

Inhaltsübersicht

Vorwort	XXIII	
TEIL I	Eine Einführung in das Studium der Organischen Chemie	1
Kapitel 1	Elektronenstruktur und Bindung • Säuren und Basen	3
Kapitel 2	Organische Verbindungen: Nomenklatur, physikalische Eigenschaften und die Darstellung von Strukturen	69
TEIL II	Elektrophile Additionsreaktionen, Stereochemie und Elektronendelokalisation	117
Kapitel 3	Alkene – Struktur, Nomenklatur, Reaktivität • Thermodynamik und Kinetik.....	121
Kapitel 4	Die Reaktionen der Alkene	153
Kapitel 5	Stereochemie – Anordnung von Atomen im Raum und die Stereochemie von Additionsreaktionen.....	189
Kapitel 6	Reaktionen der Alkine • Einführung in die Mehrstufensynthese.....	237
Kapitel 7	Delokalisierte Elektronen und ihre Effekte auf Stabilität, Reaktivität und pK_s -Wert • Mehr zur Molekülorbitaltheorie	263
TEIL III	Substitutionen und Eliminierungen	313
Kapitel 8	Substitutionsreaktionen der Halogenalkanen	317
Kapitel 9	Eliminierungsreaktionen von Halogenalkanen • Konkurrenz zwischen Substitution und Eliminierung	363
Kapitel 10	Reaktionen der Alkohole, Amine, Ether, Epoxide und schwefelhaltigen Verbindungen • Organometallverbindungen	397
Kapitel 11	Radikale • Reaktionen der Alkane.....	441
TEIL IV	Die Identifizierung organischer Verbindungen	471
Kapitel 12	Massenspektrometrie, Infrarotspektroskopie und Ultraviolett-visuelle Spektroskopie	473
Kapitel 13	NMR-Spektroskopie	525
TEIL V	Aromatische Verbindungen	581
Kapitel 14	Aromatizität • Reaktionen des Benzols	583
Kapitel 15	Reaktionen substituierter Benzole.....	617
TEIL VI	Carbonylverbindungen	655
Kapitel 16	Carbonylverbindungen I – Die nucleophile Acylsubstitution.....	657
Kapitel 17	Carbonylverbindungen II – Reaktionen der Aldehyde, Ketone, Carbonsäurederivate und α, β -ungesättigten Carbonylverbindungen.....	717
Kapitel 18	Carbonylverbindungen III – Reaktionen am α -Kohlenstoffatom	769

TEIL VII	Weiteres zu den Themen Redoxreaktionen und Amine	817
Kapitel 19	Weiteres zu Redoxreaktionen	819
Kapitel 20	Weiteres zu den Amininen • Heterozyklische Verbindungen	847
TEIL VIII	Bioorganische Verbindungen	877
Kapitel 21	Kohlenhydrate.....	881
Kapitel 22	Aminosäuren, Peptide und Proteine	921
Kapitel 23	Katalyse.....	967
Kapitel 24	Reaktionsmechanismen der Coenzyme	1003
Kapitel 25	Stoffwechselchemie	1045
Kapitel 26	Lipide.....	1073
Kapitel 27	Nucleoside, Nucleotide und Nucleinsäuren	1105
Index	1143

Bonus-Kapitel

TEIL IX	Spezielle Themen der Organischen Chemie	1
Kapitel 28	Synthetische Polymere.....	3
Kapitel 29	Perizyklische Reaktionen	41
Kapitel 30	Organische Wirkstoffchemie – Entdeckung und Entwicklung	77
Anhang		

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	XXIII
Teil I Eine Einführung in das Studium der Organischen Chemie	1
Kapitel 1 Elektronenstruktur und Bindung • Säuren und Basen	3
CHEMIE UND LEBEN Natürlich vs. synthetisch	5
1.1 Die Struktur eines Atoms	6
1.2 Die Elektronenverteilung in einem Atom	7
1.3 Ionenbindung und kovalente Bindung	10
1.4 Die Darstellung von Strukturen	16
1.5 Atomorbitale	21
1.6 Einführung in die Molekülorbitaltheorie	24
1.7 Bindung in Methan und Ethan: Einfachbindungen	30
1.8 Bindung im Ethen: Doppelbindung	34
1.9 Bindung im Ethin: Dreifachbindung	36
1.10 Bindung im Methylkation, im Methylradikal und im Methylanion	38
1.11 Bindung im Wassermolekül	40
CHEMIE UND LEBEN Wasser – eine einzigartige chemische Verbindung	41
1.12 Bindung im Ammoniakmolekül und im Ammoniumion	41
1.13 Bindung der Halogenwasserstoffe	42
1.14 Zusammenfassung: Orbitalhybridisierung, Bindungslängen, Bindungsstärken und Bindungswinkel	43
1.15 Dipolmomente von Molekülen	45
1.16 Einführung in die Säure-Base-Theorie	46
1.17 pK_s und pH	48
1.18 Organische Säuren und Basen	50
1.19 Vorhersage des Resultats von Protonenübertragungsreaktionen	52
1.20 Der Einfluss der Struktur auf die Säurekonstante pK_s	53
1.21 Der Einfluss von Substituenten auf die Säurestärke	56
1.22 Einführung in die Elektronendelokalisation	58
1.23 Zusammenfassung der Faktoren, die die Säurestärke bestimmen	60
1.24 Der Effekt des pH-Wertes auf die Struktur organischer Verbindungen	61
1.25 Pufferlösungen	64
CHEMIE UND LEBEN Blut: Eine gepufferte Lösung	64
1.26 Lewis-Säuren und Lewis-Basen	65
Zusammenfassung	66
Schlüsselbegriffe	67
Kapitel 2 Organische Verbindungen: Nomenklatur, physikalische Eigenschaften und die Darstellung von Strukturen	69
2.1 Nomenklatur der Alkylradikale	74
2.2 Nomenklatur der Alkane	77
2.3 Nomenklatur der Cycloalkane/Gerüstformeln	81
2.4 Nomenklatur der Halogenalkane	83

2.5	Nomenklatur der Ether	84
2.6	Nomenklatur der Alkohole	84
2.7	Nomenklatur der Amine	86
CHEMIE UND LEBEN Übel riechende Verbindungen.....		88
2.8	Strukturen der Halogenalkane, Alkohole, Ether und Amine	88
2.9	Physikalische Eigenschaften der Alkane, Halogenalkane, Alkohole, Ether und Amine	90
2.10	Rotation um Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen.....	98
2.11	Cycloalkane: Ringspannung	102
CHEMIE UND LEBEN Von Baeyer und die Barbitursäure		104
2.12	Konformationen der Cyclohexane	104
2.13	Konformationen monosubstituierter Cyclohexane.....	108
2.14	Konformationen zweifach substituierter Cyclohexane	110
Zusammenfassung.....		113
Schlüsselbegriffe.....		115
 Teil II Elektrophile Additionsreaktionen, Stereochemie und Elektronendelokalisation		 117
 Kapitel 3 Alkene – Struktur, Nomenklatur, Reaktivität • Thermodynamik und Kinetik		 121
3.1	Summenformeln und der ungesättigte Charakter	123
3.2	Nomenklatur der Alkene.....	124
3.3	Die Struktur der Alkene.....	126
3.4	<i>Cis/trans</i> -Isomerie.....	127
CHEMIE UND LEBEN <i>Cis/trans</i>-Interkonversion beim Sehvorgang		129
3.5	Die <i>E/Z</i> -Nomenklatur.....	130
3.6	Wie Alkene reagieren • Gekrümmte Pfeile	133
3.7	Thermodynamik und Kinetik	137
3.8	Reaktionskoordinatendiagramm für die Addition von HBr an 2-Buten.....	148
Zusammenfassung.....		151
Schlüsselbegriffe.....		152
 Kapitel 4 Die Reaktionen der Alkene		 153
4.1	Die Addition von Halogenwasserstoffen an Alkene	155
4.2	Die Stabilität von Carbokationen	156
4.3	Die Struktur des Übergangszustandes.....	158
4.4	Die Regioselektivität der elektrophilen Addition	160
4.5	Die Addition von Wasser und die Addition von Alkoholen.....	163
4.6	Die Umlagerung von Carbokationen.....	166
4.7	Die Addition von Halogenen	169
4.8	Die Oxymerkurierung-Reduktion und die Alkoxymerkurierung-Reduktion	172
4.9	Die Addition einer Peroxycarbonsäure	174
4.10	Die Addition von Boran: Die Hydroborierung-Oxidation.....	176
4.11	Die Addition von Wasserstoff • Die relativen Stabilitäten der Alkene	180
CHEMIE UND LEBEN Transfettsäuren		183
4.12	Reaktionen und Synthesen	184
CHEMIE UND LEBEN Natürliche und synthetische Pestizide		185

Zusammenfassung	186
Zusammenfassung der Reaktionen	187
Schlüsselbegriffe	188

Kapitel 5 Stereochemie – Anordnung von Atomen im Raum und die Stereochemie von Additionsreaktionen 189

5.1	<i>Cis/trans</i> -Isomere	191
5.2	Chiralität	191
5.3	Asymmetrisch substituierte Kohlenstoffatome	192
5.4	Isomere mit einem asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatom	193
5.5	Asymmetrisch substituierte Kohlenstoffatome und Stereozentren	194
5.6	Das Zeichnen von Enantiomeren	194
5.7	Die Benennung von Enantiomeren: Das <i>R, S</i> -System	195
5.8	Optische Aktivität	200
5.9	Die Messung einer spezifischen Drehung	202
5.10	Enantiomerenüberschuss	203
5.11	Isomere mit mehr als einem asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatom	204
5.12	Mesoverbindungen	208
5.13	Nomenklatur für Isomere mit mehr als einem asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatom	211
5.14	Reaktionen von Verbindungen mit einem asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatom	215
5.15	Die absolute Konfiguration des (+)-Glycerinaldehyds	216
5.16	Die Trennung von Enantiomeren	217
5.17	Stickstoff- und Phosphorchiralitätszentren	219
5.18	Stereochemie von Reaktionen: Regioselektive, stereoselektive und stereospezifische Reaktionen	220
5.19	Die Stereochemie der elektrophilen Addition an Alkene	221
5.20	Der stereochemische Verlauf enzymkatalysierter Reaktionen	230
5.21	Die Unterscheidung von Enantiomeren durch biologische Moleküle	231
CHEMIE UND LEBEN Die Enantiomere des Thalidomids		234
CHEMIE UND LEBEN Chirale Medikamentenwirkstoffe		234
Zusammenfassung		235
Schlüsselbegriffe		236

Kapitel 6 Reaktionen der Alkine • Einführung in die Mehrstufensynthese 237

6.1	Nomenklatur der Alkine	239
6.2	Die Benennung von Verbindungen mit mehr als einer funktionellen Gruppe	240
CHEMIE UND LEBEN Woher weiß eine Bananenschnecke, was sie fressen soll?		242
6.3	Die physikalischen Eigenschaften ungesättigter Kohlenwasserstoffe	242
6.4	Die Struktur der Alkine	242
6.5	Wie Alkine reagieren	244
6.6	Addition von Halogenwasserstoffen und von Halogenen an Alkine	245
6.7	Addition von Wasser an Alkine	248
6.8	Addition von Borwasserstoff an Alkine: Hydroborierung-Oxidation	250
6.9	Addition von Wasserstoff	251
6.10	Azidität eines an ein <i>sp</i> -hybridisiertes Kohlenstoffatom gebundenen Wasserstoffatoms	253

6.11	Synthesen mit Acetylidionen	255
6.12	Synthesepanung I: Einführung in die Mehrstufensynthese	256
	Zusammenfassung	261
	Zusammenfassung der Reaktionen	262
	Schlüsselbegriffe	262
Kapitel 7	Delokalisierte Elektronen und ihre Effekte auf Stabilität, Reaktivität und pK_S-Wert • Mehr zur Molekülorbitaltheorie	263
7.1	Delokalisierte Elektronen im Benzol	265
7.2	Die Bindung im Benzolmolekül	267
7.3	Mesomere Grenzformeln und der mesomere Zustand	268
7.4	Das Zeichnen mesomerer Grenzformeln	270
7.5	Die vorhergesagten Stabilitäten von mesomeren Grenzformeln	273
7.6	Delokalisationsenergie	275
7.7	Beispiele für die Wirkung delocalisierter Elektronen auf die Stabilität	277
7.8	Eine molekülorbitaltheoretische Beschreibung der Stabilität	281
7.9	Der Effekt der Elektronendelokalisation auf den pK_S -Wert	287
7.10	Der Effekt der Elektronendelokalisation auf das Produkt einer Reaktion	291
7.11	Thermodynamische vs. kinetische Kontrolle von chemischen Reaktionen	296
7.12	Die Diels-Alder-Reaktion	301
	Zusammenfassung	310
	Zusammenfassung der Reaktionen	311
	Schlüsselbegriffe	312
Teil III	Substitutionen und Eliminierungen	313
Kapitel 8	Substitutionsreaktionen der Halogenalkane	317
	CHEMIE UND LEBEN „Überlebensverbindungen“	319
8.1	Reaktionen der Halogenalkane	320
8.2	Der Mechanismus der S_N2 -Reaktion	321
8.3	Faktoren, die die S_N2 -Reaktion beeinflussen	327
8.4	Die Reversibilität der S_N2 -Reaktion	333
	CHEMIE UND LEBEN Warum Kohlenstoff und nicht Silizium?	335
8.5	Der Mechanismus der S_N1 -Reaktion	337
8.6	Faktoren, die die S_N1 -Reaktion beeinflussen	340
8.7	Weiteres zum stereochemischen Verlauf von S_N2 - und S_N1 -Reaktionen	342
8.8	Benzylhalogenide, Allylhalogenide, Vinylhalogenide und Arylhalogenide	344
8.9	Konkurrenz zwischen S_N2 - und S_N1 -Reaktionen	347
8.10	Die Rolle des Lösungsmittels in S_N2 - und S_N1 -Reaktionen	350
	CHEMIE UND LEBEN Umweltanpassung	354
8.11	Intermolekulare vs. intramolekulare Reaktionen	357
8.12	Biochemische Methylierungsreagenzien	358
	CHEMIE UND LEBEN Termitenbekämpfung	359
	CHEMIE UND LEBEN S-Adenosylmethionin: Ein natürliches Antidepressivum?	360
	Zusammenfassung	361
	Zusammenfassung der Reaktionen	362
	Schlüsselbegriffe	362

Kapitel 9	Eliminierungsreaktionen der Halogenalkane • Konkurrenz zwischen Substitution und Eliminierung	363
CHEMIE UND LEBEN	Die Untersuchung natürlich vorkommender Organohalogenverbindungen	364
9.1	Die E2-Reaktion	365
9.2	Die Regioselektivität der E2-Reaktion	366
9.3	Die E1-Reaktion	372
9.4	Konkurrenz zwischen E2- und E1-Reaktionen	375
9.5	Der stereochemische Verlauf der E2- und E1-Reaktionen	376
9.6	Eliminierung aus zyklischen Verbindungen	381
9.7	Der kinetische Isotopeneffekt	384
9.8	Konkurrenz zwischen Substitution und Eliminierung	385
9.9	Substitution und Eliminierung in der Synthese	390
9.10	Konsekutive E2-Eliminierungen	392
9.11	Syntheseplanung II: Annäherung an das Problem	393
	Zusammenfassung	395
	Zusammenfassung der Reaktionen	396
	Schlüsselbegriffe	396
Kapitel 10	Reaktionen der Alkohole, Amine, Ether, Epoxide und schwefelhaltigen Verbindungen • Organometallverbindungen	397
10.1	Nucleophile Substitution an Alkoholen: Halogenalkanbildung	399
CHEMIE UND LEBEN	Kornbrand und Holzgeist	402
10.2	Andere Methoden der Überführung von Alkoholen in Halogenalkane	402
10.3	Überführung von Alkoholen in Sulfonsäureester	404
10.4	Eliminierungsreaktionen von Alkoholen: Dehydratisierung	406
10.5	Die Oxidation von Alkoholen	412
CHEMIE UND LEBEN	Der Blutalkoholgehalt	412
10.6	Amine – Die gebräuchlichsten organischen Basen	413
CHEMIE UND LEBEN	Alkaloide	414
10.7	Nucleophile Substitutionen der Ether	415
CHEMIE UND LEBEN	Anästhetika	417
10.8	Nucleophile Substitutionen von Epoxiden	418
10.9	Arenoxide	421
CHEMIE UND LEBEN	Kaminkehrer und Krebs	425
10.10	Kronenether	425
CHEMIE UND LEBEN	Ein ionophores Antibiotikum	427
10.11	Thiole, Thioether und Sulfoniumsalze	427
10.12	Organometallverbindungen	429
10.13	Kupplungsreaktionen	433
	Zusammenfassung	437
	Zusammenfassung der Reaktionen	438
	Schlüsselbegriffe	440
Kapitel 11	Radikale • Reaktionen der Alkane	441
11.1	Alkane: Unreaktive Verbindungen	444
11.2	Chlorierung und Bromierung der Alkane	444
11.3	Radikalstabilität	446

11.4	Produktverteilung.....	447
11.5	Das Reaktivitäts-/Selektivitäts-Prinzip.....	450
11.6	Radikaladdition an Alkene	453
11.7	Der stereochemische Verlauf radikalischer Substitutionen und Additionen	456
11.8	Radikalische Substitution von Benzyl- und Allylwasserstoffatomen	458
11.9	Syntheseplanung III: Zusätzliche Praxis in der Mehrstufensynthese	461
11.10	Radikalische Reaktionen in biologischen Systemen	462
CHEMIE UND LEBEN Entkoffeinierter Kaffee und die Angst vor Krebs.....		463
11.11	Radikale und das stratosphärische Ozon	465
CHEMIE UND LEBEN Künstliches Blut		466
Zusammenfassung.....		468
Zusammenfassung der Reaktionen.....		469
Schlüsselbegriffe.....		469
Teil IV	Die Identifizierung organischer Verbindungen	471
Kapitel 12	Massenspektrometrie, Infrarotspektroskopie und Ultraviolett-visuelle Spektroskopie	473
12.1	Massenspektrometrie.....	475
12.2	Das Massenspektrum • Fragmentierungen	478
12.3	Isotope in der Massenspektrometrie.....	481
12.4	Die Bestimmung von Summenformeln: Hochauflösende Massenspektrometrie.....	482
12.5	Fragmentierung an funktionellen Gruppen	483
CHEMIE UND LEBEN Massenspektrometrie in der Forensik.....		486
12.6	Spektroskopie und das elektromagnetische Spektrum	489
12.7	Infrarotspektroskopie.....	491
12.8	Charakteristische IR-Absorptionsbanden.....	495
12.9	Die Intensität von Absorptionsbanden.....	496
12.10	Die Lage von Absorptionsbanden.....	497
12.11	Mesomerie und induktive Elektroneneffekte	498
12.12	Die Form von Absorptionsbanden.....	506
12.13	Das Fehlen von Absorptionsbanden.....	507
12.14	Schwingungen, die infrarot-inaktiv sind	507
12.15	Die Analyse von Infrarotspektren.....	509
12.16	Ultraviolett- und visuelle Spektroskopie	512
CHEMIE UND LEBEN Ultraviolette Strahlung und Sonnenschutzmittel.....		513
12.17	Das Lambert-Beer'sche Gesetz.....	514
12.18	Der Effekt der Konjugation auf λ_{\max}	515
12.19	Das sichtbare Spektrum und das Phänomen der Farbigkeit	517
CHEMIE UND LEBEN Anthocyane: Eine farbenfrohe Verbindungsklasse.....		519
12.20	Anwendungen der UV/Vis-Spektroskopie	520
Zusammenfassung.....		522
Schlüsselbegriffe.....		523

Kapitel 13 NMR-Spektroskopie	525
13.1 Einführung in die NMR-Spektroskopie	526
13.2 Fourier-Transformations-NMR	529
13.3 Abschirmung	530
13.4 Die Zahl der Signale im ^1H -NMR-Spektrum	532
13.5 Chemische Verschiebung	534
13.6 Die relativen Lagen der ^1H -NMR-Signale	535
13.7 Charakteristische Werte der chemischen Verschiebung	536
13.8 Diamagnetische Anisotropie	538
13.9 Die Integration von NMR-Signalen	540
13.10 Die $N + 1$ -Regel	541
13.11 Weitere Beispiele für ^1H -NMR-Spektren	547
13.12 Kopplungskonstanten	552
13.13 Aufspaltungsdiagramme	555
13.14 Diastereotope Wasserstoffatome	558
13.15 Zeitabhängigkeit der NMR-Spektroskopie	559
13.16 An Sauerstoff und Stickstoff gebundene Protonen	561
13.17 Die Verwendung von Deuterium in der ^1H -NMR-Spektroskopie	563
13.18 Die Auflösung von ^1H -NMR-Spektren	564
13.19 ^{13}C -NMR-Spektroskopie	566
13.20 DEPT- ^{13}C -NMR-Spektren	572
13.21 Zweidimensionale NMR-Spektroskopie	572
13.22 Magnetresonanzbildgebung: Der Einsatz der NMR in der Medizin	576
Zusammenfassung	578
Schlüsselbegriffe	579
Teil V Aromatische Verbindungen	581
Kapitel 14 Aromatizität • Reaktionen des Benzols	583
14.1 Stabilität aromatischer Verbindungen	585
14.2 Die beiden Kriterien für Aromatizität	586
14.3 Anwendung der Aromatizitätskriterien	587
CHEMIE UND LEBEN Fullerene und AIDS-Therapie	588
14.4 Aromatische Heterozyklen	590
14.5 Einige chemische Folgen der Aromatizität	591
14.6 Der antiaromatische Charakter	593
14.7 Eine molekularorbitaltheoretische Beschreibung des aromatischen und des antiaromatischen Zustandes	594
14.8 Nomenklatur der monosubstituierten Benzole	595
CHEMIE UND LEBEN Die Giftigkeit des Benzols	595
14.9 Wie Benzol reagiert	596
14.10 Der allgemeine Mechanismus der elektrophilen aromatischen Substitution	598
14.11 Halogenierung des Benzols	599
CHEMIE UND LEBEN Thyroxin	599
14.12 Nitrierung des Benzols	600
14.13 Sulfonierung des Benzols	601
14.14 Friedel-Crafts-Acylierung des Benzols	603

14.15	Friedel-Crafts-Alkylierung des Benzols.....	604
CHEMIE UND LEBEN	Carbokationen in statu nascendi	606
14.16	Alkylierung des Benzols durch Acylierung-Reduktion	606
14.17	Der Einsatz von Kupplungsreaktionen zur Alkylierung von Benzol	607
14.18	Verschiedene Methoden zur Durchführung von Reaktionen	608
14.19	Chemische Veränderung von Substituenten an einem Benzolring	609
	Zusammenfassung.....	613
	Zusammenfassung der Reaktionen.....	614
	Schlüsselbegriffe.....	616
Kapitel 15 Reaktionen substituierter Benzole		617
15.1	Die Nomenklatur di- und polysubstituierter Benzole.....	620
15.2	Reaktivität eines Benzolrings.....	622
15.3	Der Effekt von Substituenten auf die Orientierung	627
15.4	Der Effekt von Substituenten auf den pK_S -Wert.....	632
15.5	Das <i>ortho/para</i> -Verhältnis	633
15.6	Weitere Betrachtungen zu den Substituenteneffekten.....	634
15.7	Syntheseplanung IV: Die Synthese mono- und disubstituierter Benzolderivate.....	636
15.8	Die Synthese trisubstituierter Benzole.....	638
15.9	Die Synthese substituierter Benzole mit Arendiazoniumsalzen	639
15.10	Das Arendiazoniumion als Elektrophil	642
15.11	Mechanismus der Reaktion von Aminen mit salpetriger Säure.....	644
CHEMIE UND LEBEN	Nitrosamine und Krebs	646
15.12	Nucleophile aromatische Substitution: Ein Additions-Eliminierungs-Mechanismus ..	646
15.13	Nucleophile aromatische Substitution: Ein Eliminierungs-Additions-Mechanismus, der über eine Benz-in-Zwischenstufe verläuft.....	648
15.14	Polyzyklische benzoide Kohlenwasserstoffe.....	650
	Zusammenfassung.....	652
	Zusammenfassung der Reaktionen.....	653
	Schlüsselbegriffe.....	654
Teil VI	Carbonylverbindungen	655
Kapitel 16 Carbonylverbindungen I – Die nucleophile Acylsubstitution		657
16.1	Die Nomenklatur der Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	659
16.2	Strukturen der Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	665
16.3	Physikalische Eigenschaften von Carbonylverbindungen.....	666
16.4	Natürlich vorkommende Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	667
CHEMIE UND LEBEN	Dalmatiner: Der hohe Preis für schwarze Flecken auf weißem Grund	669
CHEMIE UND LEBEN	Die Entdeckung des Penicillins.....	669
16.5	Wie Klasse-I-Carbonylverbindungen reagieren	670
16.6	Relative Reaktivitäten der Carbonsäuren und Carbonsäurederivate.....	673
16.7	Allgemeiner Mechanismus der nucleophilen Acylsubstitution.....	675
16.8	Reaktionen der Säurehalogenide	676
16.9	Reaktionen der Säureanhydride	679
16.10	Reaktionen der Ester.....	680
CHEMIE UND LEBEN	Acetylsalicylsäure (ASS; Aspirin)	681

16.11	Säurekatalysierte Esterhydrolyse und Umesterung	683
16.12	Hydroxidionenvermittelte Esterhydrolyse	687
16.13	Wie der Reaktionsmechanismus der nucleophilen Acylsubstitution bestätigt wurde ..	689
16.14	Seifen, Detergenzien und Micellen.....	691
CHEMIE UND LEBEN Seifenherstellung		693
16.15	Reaktionen der Carbonsäuren	694
16.16	Reaktionen der Amide.....	695
CHEMIE UND LEBEN Ein natürliches Schlafmittel		697
16.17	Die Hydrolyse von Amidn.....	698
CHEMIE UND LEBEN Penicillin und Wirkstoffresistenz		699
CHEMIE UND LEBEN Penicilline im klinischen Einsatz		699
16.18	Die Hydrolyse eines Imids: Ein Weg zur Synthese primärer Amine	700
16.19	Die Hydrolyse von Nitrilen	701
16.20	Syntheseplanung V: Die Synthese zyklischer Verbindungen.....	702
16.21	Wie Chemiker Carbonsäuren aktivieren	704
16.22	Wie lebende Zellen Carbonsäuren aktivieren.....	706
16.23	Dicarbonsäuren und ihre Derivate.....	710
CHEMIE UND LEBEN Sich auflösendes Nahtmaterial		710
Zusammenfassung		712
Zusammenfassung der Reaktionen.....		713
Schlüsselbegriffe.....		716

Kapitel 17 Carbonylverbindungen II – Reaktionen der Aldehyde, Ketone, Carbonsäurederivate und α,β -ungesättigten Carbonylverbindungen 717

17.1	Nomenklatur der Aldehyde und Ketone.....	719
CHEMIE UND LEBEN Butandion – eine unangenehme Verbindung		721
17.2	Relative Reaktivitäten der Carbonylverbindungen.....	722
17.3	Wie Aldehyde und Ketone reagieren.....	724
17.4	Reaktionen der Carbonylverbindungen mit Grignard-Reagenzien.....	725
17.5	Reaktionen der Carbonylverbindungen mit Acetylidionen	728
17.6	Reaktionen der Carbonylverbindungen mit Hydridionen.....	729
17.7	Reaktionen der Aldehyde und Ketone mit Cyanwasserstoff (Blausäure)	733
17.8	Reaktionen der Aldehyde und Ketone mit Aminen und Aminderivaten.....	735
17.9	Reaktionen der Aldehyde und Ketone mit Wasser.....	741
17.10	Reaktionen der Aldehyde und Ketone mit Alkoholen.....	744
17.11	Schutzgruppen	746
17.12	Addition von Schwefelnucleophilen	748
17.13	Die Wittig-Reaktion zur Darstellung von Alkenen	749
CHEMIE UND LEBEN β-Carotin		751
17.14	Stereochemischer Verlauf der nucleophilen Addition: <i>Re</i> - und <i>Si</i> -Seiten	752
17.15	Syntheseplanung VI: Bindungstrennungen, Synthone und Syntheseäquivalente.....	754
17.16	Nucleophile Addition an α,β -ungesättigte Aldehyde und Ketone	756
17.17	Nucleophile Addition an α,β -ungesättigte Carbonsäurederivate.....	760
17.18	Enzymkatalysierte Addition an α,β -ungesättigte Carbonylverbindungen	761
Zusammenfassung		762
Zusammenfassung der Reaktionen.....		763
Schlüsselbegriffe.....		767

Kapitel 18 Carbonylverbindungen III – Reaktionen am α-Kohlenstoffatom	769
18.1 Azidität von α -Wasserstoffatomen	771
18.2 Keto-Enol-Tautomerie	774
18.3 Enolisierung	775
18.4 Wie Enole und Enolationen reagieren	776
18.5 Halogenierung des α -Kohlenstoffatoms von Aldehyden und Ketonen	778
18.6 Die Hell-Volhard-Zelinsky-Reaktion	780
18.7 α -Halogenierte Carbonylverbindungen in der Synthese	781
18.8 Die Verwendung von LDA zur Bildung von Enolaten	782
18.9 Alkylierung des α -Kohlenstoffatoms von Carbonylverbindungen	783
18.10 Alkylierung und Acylierung des α -Kohlenstoffatoms über Enaminzwischenstufen	785
18.11 Die Michael-Addition	787
18.12 Die Aldoladdition	789
18.13 Die Bildung α, β -ungesättigter Aldehyde und Ketone	790
18.14 Die gemischte Aldolreaktion	792
18.15 Die Claisen-Kondensation zur Bildung von β -Ketoestern	793
18.16 Die gemischte Claisen-Kondensation	795
18.17 Intramolekulare Kondensations- und Additionsreaktionen	797
18.18 Decarboxylierung von 3-Oxocarbonsäuren	802
18.19 Die Malonsäureestersynthese	803
18.20 Die Acetessigestersynthese	805
18.21 Syntheseplanung VII: Die Knüpfung neuer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen	806
18.22 Reaktionen am α -Kohlenstoffatom in biologischen Systemen	808
Zusammenfassung	812
Zusammenfassung der Reaktionen	813
Schlüsselbegriffe	816
Teil VII Weiteres zu den Themen Redoxreaktionen und Amine	817
Kapitel 19 Weiteres zu Redoxreaktionen	819
19.1 Reduktionen	823
19.2 Oxidation von Alkoholen	828
CHEMIE UND LEBEN Alkoholismusbehandlung mit Disulfiram	830
CHEMIE UND LEBEN Das fötale Alkoholsyndrom	830
19.3 Oxidation von Aldehyden und Ketonen	830
19.4 Syntheseplanung VIII: Kontrolle des stereochemischen Verlaufs	832
19.5 Alkenhydroxylierung	834
19.6 Oxidative 1,2-Diolspaltung	835
19.7 Oxidative Alkenspaltung	836
19.8 Oxidative Alkylspaltung	840
19.9 Syntheseplanung IX: Die Umwandlung funktioneller Gruppen	841
Zusammenfassung	842
Zusammenfassung der Reaktionen	843
Schlüsselbegriffe	845

Kapitel 20	Weiteres zu den Aminen • Heterozyklische Verbindungen	847
20.1	Weiteres zur Nomenklatur.....	849
20.2	Mehr über die Säure/Base-Eigenschaften von Aminen.....	850
20.3	Amine reagieren als Basen und als Nucleophile.....	850
20.4	Reaktionen quartärer Ammoniumhydroxidderivate.....	852
CHEMIE UND LEBEN	Eine nützliche, übel-schmeckende Verbindung.....	854
20.5	Phasentransferkatalyse.....	855
20.6	Oxidation von Aminen: Die Cope-Eliminierung.....	856
20.7	Synthese von Aminen.....	858
20.8	Aromatische fünfgliedrige Heterozyklen.....	859
20.9	Aromatische sechsgliedrige Heterozyklen.....	864
20.10	Biologisch bedeutsame Heterozyklen.....	869
CHEMIE UND LEBEN	Porphyrin, Bilirubin und Gelbsucht.....	871
	Zusammenfassung.....	872
	Zusammenfassung der Reaktionen.....	873
	Schlüsselbegriffe.....	875
Teil VIII	Bioorganische Verbindungen	877
Kapitel 21	Kohlenhydrate	881
21.1	Klassifizierung der Kohlenhydrate.....	884
21.2	Die D-/L-Nomenklatur der Kohlenhydrate.....	884
21.3	Die Konfigurationen der Aldosen.....	886
21.4	Die Konfigurationen der Ketosen.....	887
21.5	Reaktionen der Monosaccharide in basischen Lösungen.....	888
21.6	Redoxreaktionen der Monosaccharide.....	889
CHEMIE UND LEBEN	Zuckerfreies Kaugummi.....	890
21.7	Osazonbildung.....	891
CHEMIE UND LEBEN	Blutzuckermessung bei Diabetikern.....	892
21.8	Kettenverlängerung: Die Kiliani/Fischer-Synthese.....	893
21.9	Kettenverkürzung: Der Wohl-Abbau.....	893
21.10	Die Stereochemie der Glucose: Der Konfigurationsbeweis von Fischer.....	894
21.11	Halbacetalbildung.....	896
21.12	Die Stabilität der Glucose.....	899
21.13	Glycosidbildung.....	901
21.14	Der anomere Effekt.....	903
21.15	Reduzierende und nichtreduzierende Zucker.....	904
21.16	Disaccharide.....	904
CHEMIE UND LEBEN	Lactoseintoleranz.....	907
CHEMIE UND LEBEN	Galaktosämie.....	907
21.17	Polysaccharide.....	908
CHEMIE UND LEBEN	Warum der Zahnarzt Recht hat.....	908
CHEMIE UND LEBEN	Floh-bekämpfung.....	911
21.18	Einige von Kohlenhydraten abgeleitete Naturstoffe.....	911
CHEMIE UND LEBEN	Heparin.....	911
CHEMIE UND LEBEN	Vitamin C.....	913
21.19	Kohlenhydrate an Zelloberflächen.....	913

21.20	Synthetische Süßstoffe	915
	CHEMIE UND LEBEN Der ADI-Wert (<i>acceptable daily intake</i>)	917
	Zusammenfassung	918
	Zusammenfassung der Reaktionen	919
	Schlüsselbegriffe	920
Kapitel 22 Aminosäuren, Peptide und Proteine		921
22.1	Klassifizierung und Nomenklatur der Aminosäuren	923
	CHEMIE UND LEBEN Proteine und Ernährung	927
22.2	Konfiguration der Aminosäuren	928
	CHEMIE UND LEBEN Aminosäuren und Krankheit	929
22.3	Säure/Base-Eigenschaften der Aminosäuren	930
22.4	Der isoelektrische Punkt	931
22.5	Trennung von Aminosäuren	932
22.6	Aminosäuresynthesen	937
22.7	Racematspaltung von Aminosäuregemischen	939
22.8	Peptidbindungen und Disulfidbindungen	940
	CHEMIE UND LEBEN Haare: Glatt oder gelockt?	941
22.9	Einige interessante Peptide	943
22.10	Strategie der Peptidsynthese: N-Schutz und C-Aktivierung	945
22.11	Automatisierte Peptidsynthese	948
22.12	Proteinstruktur – Eine Einführung	951
	CHEMIE UND LEBEN Primärstruktur und Evolution	951
22.13	Ermittlung der Primärstruktur eines Proteins	951
22.14	Sekundärstruktur von Proteinen	958
22.15	Tertiärstruktur von Proteinen	961
22.16	Quartärstruktur von Proteinen	963
22.17	Proteindenaturierung	963
	Zusammenfassung	965
	Schlüsselbegriffe	966
Kapitel 23 Katalyse		967
22.1	Katalyse in der Organischen Chemie	970
22.2	Saure Katalyse	971
22.3	Basenkatalyse	974
22.4	Nucleophile Katalyse	976
22.5	Katalyse durch Metallionen	977
22.6	Intramolekulare Reaktionen	979
22.7	Intramolekulare Katalyse	982
22.8	Katalyse biochemischer Reaktionen	985
22.9	Enzymkatalysierte Reaktionen	987
	Zusammenfassung	1000
	Schlüsselbegriffe	1001
Kapitel 24 Reaktionsmechanismen der Coenzyme		1003
	CHEMIE UND LEBEN Vitamin B₁	1006
	CHEMIE UND LEBEN „Vitamie“ – Amine, die lebenswichtig sind	1006

24.1	Einführung in den Stoffwechsel	1007
24.2	Ein für viele Redoxreaktionen benötigtes Vitamin: Vitamin B ₃	1007
CHEMIE UND LEBEN Niacinmangel		1009
24.3	Flavinadeninucleotid und Flavinmononucleotid: Vitamin B ₂	1014
24.4	Thiaminpyrophosphat: Vitamin B ₁	1018
24.5	Biotin: Vitamin H	1023
24.6	Pyridoxalphosphat: Vitamin B ₆	1025
CHEMIE UND LEBEN Abschätzung der Gewebeschädigung nach einem Herzinfarkt		1027
24.7	Coenzym B ₁₂ : Vitamin B ₁₂	1032
24.8	Tetrahydrofolat: Folsäure	1034
24.9	Vitamin KH ₂ : Vitamin K	1039
CHEMIE UND LEBEN Zu viel Broccoli		1042
Zusammenfassung		1043
Schlüsselbegriffe		1044

Kapitel 25 Stoffwechselchemie 1045

CHEMIE UND LEBEN Unterschiede im Stoffwechsel		1046
25.1	Die vier Stufen des Katabolismus	1047
25.2	ATP: Der Überträger der chemischen Energie	1048
25.3	Reaktionsmechanismen für Phosphorylgruppenübertragungen	1051
25.4	Der „energiereiche Charakter“ der Phosphoanhydridbindungen	1054
25.5	Warum ATP in lebenden Zellen kinetisch stabil ist	1056
25.6	Der katabole Stoffwechsel der Fette: β -Oxidation	1056
25.7	Der katabole Stoffwechsel der Kohlenhydrate	1059
25.8	Die verschiedenen Schicksale des Pyruvats	1062
25.9	Der katabole Stoffwechsel der Proteine	1063
CHEMIE UND LEBEN Phenylketonurie: Ein angeborener Stoffwechseldefekt		1065
CHEMIE UND LEBEN Alkaptonurie		1065
25.10	Der Zitronensäurezyklus	1065
25.11	Die oxidative Phosphorylierung	1068
25.12	Anabolismus	1069
CHEMIE UND LEBEN Der Grundumsatz		1069
Zusammenfassung		1070
Schlüsselbegriffe		1071

Kapitel 26 Lipide 1073

26.1	Fettsäuren: Langkettige Carbonsäuren	1075
CHEMIE UND LEBEN Omegafettsäuren		1076
26.2	Wachse: Hochmolekulare Ester	1077
26.3	Fette und Öle	1077
CHEMIE UND LEBEN Olestra: Fettfreies „Fett“ mit Geschmack		1080
CHEMIE UND LEBEN Wale und Echoortung		1080
26.4	Phospholipide und Sphingolipide: Bestandteile biologischer Membranen	1081
CHEMIE UND LEBEN Schlangengift		1083
CHEMIE UND LEBEN Ist Schokolade gesund?		1083
CHEMIE UND LEBEN Multiple Sklerose und die Myelinscheiden von Nervenzellen		1084
26.5	Prostaglandine: Die Regulation physiologischer Reaktionen	1085

26.6	Terpene	1088
26.7	Vitamin A	1090
26.8	Die Biosynthese der Terpene	1091
26.9	Steroide als chemische Botenstoffe	1097
CHEMIE UND LEBEN Cholesterin und Herzkrankheiten		1100
CHEMIE UND LEBEN Die medizinische Behandlung erhöhter Cholesterinwerte		1100
26.10	Die Biosynthese des Cholesterins	1101
26.11	Synthetische Steroide	1102
Zusammenfassung		1103
Schlüsselbegriffe		1104
 Kapitel 27 Nucleoside, Nucleotide und Nucleinsäuren		1105
27.1	Nucleoside und Nucleotide	1107
27.2	Wichtige Nucleotide	1111
27.3	Nucleinsäuren	1111
27.4	DNA ist stabil, RNA kann leicht gespalten werden	1116
27.5	Replikation: Die Biosynthese der DNA in lebenden Zellen	1117
27.6	Transkription: Die Biosynthese der RNA in lebenden Zellen	1118
27.7	Drei Arten von Ribonucleinsäuren	1120
27.8	Translation: Die Biosynthese der Proteine in lebenden Zellen	1123
CHEMIE UND LEBEN Antibiotika, die die Translation hemmen		1127
CHEMIE UND LEBEN Sichelzellenanämie		1127
27.9	Warum die DNA Thymin anstelle von Uracil enthält	1128
27.10	Wie die Basensequenz eines DNA-Moleküls bestimmt wird	1129
27.11	Die Polymerasekettenreaktion (PCR)	1132
27.12	Gentechnik	1133
CHEMIE UND LEBEN Herbizidresistenz		1134
27.13	Die Laborsynthese von DNA-Strängen	1134
Zusammenfassung		1140
Schlüsselbegriffe		1141
 Index		1143
Bildnachweis		1165

TEIL IX	Spezielle Themen der Organischen Chemie	1
Kapitel 28	Synthetische Polymere	3
28.1	Zwei Klassen synthetischer Polymere	6
28.2	Kettenwachstumspolymere	8
28.3	Stereochemie der Polymerisation • Natta-Ziegler-Katalysatoren	20
28.4	Die Polymerisation von Dienen • Gummiherstellung	21
28.5	Copolymere	24
28.6	Stufenwachstumspolymere	25
28.7	Physikalische Eigenschaften von Polymeren	31
	Zusammenfassung	35
	Schlüsselbegriffe	36
	Übungen	36
Kapitel 29	Perizyklische Reaktionen	41
29.1	Die drei Arten perizyklischer Reaktionen	43
29.2	Molekülorbitale und Orbitalsymmetrie	46
29.3	Elektrozyklische Reaktionen	51
29.4	Cycloadditionen	58
	CHEMIE UND LEBEN Kaltes Licht – chemische Lumineszenz	62
29.5	Sigmatrope Umlagerungen	63
29.6	Perizyklische Reaktionen in biologischen Systemen	69
	CHEMIE UND LEBEN Das Sonnenlicht-Vitamin	72
29.7	Zusammenfassung der Auswahlregeln für perizyklische Reaktionen	72
	Zusammenfassung	73
	Schlüsselbegriffe	73
	Übungen	74
Kapitel 30	Organische Wirkstoffchemie – Entdeckung und Entwicklung	77
30.1	Die Benennung von Wirkstoffen	83
30.2	Leitverbindungen	84
30.3	Molekulare Modifizierung	85
30.4	Zufallsdurchmusterungen	89
30.5	Glückliche Zufälle bei der Medikamentenentwicklung	91
30.6	Rezeptoren	93
30.7	Enzymhemmstoffe als Medikamentenwirkstoffe	99
30.8	Entwurf eines Selbstmordsubstrates	102
30.9	Quantitative Struktur-/Aktivitäts-Beziehung	104
30.10	Molekulare Modellierung	106
30.11	Kombinatorische organische Synthese	107
30.12	Antivirale Wirkstoffe	109
30.13	Pharmazeutische Ökonomie • Gesetzliche Regelungen	111
	Zusammenfassung	112