

Inhaltsverzeichnis

Über die Autoren	7
Einführung	29
Törichte Annahmen über den Leser	31
Zu diesem Buch	31
Wie Sie dieses Buch einsetzen	32
Symbole in diesem Buch	33
Was Sie nicht lesen müssen	35
Wie dieses Buch aufgebaut ist	35
Teil I: Ausrüstung für die chemische Expedition	35
Teil II: Atome und Periodensystem – das Brot für den Chemiker	36
Teil III: Chemische Bindungen – oder: Was machen Atome eigentlich den ganzen Tag?	36
Teil IV: Thermodynamische Grundlagen – was geht überhaupt?	36
Teil V: Zustandsformen der Materie	36
Teil VI: Chemische Reaktionen und alles, was dazugehört	37
Teil VII: Stoffchemie – jetzt wird es konkret	37
Teil VIII: Organische Chemie – Chemie-Lego® für Fortgeschrittene	37
Teil IX: Chemie – die Wissenschaft des Lebens	37
Teil X: ... und sie spezialisieren sich doch	38
Teil XI: Der Top-Ten-Teil	38
Glossar	38
Wie es weitergeht	38
Teil I	
Ausrüstung für die chemische Expedition	39
Kapitel 1	
Denken wie die Naturwissenschaftler	41
Von der Beobachtung zur Theorie	41
Je nach Bedarf – Modelle und ihre Grenzen	44
Kapitel 2	
Kauderwelsch? – Fachchinesisch gehört dazu	47
Grundgrößen	48
Alles festgeklopft: die SI-Einheiten	49
Normal ist das nicht	50
Was ist denn ein Quadratliter? – In welchen Dimensionen denken wir?	51
Chemiker mögen's extrem: sehr kleine und sehr große Zahlen	54

Kapitel 3	
Erkenntnisse über die Materie	57
Gesetzmäßigkeiten	58
Masse geht nie verloren	59
Die Verhältnisse müssen stimmen	59
Einteilung der Stoffe	60
Reine Stoffe	60
Gemische	61
Die Natur hat ihren eigenen Kopf.	62
Kapitel 4	
Definitionssachen	65
Hier geht es um ein Atom	65
Wichtige Elementarteilchen für die Chemie	65
Ordnungszahl, Massenzahl	67
Was wiegt ein Atom?	67
Atommasse – absolut, relativ, natürlich	71
Hier geht es um viele Atome	72
Mol	72
Molmasse	74
Mengenangaben	74
Was ist eine empirische Formel?	76
Kapitel 5	
Energetische Betrachtungen	77
Was ist überhaupt Energie?	77
Wie viel Energie ist das?	79
Wundersame Verwandlungen	79
Prozesse <i>ohne</i> Stoffveränderung – das ist Physik	81
Phasenumwandlungen	82
Prozesse <i>mit</i> Stoffumwandlung – das ist Chemie	84
Chemiker teilen die Reaktionen ein	87
Kapitel 6	
Damit müssen Sie rechnen	89
Dreisatz	89
Potenzen	91
Addition und Subtraktion	91
Multiplikation und Division	91
Logarithmus	92
Achtung: Signifikanz	94
Infinitesimalrechnung	96

Differenzieren	96
Integrieren	99
<i>Nur für Streber: Unlösbares lösbar machen</i>	101
Hier hilft nur die Numerik	101
Was ist eine TAYLOR-Reihe?	103

Teil II

Atome und Periodensystem – das Brot für den Chemiker **105**

Kapitel 7

Das Atom steht Modell **107**

DEMOKRIT	107
DALTON	108
THOMSON	109
LENARD	110
RUTHERFORD	110
BOHR	112
SOMMERFELD	113
SCHRÖDINGER	113
KIMBALL	114

Kapitel 8

Das BOHR'sche Atommodell **115**

Moment! Was <i>ist</i> denn überhaupt ein »Quant«?	116
Das klassische Atom	116
BOHR'sche Postulate	119
Das Spektrum des Wasserstoffs	119
Linienspektren und Spektroskopie	123

Kapitel 9

Elektronen beim Wellenreiten **125**

Was haben Licht, Wasser und Elektronen gemeinsam?	125
Energiequanten	126
Lichtelektrischer Effekt	127
Beugung von Elektronen	128
Wie groß ist unsere Wellenlänge?	130
Wie ist das mit SCHRÖDINGERS Katze?	133
Seilhüpfen für Elektronen	134
Quantenzahlen	136
Orbitale	138

Kapitel 10

Das Periodensystem der Elemente

145

Die sonderbare Ordnung der Elemente	145
Wer zuerst kommt, besetzt die besten Plätze	147
Bitte hinten anstellen	150
Das kommt dabei heraus	153
Was ist denn hier periodisch?	154
Perioden	154
Gruppen	155
Atomradius	156
Ionisierungsenergie	158
Elektronenaffinität	159
Elektronegativität – Besitzanspruch wird proklamiert	161
Schräge Typen	165
Schmelzpunkte der Metalle	165

Teil III

Chemische Bindungen – oder:

Was machen Atome eigentlich den ganzen Tag?

169

Kapitel 11

Ionenbindung – berührungsfreier Zusammenhalt

171

Oktettregel – was wird hier geregelt?	172
Die Bausteine	173
Kationen	173
Anionen	174
Bis hierher und nicht weiter	176
Die Gitterenergie ist entscheidend	177
Was ist hart?	180
Hiermit kann man sogar Eisenbahnschienen schweißen	182
Gitterwelten	182
Lückenfüller	183

Kapitel 12

Kovalente Bindung – hier entstehen Moleküle

191

So viele Formeln!	192
Einfach, aber praktisch – die Lewis-Schreibweise	193
Manchmal zählt der Mittelwert: mesomere Grenzstrukturen	194
Und die Orbitale? – Das VB-Modell macht vieles anschaulich	195
Hybridorbitale – eine notwendige Maßnahme	198
Einfach- und Mehrfach-Bindungen	200
3D-Konstruktionen mithilfe des VSEPR-Modells	204

Warum gibt es überhaupt Moleküle? – Die MO-Theorie	210
weiß die Antwort	211
Die LCAO-Methode	215
Bindende und antibindende Wechselwirkungen	225
Kein Modell kann alles leisten: VB trifft MO	225
<i>Nur für Streber:</i> Symmetrie in der Chemie, Teil 1 – Moleküle	226
Die Symmetrieelemente	230
Was Symmetrieelemente bedeuten	231
Wofür man das alles braucht: Punktgruppen	

Kapitel 13

<i>Koordinative Bindung – Geschenke werden gerne genommen</i>	237
Einfache Moleküle	237
Hier bekommt man Komplexe	239
Gar nicht so komplizierte Verbindungen mit komplizierten Namen:	242
Komplexe Bindungen	257
Alles so schön bunt hier	260
Isomerie	

Kapitel 14

<i>Harter Tobak – die Metalle</i>	265
Metallische Eigenschaften	268
Kristallstrukturen	273
BRAVAIS-Gitter	275
Elementarzellen	278
Das ist doch (k)eine Lösung!	278
Wie hält das eigentlich zusammen?	278
Elektronengas	280
Bändermodell	285
Metalle im Potentialtopf	286
<i>Nur für Streber:</i> EINSTEIN ist überall	286
Alles relativ	288
Das heizt den Goldpreis an	289
So hart, so weich – ganz besondere Metalle	290
Nicht erwartete Oxidationszahlen	

Kapitel 15

<i>Intermolekulare Wechselwirkungen – Bedürfnis nach Gesellschaft</i>	293
Kräftevergleich	294
Ion-Dipol-Kräfte	295
Dipol-Dipol-Kräfte	298
VAN-DER-WAALS-Kräfte	

Teil IV

Thermodynamische Grundlagen – was geht überhaupt? 301

Kapitel 16

Die Grammatik der Thermodynamik 303

Thermodynamisches Vokabular	304
Systeme: offen für alles ?	304
Innere Energie (U)	306
Wärme (Q)	307
Arbeit (W)	308
Enthalpie (H)	308
Entropie (S)	309
Die Hauptsätze	316
0. Hauptsatz – der Gleichmacher	316
1. Hauptsatz – es geht nichts verloren	317
2. Hauptsatz – wohin geht das Ganze?	321
3. Hauptsatz – ist am absoluten Nullpunkt alles aufgeräumt?	323
Was treibt die Chemie an?	324
Freie Enthalpie und chemisches Gleichgewicht	329
Nur für Streber: Woher kommt das Massenwirkungsgesetz?	329

Kapitel 17

Hier bekommt man (noch mehr) Zustände 333

Auf den Unterschied kommt es an	333
Wer verursacht einen Zustand?	336
Zustandsdiagramme	337
Eine Komponente	338
Wie viele Phasen sind erlaubt?	340
Zwei Komponenten	340
Drei Komponenten	343
Mehrphasensysteme	344

Teil V

Zustandsformen der Materie 347

Kapitel 18

Gase 349

Gase machen Druck	350
BOYLE-MARIOTTE – gut komprimiert	350
GAY-LUSSAC – hier wird's kalt	351
AVOGADRO – der Teilchenzähler	352

Das ideale Gasgesetz	354
DALTON – wie groß ist der Druck?	354
Die Realität von Gasen	355
<i>Nur für Streber: Gase genauer betrachtet – die kinetische Gastheorie</i>	356

Kapitel 19

Flüssigkeiten

359

Kennungsmerkmale	359
Auf der Flucht	359
Dampfdruck	361
Links und rechts über den Rand geschaut	362
Hier wird's kritisch	363
Viskosität	364
Oberflächenspannung	366

Kapitel 20

Lösungen

371

Eine Lösung wird gesucht	371
Lösungswärme	374
Die Löslichkeit ist beeinflussbar	376
... durch Temperatur	377
... durch Druck	378
Dies hängt von der Konzentration ab	379
Dampfdruckerniedrigung	380
So wird der Siedepunkt erhöht	381
So wird der Gefrierpunkt erniedrigt	382
Hier geht es einseitig durch die Wand – Osmose	384
<i>Nur für Streber: Immer diese Thermodynamik</i>	385
Siedepunktserhöhung	385
Gefrierpunktserniedrigung	387
Osmotischer Druck	387

Kapitel 21

Feststoffe

389

Sind wir jetzt ordentlich oder nicht? – kristallin oder amorph	389
Gitter für Fortgeschrittene	390
Alles schön symmetrisch?	390
Idealkristalle – ein Denkfehler?	397
Polymorphie – Festkörper-Lego®	400
<i>Nur für Streber: Symmetrie in der Chemie, Teil 2 – im Gitter</i>	403

Teil VI

Chemische Reaktionen und alles, was dazu gehört 409

Kapitel 22

Stöchiometrie – wie viel reagiert denn da? 411

Warum Reaktionsgleichungen?	412
Oft geht Probieren über Studieren	414
Bilanzierung der Elemente	415
Lohnt sich das überhaupt?	416
Ausbeuteberechnungen	417
Limitierende Faktoren: Hier werden Grenzen gesetzt	418

Kapitel 23

Die Zeit läuft – wie schnell ist eine Reaktion? 421

Was ist überhaupt Reaktionsgeschwindigkeit?	421
Erledigung der Formalitäten – Ordnung muss sein	425
Geh't nicht schneller?	428
Diese Größen können Sie ändern	428
Wenn Katalysatoren mitmischen	430
<i>Nur für Streber:</i> Reaktionsgeschwindigkeit mit Quantität	432
Wie rechnet man denn so etwas aus?	432
Experimentelle Kinetik	434

Kapitel 24

Ein ewiges Hin und Her – das chemische Gleichgewicht 437

Von wegen Ruhe – hier ist alles dynamisch	437
Der Weg zum Massenwirkungsgesetz	440
K_c oder K_p ?	443
Chemie – keine Kämpfernaut: Rückzug garantiert	444
Einfluss der Konzentration	444
Einfluss des Drucks	445
Einfluss der Temperatur	446
Gesättigte Lösungen – das Löslichkeitsprodukt	447
Was ist Löslichkeit?	450

Kapitel 25

Geben und nehmen – Säure/Base-Gleichgewichte 453

Für alles gibt es Konzepte	454
ARRHENIUS	454
BRØNSTED/LOWRY	455
LEWIS	456
Wenn das Wasser sonst nichts zu tun hat	460

Autoprotolyse	460
Ionenprodukt des Wassers	461
Definition des pH -Wertes	462
Lebenslang verheiratet – die Säure/Base-Paare	463
Säurestärke und pK_s -Wert	463
pH -Wert-Berechnung	469
So geht es genau	470
»Kleinigkeiten« vernachlässigen wir mal	473
Macht die Neutralisation neutral?	477
pH -Wert-Bestimmung	479
Titrationen – alle Facetten	481
Starke Säure/starke Base – starke Base/starke Säure	483
Schwache Säure/starke Base – schwache Base/starke Säure	483
Schwache Säure/schwache Base – ist das sinnvoll?	485
Mehrbasige Säuren	485
Eine Frage der Auftragung	486
Kartoffelpuffer können so etwas nicht	490
Puffergleichung nach HENDERSON-HASSELBALCH	490
Existenzbedrohende Umstände	491
Wie funktioniert eine Pufferlösung?	492

Kapitel 26

Chemie unter Strom – Elektrochemie

497

Auch hier im Doppelpack	498
Nützliche Oxidationszahlen	498
Wie stellt man eine Redox-Gleichung auf?	502
Hat durchaus Potential	505
Die Spannungsreihe	506
Die NERNST'sche Gleichung	511
Was Redox-Paare noch so können	514
Batterien? – kenne ich!	515
Galvanische Elemente	516
Konzentrationszellen	519
Wenn Gewalt im Spiel ist – die Elektrolyse	520
Damit lässt es sich zersetzen	523
FARADAY – nicht nur an den Käfig denken	523
Was <i>ist</i> denn nun eine Batterie?	524

Teil VII	
Stoffchemie – jetzt wird es konkret	527
Kapitel 27	
-id, -it, -at – wie denn nun?	529
Das Kind bekommt einen Namen	529
Spitznamen – gar nicht trivial	533
Kapitel 28	
Elemente allein zu Haus	535
Allotropie – Polymorphie für Einzelgänger	535
Kohlenstoff und mehr	535
Es bleibt luftig – Sauerstoff	537
Was der alles kann! – Schwefel	538
Ganz schön ähnlich – Phosphor und Arsen	541
Mit uns spielt ja keiner – oder doch? Die Edelgase	544
Und wenn man mehr Gewalt anwendet? – Verbindungen	545
Kapitel 29	
Wenn Salzbildner keine Salze bilden – die Chemie der Halogene	549
Unter ihresgleichen	550
Salzsäure und Co. – die Halogenwasserstoffe HX	552
Sauer mit Sauerstoff	553
Halogenoxide und »Säurevorstufen«	555
Halogene und der Rest des Periodensystems	556
Kapitel 30	
Mehr als nur Atemluft: Sauerstoff & Co.	559
Wasserstoffoxide – H ₂ O und darüber hinaus	559
Wenn Sauerstoff mit seinen Geschwistern spielt	561
SO ₂ , SO ₃ ... geht das so weiter?	561
Multitalent Schwefel	562
Der Rest der 6. Hauptgruppe	564
Wenn Stickstoff auf die Chalkogene trifft	566
Ich krieg keine Luft mehr! – Stickoxide und SN-Verbindungen	566
Schwefel und Stickstoff – eine vielseitige Kombination	569
Chalkogene und der Rest der 5. Hauptgruppe	571
Phosphor ...	571
... und die anderen: Schwiegermutter-Ex und mehr	573
ortho-, meta- ... – wie man es in der Anorganik verwendet	575
Chalkogene und die 4. Hauptgruppe	575
Wenn Salzbildner auf Erzbildner treffen – Chalkogene und Halogene	578
Sie heißen ja nicht umsonst »Erzbildner«	578

Kapitel 31	
Ammoniak und mehr – die 5. Hauptgruppe	581
Was der Stickstoff so alles kann!	581
Angefangen hat es mit Ammoniak	582
So anders, obwohl sie in der gleichen Hauptgruppe sind!	589
Das ergänzt sich prima: Stickstoff und Phosphor	591
Von niedermolekular zu hochmolekular – geometrisch betrachtet	591
Kapitel 32	
Unfassbar viele Möglichkeiten mit Kohlenstoff & Co.	595
Kohlenstoff und was er kann	595
Kohlenoxide und LE CHATELIER	598
Glas und Computerchips: Silicium	599
Leitend oder nicht leitend – das ist hier die Frage	600
Silicium: wirklich der große Bruder von Kohlenstoff	602
Jetzt ist alles glasklar: SiO ₂	603
Ein Säureanhydrid ... und was daraus werden kann	604
Glas ist nicht gleich Glas	609
Und weiter im Periodensystem: Germanium, Zinn und Blei	612
Kapitel 33	
Hier mangelt's gewaltig! – die 3. Hauptgruppe	615
Das hat man davon, wenn's nicht reicht:	
Elektronenmangelverbindungen	615
1. Haste mal'n Elektron, Alter? – Bor als π -Elektronen-Schnorrer	616
2. Man einigt sich gütlich – Addukte	617
3. Was weiß Mr. LEWIS schon? – unbeschreibliche	
Mehrzentrenbindungen	620
Borane – unendliche Vielfalt	626
Die WADE-Regeln	627
Wenn andere Elemente mitmischen – Heteroborane	629
Zwischen den Welten: das Halbmetall Bor	630
... kann auch wie ein richtiges Metall!	630
Kapitel 34	
Metalle in Haupt- und Nebengruppen	633
Welche Ladung darf's denn sein?	633
Immense Vielfalt: Übergangsmetalle	634
Kaum unterscheidbar: Lanthanoide	639
Bündnis für mehr negative Ladungen	641
Im Team: Legierungen – und darüber hinaus	644
Gleich zu gleich gesellt sich gern: Intermetallische Phasen	645
Echte kovalente Metall-Metall-Bindungen? – Cluster	647

Teil VIII

Organische Chemie – Chemie-Lego® für Fortgeschrittene 653

Kapitel 35

Aus alt mach neu – aus AC wird OC 655

Vielfalt trotz weniger Bausteine	659
Fangen wir klein an: Methan und was man damit machen kann	659
Nur C und H – und trotzdem so viele Kohlenwasserstoffe	661
Wie heißt denn das? – systematische Nomenklatur	664
Was für zappelige Dinger!	666
Mal anders gesehen – Projektionsmethoden für Konformere	667
Was Sie schon kennen – in neuem Licht betrachtet	668
Das Methyl-Anion	668
Das Methyl-Kation	670
Das Methyl-Radikal	671
Redox in der OC	672
Eigentlich gar nicht so unübersichtlich!	672
Wie schlaue sind wir schon? – eine Zwischenbilanz	673

Kapitel 36

Partnertausch in der OC 675

Gar nicht politisch: Freie Radikale	675
Elektronisches Tauziehen	681
Effektvolle Chemie: der Induktive Effekt	682
Bild und Spiegelbild – Stereochemie	684
Das geht ZappZapp! – Das CIP-System	686
Und dann auch noch mehrmals!	689
Partnertausch auf anderem Wege: die Nucleophile Substitution	694
Variante 1: Alle gleichzeitig!	695
Variante 2: Schön eins nach dem anderen	697
Noch ein Wechselspiel der Kräfte – kinetisch vs. thermodynamisch	699

Kapitel 37

Erst die Scheidung, dann die Unzufriedenheit 703

Wenn man sich in der Chemie trennt: die Eliminierung	703
Auf einen Schlag: E2	705
Langsam und bedächtig: E1	707
Der Anfang einer neuen Beziehung	709
Mehr Doppelbindungen = mehr Spielregeln zum Benennen	712
Wenn Doppelbindungen einander bemerken	713

Konjugation führt zu Mesomerie	714
Wohin denn jetzt? – Mesomerie und die 1,2- und 1,4-Addition	716
Jenseits der Doppelbindung	718
Kann sich der Wasserstoff bitte mal entscheiden?	720
<i>Nur für Streber: MO in der OC?</i>	722
Mein Name ist HÜCKEL. Erich HÜCKEL.	722

Kapitel 38 -

Der Herr der Ringe

729

Wenn der Kohlenstoff unter sich bleibt	729
Es wird spannend	731
Mehr Abwechslung	737
Substitutionsnomenklatur (»a-Nomenklatur«)	737
Das HANTZSCH-WIDMAN-System	737
Wenn sich Mehrfachbindungen häufen	739
Spielregeln müssen sein	741
Partnertausch am Ring	743
Mesomere Effekte	744
Was einmal klappt, klappt auch mehrmals: die Zweitsubstitution	747
Das muss doch auch anders gehen! – Ring-Varianten	748
Mehr als ein einzelner Ring – polycyclische Aromaten	748
Auch andere Atome dürfen mitspielen!	752
Farbigkeit – ein ewiges Geben und Nehmen?	755
<i>Nur für Streber: Herr HÜCKEL! Sie schon wieder?</i>	758
Aromat ...	758
... oder nicht Aromat, das ist hier die Frage	762

Kapitel 39

Wenn nicht der Kohlenstoff den Ton angibt

767

Alkohol – der große Bruder des Wassers	767
Mehrwertige Alkohole	768
Was können Alkohole denn nun?	769
Wenn der Alkohol mit der Säure	771
Und weiter in der sechsten Hauptgruppe	773
Lego® mit Ammoniak – Amine	774
Was der Rest der fünften Hauptgruppe so treibt	775

Kapitel 40

Wenn der Kohlenstoff langsam sauer wird

777

Nicht die jetzt auch noch: organische Redoxreaktionen!	777
Empfindliche Burschen & Putzmittel: Aldehyde und Ketone	779
Zu was Nachbarn einen treiben können! – die Aldol-Reaktion	782
Das Vinylogie-Prinzip	786

Jetzt ist er sauer	787
Gleich mehrmals sauer: Oligosäuren	789
Sauer und mehr: Hydroxysäuren und anderes	791
Ganz schön ähnlich: Säurederivate	792
Noch mehr Lego®	796
Nichts hält ewig: β -Ketocarbonsäuren	798

Kapitel 41

Alles gleichzeitig: Pericyclische Reaktionen	801
Erst auf, dann zu: Elektrocyclische Reaktionen	801
Aus zwei mach eins: Cycloadditionen	806
Grob betrachtet ...	806
... oder etwas genauer hingeschaut	807
Und wieder zurück: Cycloreversionen	809
Zu wenige Bindungen? Wir ändern den Plan!	809
Und wer kein p-Orbital hat, bleibt draußen? – Sigmatrope Reaktionen	811
Wenn mehr als eine Doppelbindung da ist:	812
Was so ein Wasserstoff alles kann! – die En-Reaktion	813

Kapitel 42

Nur für Streber: Grundlagen der Organischen Synthese	819
Wundersame Stoffumwandlung?	820
Noch einmal: Redox	821
Wenn die Kette länger wird	825
Die Aldol-Reaktion – und darüber hinaus	826
Neu! Jetzt mit Aromaten!	830
Neue Lego®-Steine	833
Ringelreihen mit Heteroatomen	835
Wo soll das alles enden? – Veränderungen	837
Räumlich: Umlagerungen	837
Elektronisch: Umpolungen	839
Rückwärts gedacht: Retro-Synthese	841
Woher weiß man denn, was man machen muss?	842

Kapitel 43

Nur für Streber: Spiel (fast) ohne Grenzen – Metallorganik/Elementorganik	847
Kohlenstoff trifft Metall	847
σ -Donor-Liganden	851
σ -Donor- π -Akzeptor-Liganden	852
σ/π -Donor- π -Akzeptor-Liganden	854
Nicht nur graue Theorie – Metallorganik in der Synthese	857

Metall auf Metall – Mehrkernige Komplexe	861
C und der Rest des PSE – wo OC auf AC trifft	863
Formschön: Silicium im Silikon	863
Ach, das geht auch?! – erstaunliche Organoelementchemie	865

Teil IX

Chemie – die Wissenschaft des Lebens 867

Kapitel 44

Ach, wie süß! – Traubenzucker und andere Kohlenhydrate 869

Zwei große Familien	869
Zuckersüße Stereochemie	870
Auf und zu, auf und zu ... – cyclische Halbacetale	874
Immer diese Unentschlossenheit! – Mutarotation	878
Und was ist mit Fünfringen? – Ketohexosen	879
Redox an Sacchariden	880
Zugleich Carbonylverbindungen und Polyalkohole – Altvertrautes	880
Chemie-Lego® mit größeren Bausteinen ...	881
Gleich zu gleich gesellt sich gern – aber Ähnlichkeit tut's auch	882
... und wenn sie zusammgefügt werden	885
Wofür Zucker alles gut sein können: Cyclodextrine	886
Noch mehr Vielfalt bei den Bausteinen	887

Kapitel 45

Moleküle, die das Leben schreiben – DNA und RNA 891

Ein Schritt nach dem anderen	891
Die Ringe alleine – Nucleinbasen	891
Heterocyclen und Zucker – Nucleoside	892
Zusammen mit Phosphor ein unschlagbares Team: Nucleotide	893
Und jetzt alle zusammen – Nucleinsäuren	893
Der große Bauplan – DNA	894
Die Tonleiter des Lebens: G-A-C-T	894
Was die Natur damit macht	896
Die Transkription: aus DNA mach RNA – oder: Ey Mann, wo ist mein Thymin?	896
Die Translation: von RNA zum Polypeptid	897

Kapitel 46

Sauer und basisch auf Leben und Tod – Aminosäuren

899

Nicht alle Säuren sind einfach nur ätzend!	917
Drei-Buchstaben-Code & Ein-Buchstaben-Code	920
Der isoelektrische Punkt	921
Aminosäuren tun sich zusammen	923
Peptide	923
Der genetische Code – die universelle Sprache?	929
Proteine: Enzyme und mehr	931
Leistungsstark, aber empfindlich	935
Unerwartet einfach – eine ganz neue Nomenklatur	936
<i>Nur für Streber: Die Mutanten kommen!</i>	937

Kapitel 47

Spüli in der Zellmembran? – Lipide

923

So dünn und so wichtig – Lipid-Doppelschichten	924
Waschmittel – molekular betrachtet	924
Gleich drei Dinge auf einmal – Glyceride	927
Ständig in Bewegung: die Zellmembran (ein bisschen Biologie)	930

Kapitel 48

Essen und Ausscheiden, Wachsen und Verwesen – alles ist Chemie

933

Warum atmen wir eigentlich?	933
Wasserstoff-Transfer	933
Kohlenstoff-Zufuhr	935
Der Stoffwechsel – ein bunter Strauß eigentlich einfacher Reaktionen	936
Die Transporter – da, wo die Energie gebraucht wird	937
Was man mit Traubenzucker so alles machen kann	939
Fettabbau und Nutzung	941
Der Citrat-Cyclus	943
Ohne Chemie gäb's Skorbut: Krankheiten, chemisch betrachtet	946
Mangelercheinungen und ... Meerschweinchen?!	946
Wenn es nicht an den Lego®-Steinen selbst liegt, dann vielleicht an denjenigen, die damit spielen	948
Leichengifte, Leichenstarre – pure Chemie	949
Das gehört zum Leben nun einmal dazu	949
Und wenn es dann vorbei ist	950
Was uns Pflanzen voraus haben – die Photosynthese	953
Wie bitte? – Bioanorganische Chemie?!	954
Was die Chemie dem Pharmazeuten beschert – SAR	954
Gutes aus der Natur ...	954
... das man nach Bedarf verändert	955

Teil X

... und sie spezialisieren sich doch!

961

Kapitel 49

Woher weiß man das alles? – die Analytik macht's möglich

963

Analytische Chemie im Reagenzglas	963
Qualitative Analyse (nasschemisch)	963
Gravimetrie – aus Qualität mach Quantität	964
Maßanalyse – nass und quantitativ	965
Was macht man mit Gemischen? – Wichtige Trennmethoden	967
Feststoff trifft auf Flüssigkeit: Flüssigchromatographie	968
Fest, flüssig, gasförmig – Gaschromatographie	970
Mit schwerem Gerät	971
Wenn's um den Spin geht	972
Wie anregend! Absorption und Emission	978
Das leuchtet ja von selbst! – Röntgenfluoreszenz	986
Jetzt wird's ruppig: Noch mehr Energie	988
Moleküle im Fleischwolf: Massenspektrometrie	989
Und das war nur der Anfang:	992

Kapitel 50

Chemiker und Ingenieure halten zusammen – Technische Chemie

993

Synthese im Tonnenmaßstab	995
Temperatur gut kontrolliert?	996
Große Apparate müssen her	998
Grundlage: drei ideale Reaktoren	1000
Der Weg ist das Ziel	1001
Transportunternehmen	1002
Alles fließt	1003
Hier haben Ingenieure das Sagen	1003
Trennung im Gegenstrom	1004

Kapitel 51

An der Grenze von Chemie und Physik – Kernchemie

1007

Kernumwandlungen	1007
Kernreaktionsgleichungen	1007
Wie viele Protonen verträgt ein Kern?	1010
Kein Platz für Technetium	1012
Radioaktivität	1014
α -Strahlung	1014
β -Strahlung	1015
γ -Strahlung	1017

Einheiten der Radioaktivität	1018
Gar nicht so ungewöhnlich	1018
Halbwertszeit	1019
Zerfallsreihen	1021
Künstliche Kernumwandlungen	1022
Kernspaltung	1022
Kernfusion	1025

Teil XI

<i>Der Top-Ten-Teil</i>	1027
--------------------------------	-------------

Kapitel 52

<i>10 Fettnäpfchen, denen Sie möglichst ausweichen sollten</i>	1029
---	-------------

<i>Glossar</i>	1033
-----------------------	-------------

<i>Lösungen</i>	1045
------------------------	-------------

<i>Stichwortverzeichnis</i>	1071
------------------------------------	-------------