

Inhaltsübersicht

<i>Vorworte</i>	XV
1 Struktur und Bindung organischer Moleküle	1
2 Alkane: Moleküle ohne funktionelle Gruppen	37
3 Die Reaktionen der Alkane – Pyrolyse und Dissoziationsenergien, Verbrennung und Wärmeinhalt, radikalische Halogenierung und relative Reaktivität	71
4 Cyclische Alkane	105
5 Stereoisomerie	137
6 Eigenschaften und Reaktionen der Halogenalkane – Bimolekulare nucleophile Substitution	177
7 Weitere Reaktionen der Halogenalkane – Unimolekulare Substitution und Eliminierung	217
8 Alkohole – Eigenschaften der Hydroxyverbindungen, Einführung in die Synthesestrategie	251
9 Weitere Reaktionen der Alkohole und die Chemie der Ether	293
10 NMR-Spektroskopie zur Strukturaufklärung	343
11 Alkene und Infrarot-Spektroskopie	399
12 Die Reaktionen der Alkene	445
13 Alkine – Die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Dreifachbindung	503
14 Delokalisierte π -Systeme und ihre Untersuchung durch UV-VIS-Spektroskopie	551
15 Die besondere Stabilität des cyclischen Elektronensextetts – Benzol, andere cyclische Polyene und die elektrophile aromatische Substitution	603
16 Elektrophiler Angriff auf Benzolderivate – Substituenten beeinflussen die Regioselektivität	663
17 Aldehyde und Ketone: Die Carbonylgruppe	703
18 Enole und Enone – α,β -ungesättigte Alkohole, Aldehyde und Ketone	757
19 Carbonsäuren	807
20 Derivate von Carbonsäuren und Massenspektrometrie	865
21 Amine und ihre Derivate – Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen	931
22 Chemie der Substituenten am Benzolring	981
23 Dicarbonylverbindungen	1041
24 Kohlenhydrate – Polyfunktionelle Naturstoffe	1083
25 Heterocyclen – Heteroatome in cyclischen organischen Verbindungen	1133
26 Aminosäuren, Peptide und Proteine – Stickstoffhaltige natürliche Monomere und Polymere <i>Lösungen zu den Übungen</i>	1181
<i>Sachregister</i>	1229
	1291

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur zweiten Auflage	XV
An die Studenten	XXI
Vorwort des Herausgebers zur zweiten deutschen Auflage	XXVII
1 Struktur und Bindung organischer Moleküle	1
1.1 Das Gebiet der Organischen Chemie: Ein Überblick	2
1.2 Ionische und kovalente Bindung: Kurzer Abriß der historischen Entwicklung	5
1.3 Das quantenmechanische Atommodell: Atomorbitale	8
1.4 Bindung durch Überlappung von Atomorbitalen: Molekülorbitale	14
1.5 Bindungen in komplizierten Molekülen: Hybridorbitale	16
1.6 Nicht alle Elektronen werden gleichmäßig aufgeteilt: Die polare kovalente Bindung	21
1.7 Resonanzformeln	23
1.8 Zusammensetzung, Struktur und Formeln von organischen Molekülen	26
Wichtige Konzepte	31
Aufgaben	32
2 Alkane: Moleküle ohne funktionelle Gruppen	37
2.1 Die funktionelle Gruppe: Das Zentrum der Reaktivität	37
2.2 Geradkettige und verzweigte Alkane	42
2.3 Die systematische Nomenklatur der Alkane	43
2.4 Physikalische Eigenschaften der Alkane	49
2.5 Rotation um Einfachbindungen: Konformationen	52
2.6 Diagramme der potentiellen Energie	53
2.7 Rotation in substituierten Ethanen	56
2.8 Kinetik und Thermodynamik der Konformationsisomerie und einfacher Reaktionen	59
Wichtige Konzepte	65
Aufgaben	66
3 Die Reaktionen der Alkane – Pyrolyse und Dissoziationsenergien, Verbrennung- und Wärmeinhalt, radikalische Halogenierung und relative Reaktivität	71
3.1 Die Stärke der Alkanbindung: Pyrolyse	72
3.2 Struktur von Alkyradikalen und Hyperkonjugation	74
3.3 Erdöl und das Cracken von Kohlenwasserstoffen: Ein Beispiel für Pyrolyse	76
3.4 Verbrennung der Alkane	79
3.5 Die Halogenierung von Methan	83
3.6 Die Chlorierung höherer Alkane: Relative Reaktivität und Selektivität	90
3.7 Die Selektivität der Halogenierung von Alkanen mit Fluor und Brom	94
3.8 Synthetische Bedeutung der radikalischen Halogenierung	96
Wichtige Konzepte	98
Aufgaben	99

4	Cyclische Alkane	105
4.1	Namen und physikalische Eigenschaften der Cycloalkane	105
4.2	Ringspannung und die Struktur der Cycloalkane	108
4.3	Cyclohexan, ein spannungsfreies Cycloalkan	112
4.4	Substituierte Cyclohexane	116
4.5	Höhere Cycloalkane	120
4.6	Polycyclische Alkane	121
4.7	Carbocyclische Naturstoffe	124
	Wichtige Konzepte	128
	Aufgaben	129
5	Stereoisomerie	137
5.1	Chirale Moleküle	138
5.2	Optische Aktivität	142
5.3	Absolute Konfiguration: Die <i>R-S</i> -Sequenzregeln	145
5.4	Fischer-Projektionen	150
5.5	Moleküle mit mehreren Chiralitätszentren	153
5.6	<i>Meso</i> -Verbindungen	156
5.7	Stereochemie bei chemischen Reaktionen	160
5.8	Trennung von Enantiomeren	165
	Wichtige Konzepte	168
	Aufgaben	169
6	Eigenschaften und Reaktionen der Halogenalkane – Bimolekulare nucleophile Substitution	177
6.1	Nomenklatur der Halogenalkane	177
6.2	Physikalische Eigenschaften der Halogenalkane	178
6.3	Nucleophile Substitution	180
6.4	Ein erster Blick auf den Mechanismus der Substitution: Die Kinetik	183
6.5	Vorderseiten- oder Rückseitenangriff? Die Stereochemie der S_N2 -Reaktion	185
6.6	Die Folgen der Inversion bei S_N2 -Reaktionen	187
6.7	Die Struktur der Abgangsgruppe beeinflußt die Geschwindigkeit der nucleophilen Substitution	190
6.8	Einfluß der Nucleophilie auf die S_N2 -Reaktion	197
6.9	Der Einfluß der Substratstruktur auf die Geschwindigkeit der nucleophilen Substitution	201
6.10	Auswirkungen aprotischer Lösungsmittel	206
	Wichtige Konzepte	208
	Aufgaben	208
7	Weitere Reaktionen der Halogenalkane – Unimolekulare Substitution und Eliminierung	217
7.1	Solvolyse tertärer Halogenalkane	217
7.2	Mechanismus der Solvolyse tertärer Halogenalkane: Unimolekulare nucleophile Substitution	219
7.3	Stereochemische Konsequenzen der S_N1 -Reaktion	222
7.4	Einflüsse des Lösungsmittels, der Abgangsgruppe und der Nucleophile auf die unimolekulare Substitution	223
7.5	Der Einfluß der Substratstruktur auf die Geschwindigkeit der S_N1 -Reaktion: Die Stabilität von Carbenium-Ionen	225
7.6	Unimolekulare Eliminierung: E1	228
7.7	Bimolekulare Eliminierung: E2	231
7.8	Konkurrenz zwischen Substitution und Eliminierung	234
7.9	Zusammenfassung der Reaktivität von Halogenalkanen	238
	Neue Reaktionen	241
	Wichtige Konzepte	242
	Aufgaben	242

8	Alkohole – Eigenschaften der Hydroxyverbindungen, Einführung in die Synthesestrategie	251
8.1	Nomenklatur der Alkohole	252
8.2	Struktur und physikalische Eigenschaften der Alkohole	254
8.3	Alkohole sind Säuren und Basen	256
8.4	Technische Alkoholsynthesen mit Kohlenmonoxid und Ethen	260
8.5	Alkoholsynthese durch nucleophile Substitution	261
8.6	Die Redox-Beziehung zwischen Alkoholen und Carbonylverbindungen	263
8.7	Organometallische Verbindungen: Reagenzien mit nucleophilen Kohlenstoffatomen	269
8.8	Organometallische Reagenzien bei der Alkoholsynthese	274
8.9	Komplizierte Alkohole: Eine Einführung in die Synthesestrategie	276
	Neue Reaktionen	283
	Wichtige Konzepte	286
	Aufgaben	287
9	Weitere Reaktionen der Alkohole und die Chemie der Ether	293
9.1	Die Darstellung von Alkoxyden	294
9.2	Die Darstellung von Alkyloxonium-Ionen: Substitutions- und Eliminierungsreaktionen von Alkoholen	296
9.3	Umlagerungen der Carbenium-Ionen	298
9.4	Die Bildung organischer und anorganischer Ester aus Alkoholen	305
9.5	Nomenklatur und physikalische Eigenschaften von Ethern	310
9.6	Die Williamson-Ethersynthese	311
9.7	Ether aus Alkoholen und Mineralsäuren	316
9.8	Reaktionen gewöhnlicher Ether und die Ringöffnung von Oxacyclopropanen	319
9.9	Schwefelanaloga der Alkohole und Ether: Thiole und Sulfide	325
9.10	Physiologische und andere interessante Eigenschaften; Verwendungszwecke einiger Alkohole und Ether	328
	Neue Reaktionen	331
	Wichtige Konzepte	334
	Aufgaben	335
10	NMR-Spektroskopie zur Strukturaufklärung	343
10.1	Physikalische Meßmethoden und chemische Nachweise	343
10.2	Was ist Spektroskopie?	344
10.3	Protonen-Kernresonanz ($^1\text{H-NMR}$)	347
10.4	Anwendung den NMR-Spektren zur Analyse der Konstitution von Molekülen: Die chemische Verschiebung von Protonen	353
10.5	Chemisch äquivalente Wasserstoffatome haben dieselbe chemische Verschiebung	359
10.6	Integration	363
10.7	Spin-Spin-Kopplung: Die gegenseitige Beeinflussung nichtäquivalenter Wasserstoffatome	366
10.8	Kompliziertere Spin-Spin-Kopplungen	374
10.9	$^{13}\text{C-NMR}$ -Spektroskopie	381
	Wichtige Konzepte	387
	Aufgaben	388
11	Alkene und Infrarot-Spektroskopie	399
11.1	Die Nomenklatur der Alkene	400
11.2	Struktur und Bindung in Ethen: Die π -Bindung	403
11.3	Physikalische Eigenschaften der Alkene	406
11.4	NMR-Spektroskopie von Alkenen	408
11.5	Eine weitere Methode zur Identifizierung funktioneller Gruppen: Die Infrarot-Spektroskopie	414
11.6	Der Grad der Ungesättigtheit: Eine weitere Hilfe zur Identifizierung der Molekülstruktur	420
11.7	Die relative Stabilität von Doppelbindungen: Hydrierungswärmen	421
11.8	Darstellung von Alkenen aus Halogenalkanen und Alkylsulfonaten: Anwendung von bimolekularen Eliminierungen	424
11.9	Darstellung der Alkene durch Dehydratisierung von Alkoholen	429
	Neue Reaktionen	434
	Wichtige Konzepte	435
	Aufgaben	436

12	Die Reaktionen der Alkene	445
12.1	Warum Additionsreaktionen stattfinden: Thermodynamische Aspekte	445
12.2	Die katalytische Hydrierung von Alkenen	447
12.3	Der nucleophile Charakter der π -Bindung: Elektrophile Addition von Halogenwasserstoffen	450
12.4	Alkoholsynthese durch elektrophile Hydratisierung: Die thermodynamische Kontrolle	454
12.5	Elektrophile Addition von Halogenen an Alkene	456
12.6	Die Verallgemeinerung der elektrophilen Addition	459
12.7	Oxymercurierung-Demerkurierung: Eine spezielle elektrophile Addition	463
12.8	Regioselektive und stereospezifische Funktionalisierung von Alkenen durch Hydroborierung	465
12.9	Oxacyclopropan-Synthese: Die Oxidation mit Peroxycarbonsäuren	468
12.10	Synthese vicinaler <i>syn</i> -Diole durch Oxidation mit Permanganat	471
12.11	Oxidative Spaltung: Ozonolyse	473
12.12	Addition von Radikalen an Alkene: Bildung von anti-Markovnikov-Produkten	475
12.13	Dimerisierung, Oligomerisierung und Polymerisation von Alkenen	478
12.14	Synthese von Polymeren	480
12.15	Ethen: Ein wichtiger industrieller Rohstoff	485
12.16	Alkene in der Natur: Insekten-Pheromone	486
	Neue Reaktionen	488
	Wichtige Konzepte	492
	Aufgaben	492
13	Alkine – Die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Dreifachbindung	503
13.1	Die Nomenklatur der Alkine	503
13.2	Eigenschaften und Bindung der Alkine	505
13.3	Spektroskopie der Alkine	507
13.4	Die Stabilität der Dreifachbindung	511
13.5	Darstellung von Alkinen durch doppelte Eliminierung	515
13.6	Darstellung der Alkine durch Alkylierung von Alkinyl-Anionen	518
13.7	Reaktionen der Alkine: Die relative Reaktivität der beiden π -Bindungen	519
13.8	Elektrophile Additionsreaktionen der Alkine	523
13.9	Anti-Markovnikov-Additionen an Dreifachbindungen	528
13.10	Die Chemie der Alkenylhalogenide und Cuprat-Reagenzien	531
13.11	Ethin als industrielles Ausgangsmaterial	533
13.12	Natürlich vorkommende und physiologisch aktive Alkine	536
	Neue Reaktionen	538
	Wichtige Konzepte	541
	Aufgaben	542
14	Delokalisierte π-Systeme und ihre Untersuchung durch UV-VIS-Spektroskopie	551
14.1	Überlappung von drei benachbarten <i>p</i> -Orbitalen: Resonanz im Allylsystem (2-Propenyl-System)	552
14.2	Radikalische Halogenierung in Allylstellung	556
14.3	Nucleophile Substitution an Allylhalogeniden: Kinetische und thermodynamische Kontrolle	558
14.4	Allylmetall-Reagenzien: Wertvolle C ₃ -Nucleophile	561
14.5	Zwei benachbarte Doppelbindungen: Konjugierte Diene	563
14.6	Elektrophiler Angriff an konjugierte Diene	566
14.7	Delokalisierung über mehr als zwei π -Bindungen: Ausgedehnte Konjugation und Benzol	569
14.8	Eine besondere Reaktion konjugierter Diene: Die Diels-Alder-Cycloaddition	571
14.9	Elektrocyclische Reaktionen	579
14.10	Polymerisation konjugierter Diene: Kautschuk	583
14.11	Elektronenspektren: Spektroskopie im ultravioletten und im sichtbaren Bereich	588
	Neue Reaktionen	592
	Wichtige Konzepte	595
	Aufgaben	596

15	Die besondere Stabilität des cyclischen Elektronensextetts – Benzol, andere cyclische Polyene und die elektrophile aromatische Substitution	603
15.1	Die systematische Benennung von Bezolderivaten	604
15.2	Struktur und Resonanzenergie von Benzol: Ein erster Blick auf die Aromatizität	607
15.3	π -Molekülorbitale des Benzols	609
15.4	Die spektroskopischen Eigenschaften von Benzol	612
15.5	Mehrkernige benzoide Kohlenwasserstoffe	619
15.6	Kondensierte benzoide Kohlenwasserstoffe: Naphthalin und die tricyclischen Systeme	620
15.7	Andere cyclische Polyene: Die Hückel-Regel	629
15.8	Die Hückel-Regel und geladene Moleküle	633
15.9	Synthese von Benzolderivaten: Elektrophile aromatische Substitution	636
15.10	Die Halogenierung von Benzol erfordert einen Katalysator	638
15.11	Nitrierung und Sulfonierung von Benzol	640
15.12	Die Friedel-Crafts-Alkylierung	643
15.13	Die Grenzen der Friedel-Crafts-Alkylierung	645
15.14	Friedel-Crafts-Alkanoylierungen (-Acylierungen)	647
	Neue Reaktionen	651
	Wichtige Konzepte	655
	Aufgaben	656
16	Elektrophiler Angriff auf Benzolderivate – Substituenten beeinflussen die Regioselektivität	663
16.1	Aktivierung und Desaktivierung des Benzolrings	663
16.2	Dirigierender induktiver Effekt von Alkylgruppen	666
16.3	Dirigierende Wirkung von Substituenten, die in Resonanz zum Benzolring treten	670
16.4	Elektrophiler Angriff auf disubstituierte Benzole	676
16.5	Synthesestrategien	679
16.6	Angriff auf ein bereits substituiertes aromatisches Kohlenstoffatom: Elektrophile <i>ipso</i> -Substitution	683
16.7	Reaktivität mehrkerniger benzoider Kohlenwasserstoffe	684
16.8	Vorkommen und Herstellung von Benzol und anderen aromatischen Kohlenwasserstoffen	688
16.9	Mehrkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und Krebs	690
	Neue Reaktionen	692
	Wichtige Konzepte	694
	Aufgaben	695
17	Aldehyde und Ketone: Die Carbonylgruppe	703
17.1	Nomenklatur der Aldehyde und Ketone	704
17.2	Die Struktur der Carbonylgruppe	706
17.3	Spektroskopische Eigenschaften von Aldehyden und Ketonen	708
17.4	Die Darstellung von Aldehyden und Ketonen	711
17.5	Die Reaktivität der Carbonylgruppe: Additionsmechanismen	715
17.6	Die Addition von Wasser zu Hydraten	718
17.7	Die Addition von Alkoholen zu Halbacetalen und Acetalen	719
17.8	Acetale als Schutzgruppen	722
17.9	Nucleophile Addition von Ammoniak und seinen Derivaten	725
17.10	Desoxidierung der Carbonylgruppe	729
17.11	Die Addition von Cyanwasserstoff zu Cyanhydrinen	733
17.12	Die Addition von Phosphor-Yilden: Die Wittig-Reaktion	734
17.13	Die Oxidation mit Peroxycarbonsäuren: Die Baeyer-Villiger-Oxidation	740
17.14	Oxidative chemische Nachweise für Aldehyde	741
	Neue Reaktionen	742
	Wichtige Konzepte	747
	Aufgaben	748

18	Enole und Enone – α,β-ungesättigte Alkohole, Aldehyde und Ketone	757
18.1	Die Acidität von Aldehyden und Ketonen: Enolat-Ionen	758
18.2	Keto-Enol-Gleichgewichte	759
18.3	Halogenierung von Aldehyden und Ketonen	763
18.4	Die Alkylierung von Aldehyden und Ketonen	767
18.5	Angriff von Enolaten auf Carbonylgruppen: Aldoladdition und Aldolkondensation	770
18.6	Die gekreuzte Aldolkondensation	774
18.7	Die intramolekulare Aldolkondensation	776
18.8	Andere Darstellungen von α,β -ungesättigten Aldehyden und Ketonen	778
18.9	Eigenschaften von α,β -ungesättigten Aldehyden und Ketonen	779
18.10	Konjugierte Additionen an α,β -ungesättigte Aldehyde und Ketone	784
18.11	1,2- und 1,4-Additionen von organometallischen Reagenzien	786
18.12	Konjugierte Additionen von Enolat-Ionen: Die Michael-Addition und die Robinson-Anellierung	789
	Neue Reaktionen	791
	Wichtige Konzepte	796
	Aufgaben	796
19	Carbonsäuren	807
19.1	Die Nomenklatur der Carbonsäuren	808
19.2	Struktur und physikalische Eigenschaften der Carbonsäuren	810
19.3	NMR- und IR-Spektroskopie von Carbonsäuren	811
19.4	Acidität und Basizität von Carbonsäuren	814
19.5	Die Synthese von Carbonsäuren in der Industrie	818
19.6	Methoden zur Erzeugung der Carboxygruppe	819
19.7	Substitution am Carboxy-Kohlenstoffatom: Der Additions-Eliminierungs-Mechanismus	824
19.8	Carbonsäure-Derivate: Alkanoyl-(Acyl)-halogenide und Anhydride	827
19.9	Carbonsäure-Derivate: Ester	830
19.10	Carbonsäure-Derivate: Amide	834
19.11	Reaktionen von Carbonsäuren mit Organolithiumverbindungen und Lithium-aluminiumhydrid: Nucleophiler Angriff auf die Carboxygruppe	837
19.12	Substitution in Nachbarstellung zur Carboxygruppe; die Hell-Volhard-Zelinsky-Reaktion	839
19.13	Decarboxylierung von Carbonsäuren durch Ein-Elektronen-Übertragung; die Hunsdiecker-Reaktion	843
19.14	Biologische Aktivität von Carbonsäuren	845
	Neue Reaktionen	850
	Wichtige Konzepte	854
	Aufgaben	855
20	Derivate von Carbonsäuren und Massenspektrometrie	865
20.1	Relative Reaktivitäten, Strukturen und Spektren der Carbonsäure-Derivate	865
20.2	Die Chemie der Alkanoylhalogenide	869
20.3	Die Chemie der Carbonsäureanhydride	874
20.4	Nomenklatur und Eigenschaften der Ester	877
20.5	Die Chemie der Ester	880
20.6	Amide: Die reaktionsträgsten Carbonsäure-Derivate	887
20.7	Amidate und ihre Halogenierung: Die Hofmann-Umlagerung	891
20.8	Eine besondere Klasse von Carbonsäure-Derivaten: Nitrile	895
20.9	Bestimmung der molaren Masse von organischen Verbindungen: Massenspektrometrie	900
20.10	Die Fragmentierungsmuster organischer Moleküle	905
20.11	Hochauflösende Massenspektrometrie	913
	Neue Reaktionen	915
	Wichtige Konzepte	921
	Aufgaben	922

21	Amine und ihre Derivate – Stickstoffhaltige funktionelle Gruppen	931
21.1	Nomenklatur der Amine	931
21.2	Strukturelle und physikalische Eigenschaften der Amine	933
21.3	Spektroskopischer Nachweis der Aminogruppe	935
21.4	Acidität und Basizität von Aminen	939
21.5	Synthese von Aminen durch Alkylierung	942
21.6	Synthese von Aminen durch reduktive Aminierung	947
21.7	Synthese von Aminen aus Carbonsäure-Derivaten	949
21.8	Quartäre Ammoniumsalze: Hofmann-Eliminierung	951
21.9	Mannich-Reaktion: Die Alkylierung von Enolen durch Iminium-Ionen	952
21.10	Oxidation und Nitrosierung von Aminen: Aminoxide, N-Nitrosamine und Diazonium-Ionen	954
21.11	Diazomethan, Carbene und Cyclopropan-Synthesen	957
21.12	Quartäre Ammoniumsalze als Phasentransfer-Katalysatoren	962
21.13	Amine in der Industrie: Nylon	963
	Neue Reaktionen	966
	Wichtige Konzepte	970
	Aufgaben	971
22	Chemie der Substituenten am Benzolring	981
22.1	Reaktivität des Phenylmethyl- (Benzyl-) Kohlenstoffatoms: Resonanzstabilisierung der Benzylgruppe	981
22.2	Oxidation und Reduktion von Benzol und seinen Derivaten	987
22.3	Namen und Eigenschaften der Phenole	993
22.4	Darstellung von Phenolen: Nucleophile aromatische Substitution	995
22.5	Die Alkoholchemie der Phenole	1004
22.6	Elektrophile Substitution an Phenolen	1006
22.7	Claisen- und Cope-Umlagerung	1009
22.8	Oxidation der Phenole: Cyclohexadiendione (Benzochinone)	1011
22.9	Oxidations-Reduktions-Prozesse in der Natur	1014
22.10	Arendiazoniumsalze	1018
22.11	Elektrophile Substitution durch Arendiazoniumsalze: Azokupplung	1022
	Neue Reaktionen	1023
	Wichtige Konzepte	1030
	Übungsaufgaben	1030
23	Dicarbonylverbindungen	1041
23.1	β-Dicarbonylverbindungen: Die Claisen-Kondensation	1043
23.2	β-Dicarbonylverbindungen als synthetische Zwischenstufen	1049
23.3	Weitere Reaktionen von β-Dicarbonyl-Anionen: Die Knoevenagel-Kondensation und die Michael-Addition	1054
23.4	α-Dicarbonylverbindungen	1056
23.5	Die Darstellung von α-Hydroxyketonen: Acyloin-Kondensation, Benzoin-Kondensation und Acyl-Anion-Äquivalente	1059
	Neue Reaktionen	1071
	Wichtige Konzepte	1074
	Aufgaben	1074
24	Kohlenhydrate – Polyfunktionelle Naturstoffe	1083
24.1	Die Namen und Formeln der Kohlenhydrate	1083
24.2	Konformationen und cyclische Formen von Zuckern	1088
24.3	Anomere einfacher Zucker: Mutarotation der Glucose	1092
24.4	Polyfunktionelle Chemie der Zucker: Oxidation zu Carbonsäuren	1093
24.5	Oxidative Spaltung von Zuckern	1095
24.6	Reduktion von Monosacchariden zu Alditolen	1098
24.7	Kondensationsreaktionen der Carbonylgruppe mit Aminderivaten	1099
24.8	Bildung von Estern und Ethern: Glycoside	1100
24.9	Stufenweiser Auf- und Abbau von Zuckern	1103
24.10	Relative Konfiguration der Aldosen: Eine Übung in Logik	1106
24.11	Komplexe Zucker in der Natur: Disaccharide	1109
24.12	Polysaccharide und andere Zucker in der Natur	1113
	Neue Reaktionen	1121
	Wichtige Konzepte	1125
	Aufgaben	1126

25	Heterocyclen – Heteroatome in cyclischen organischen Verbindungen	. . . . .	1133
25.1	Die Nomenklatur der Heterocyclen	. . . . .	1134
25.2	Nichtaromatische Heterocyclen	. . . . .	1135
25.3	Struktur und Eigenschaften aromatischer Heterocyclopentadiene	. . . . .	1143
25.4	Die Reaktionen der aromatischen Heterocyclopentadiene	. . . . .	1146
25.5	Struktur und Darstellung von Pyridin, einem Azabenzol	. . . . .	1152
25.6	Reaktionen von Pyridin	. . . . .	1156
25.7	Chinolin und Isochinolin: Die Benzpyridine	. . . . .	1160
25.8	Akaloide: Physiologisch wirksame Heterocyclen in der Natur	. . . . .	1164
	Neue Reaktionen	. . . . .	1165
	Wichtige Konzepte	. . . . .	1170
	Aufgaben	. . . . .	1170
26	Aminosäuren, Peptide und Proteine – Stickstoffhaltige natürliche Monomere und Polymere	. . . . .	1181
26.1	Konstitutionen und Eigenschaften der Aminosäuren	. . . . .	1182
26.2	Synthese von Aminosäuren: Eine Kombination aus Amin- und Carbonsäurechemie	. . . . .	1188
26.3	Synthese enantiomerenreiner Aminosäuren	. . . . .	1190
26.4	Peptide und Proteine: Oligomere und Polymere von Aminosäuren	. . . . .	1193
26.5	Bestimmung der Primärstruktur von Polypeptiden: Sequenzanalyse	. . . . .	1200
26.6	Synthese von Polypeptiden: Eine Herausforderung für die Schutzgruppenchemie	. . . . .	1205
26.7	Die Merrifield Festphasen-Peptidsynthese	. . . . .	1208
26.8	Polypeptide in der Natur: Sauerstofftransport durch die Proteine Myoglobin und Hämoglobin	. . . . .	1210
26.9	Die Biosynthese der Proteine: Nucleinsäuren	. . . . .	1212
	Neue Reaktionen	. . . . .	1219
	Wichtige Konzepte	. . . . .	1222
	Aufgaben	. . . . .	1223
	Lösungen zu den Übungen	. . . . .	1229
	Sachregister	. . . . .	1291