hach, ist das schön weich: Wasserenthärtung	291
Weißer als weiß: Bleichmittel	293
Küchenchemie	293
Alles sauber: Allzweckreiniger	293
Spüli und Konsorten: Spülmittel	293
Chemie im Badezimmer	294
Auch im Rachen lässt sich was machen: Zahnpasta	294
Puh! Deodorants und Antitranspirants	295
Weich und schön: Die Chemie der Hautpflege	295
Waschen, färben, legen: Die Chemie der Haarpflege	299
Medizinschränkchen-Chemie	303
Die Geschichte des Aspirins	303
Minoxidil und Viagra	303

Kapitel 18**Hust! Hust! Keuch! Keuch! 305**

Zivilisation und Atmosphäre (oder: Wo der ganze Schlamassel anfängt)	305
Atmen oder nicht atmen: Unsere Atmosphäre	306
Die Troposphäre: Hier bin ich Mensch, hier atme ich ein	306
Die Stratosphäre: Schutzschild Ozonschicht	307

Hände weg von meinem Ozon: Haarspray, FCKWs und das Ozonloch.....	307
Wie schädigen FCKWs die Ozonschicht?.....	308
Werden FCKWs immer noch produziert?.....	309
Ist Ihnen auch so heiß? (Der Treibhauseffekt).....	309
Braune Luft? (Photosmog).....	310
London-Smog.....	311
Photosmog.....	311
»Ich zerrfliiiiiiiiiiiiieße!« – Saurer Regen.....	313
Aufladen und raus damit: Elektrostatische Filter.....	315
Spülwasser: Nasse Entschwefelung.....	316

Kapitel 19

Braunes, stinkendes Wasser? Wasserverschmutzung.....317

Wo kommt unser Wasser her und wo fließt es hin?.....	318
Verdunsten, kondensieren, wiederholen.....	318
Wohin das Wasser fließt.....	319
Wasser: Eine höchst ungewöhnliche Substanz.....	319
Igittigitt! Was unser Wasser verschmutzt.....	321
Das Blei ist noch nicht überall verschwunden: Verunreinigungen durch Schwermetalle.....	322
Saurer Regen.....	323
Infektiöse Erreger.....	323
Deponien.....	324
Wasserverschmutzung durch Agrarwirtschaft.....	325
Auch Hitze kann schaden: Thermische Verschmutzung.....	325
Brauchen Sie Sauerstoff? – BSB.....	326
Das müssen wir erst noch klären: Abwässer.....	326
Mechanische Abwasserreinigung.....	326
Biologische Abwasserreinigung.....	327
Chemische Abwasserreinigung.....	328
Trinkwasseraufbereitung.....	328

TEIL V

DER TOP-TEN-TEIL.....331

Kapitel 20

Zehn zufällige Entdeckungen in der Chemie.....333

Archimedes: Alles mit Muße.....	333
Die Vulkanisierung von Gummi.....	334
Rechts und links drehende Moleküle.....	334
William Perkin und die Farbe Lila.....	334
Kekulé: Ein schöner Traum.....	335
Die Entdeckung der Radioaktivität.....	335
Eine schlüpfrige Sache: Teflon.....	335
Nicht nur für Sträflinge: Haftnotizen.....	336
Lass wachsen.....	336
Süßer als Zucker.....	336

Kapitel 21**Zehn Koryphäen der Chemie 337**

Amedeo Avogadro (1776–1856).....	337
Niels Bohr (1885–1962).....	337
Madame Marie Curie (1867–1934).....	338
John Dalton (1766–1844).....	338
Michael Faraday (1791–1867).....	338
Antoine Lavoisier (1743–1794).....	338
Dimitri Mendelejew (1834–1907).....	339
Linus Pauling (1901–1994).....	339
Ernest Rutherford (1871–1937).....	339
Glenn Seaborg (1912–1999).....	340
Das Mädchen in der dritten Klasse, das mit Essig und Backpulver herumexperimentiert (*?).....	340

Kapitel 22**Zehn nützliche Chemie-Websites 341**

Chemgapedia.....	341
Naturwissenschaftliches Arbeiten.....	342
Gefährliche Stoffe.....	342
Chemieseite.....	342
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.....	342
ChemPage.....	343
Experimentalchemie.....	343
Spektrum Lexikon.....	343
Chemieonline.....	343
Deutsches Museum.....	344

Anhang A**Wissenschaftliche Einheiten: Das metrische System 345**

SI-Präfixe.....	345
Länge.....	346
Masse.....	346
Volumen.....	346
Temperatur.....	347
Druck.....	347
Energie.....	347

Anhang B**Wie man mit sehr großen und sehr kleinen
Zahlen umgeht..... 349**

Exponentielle Schreibweise.....	349
Addition und Subtraktion.....	350

Multiplikation und Division	350
Zahlen potenzieren	350
Rechnen mit dem Taschenrechner.....	350

Anhang C
Methoden zur Umrechnung.....353

Anhang D
Signifikante Stellen und das Runden.....357

Zahlen: Genau und gezählt oder gerundet.....	357
Bestimmung der signifikanten Stellen einer gemessenen Zahl.....	358
Die richtige Anzahl signifikanter Stellen angeben	358
Addition und Subtraktion.....	359
Multiplikation und Division.....	359
Zahlen runden	359

Lösungen zu den Aufgaben in den Kapiteln 361

Stichwortverzeichnis 373