

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Das Kohlenstoffatom unter die Lupe genommen	1
1.2	Die funktionellen Gruppen organischer Verbindungen	5
1.3	Die wellenmechanische Beschreibung der Elektronen im Kohlenstoffatom	10
1.3.1	Die Wellennatur des Elektrons	10
1.3.2	Quantenzahl und Energieniveau	11
1.3.3	Orbitale und kovalente Bindungen	13
1.3.4	Hybridorbitale	17
1.3.5	Bindungslängen und Bindungsenergien der Kohlenstoff-Kohlenstoff- Einfach-, Doppel- und Dreifachbindung	27
1.3.6	Die räumliche Anordnung der Hybridorbitale	29
1.4	Die polare kovalente Bindung und der induktive Effekt	30
1.5	Modellvorstellungen und Gegenstandsmodelle in der Organischen Chemie	32
1.6	Die chemischen Formeln	34
1.7	Die Nomenklatur organischer Verbindungen	39
1.7.1	Die Nomenklatur der <i>n</i> -Alkane	39
1.7.2	Die Benennung verzweigter Alkane	40
1.7.3	Die Benennung von Verbindungen mit funktionellen Gruppen	43
1.7.4	Kriterien für die Wahl der Hauptkette	46
	Übungsaufgaben	48
	Lösungen	51
2	Alkane	54
2.1	Benennung der Alkane	54
2.2	Homologe Reihen der Alkane	54
2.3	Kettenisomere	55
2.4	Konformationen des Ethans und Butans	55
2.4.1	Konformation des Ethans	55
2.4.2	Konformationen des Butans	58
2.5	Physikalische Eigenschaften der Alkane	59
2.6	Vorkommen der Alkane	62
2.7	Synthese der Alkane	63
2.7.1	Darstellung der Alkane durch katalytische Hydrierung	64
2.7.2	Alkane aus Alkylhalogeniden	65
2.7.3	Alkane aus Alkalisalzen der Carbonsäuren	66
2.8	Reaktionsgleichung und Reaktionsmechanismus	67
2.9	Reaktionen der Alkane	68
2.9.1	Chlorierung und Bromierung der Alkane	69
2.9.2	Einführung der Sulfonylchlorid- und Sulfogruppe in Alkane	74
2.9.3	Die Oxidation von Alkanen mit Sauerstoff	76

2.10	Methoden zur Trennung verzweigter und unverzweigter Alkane.....	80
2.10.1	Trennung mit Molekularsieb 0,5 nm.....	80
2.10.2	Einschlußverbindungen mit Harnstoff.....	80
	Übungsaufgaben.....	81
	Lösungen.....	82
3	Alkene.....	84
3.1	Nomenklatur.....	84
3.2	Bedeutung der Alkene.....	85
3.3	Die σ - und π -Bindung.....	85
3.4	Die Struktur der Alkene.....	85
3.5	Die cis-trans-Isomerie in Alkenen.....	85
3.5.1	Die Z/E-Nomenklatur.....	86
3.5.2	Die cis-trans-Isomerisierung.....	88
3.6	Darstellung der Alkene.....	89
3.6.1	Eliminierungsreaktionen zur Darstellung der Alkene.....	90
3.6.2	Die Reaktionsmechanismen E1 und E2.....	93
3.6.3	Die Saytzev- und die Hofmann-Regel.....	97
3.7	Reaktionen der Alkene.....	99
3.7.1	Die Mechanismen von Additionsreaktionen.....	99
3.7.2	Die Markownikow-Regel.....	103
3.7.3	Wagner-Meerwein-Umlagerungen.....	105
3.7.4	Elektrophile Additionsreaktionen.....	106
3.7.5	Cycloadditionen.....	113
3.7.6	Radikalische Additionen.....	120
3.7.7	Additionsreaktionen in Gegenwart von Metallkatalysatoren.....	128
3.7.8	Polymerisationsreaktionen.....	130
3.7.9	Die Reaktionsmechanismen der Polymerisationsreaktionen.....	131
3.8	Diene und Polyene.....	135
3.9	Die Mesomerie.....	136
3.9.1	Mesomere Effekte.....	138
3.10	Reaktionen der Diene.....	140
3.10.1	Die Addition von Brom an Butadien.....	140
3.10.2	Kinetisch und thermodynamisch gesteuerte Reaktionen.....	140
3.10.3	Polymerisationsreaktionen des Butadiens.....	141
3.10.4	Die Diels-Alder-Reaktion.....	142
3.10.5	Die Cope-Umlagerung.....	143
	Übungsaufgaben.....	144
	Lösungen.....	146
4	Alkine.....	150
4.1	Nomenklatur der Alkine.....	150
4.2	Die Dreifachbindung und die Struktur der Alkine.....	150
4.3	Das Acetylen.....	151
4.3.1	Die großtechnische Herstellung des Acetylens.....	151

4.4	Darstellung der Alkine.....	152
4.4.1	Darstellung von Ethin aus Calciumcarbid.....	152
4.4.2	Die Dehalogenierung von Tetrahalogenalkanen.....	152
4.4.3	Dehydrohalogenierung vicinaler oder geminaler Dihalogenalkane.....	152
4.4.4	Die Alkylierung von Natriumacetylid.....	153
4.5	Reaktionen der Alkine.....	153
4.5.1	Saure Eigenschaften der Alkine.....	155
4.5.2	Reaktionen mit Alkinylianionen als Nukleophil.....	156
4.5.3	Die Oligomerisierung der Alkine.....	158
4.5.4	Oxidationsreaktionen.....	159
4.5.5	Reduktion der Alkine.....	160
4.5.6	Additionen an Alkine.....	161
4.5.7	Nucleophile Additionen an die Dreifachbindung der Alkine.....	164
	Übungsaufgaben.....	166
	Lösungen.....	167
5	Alicyclische Verbindungen.....	170
5.1	Nomenklatur.....	170
5.2	Physikalische Eigenschaften der Cycloalkane.....	171
5.3	Der Cyclopropan- und Cyclobutanring.....	172
5.4	Der Cyclopentanring.....	174
5.5	Der Cyclohexanring.....	174
5.6	Die cis-trans-Isomerie von Substituenten in Ringverbindungen.....	180
5.7	Polycyclische Alkane.....	181
5.8	Synthese der Cycloalkane.....	183
5.8.1	Synthese des Cyclopropan.....	183
5.8.2	Die Synthese mehrgliedriger alicyclischer Verbindungen.....	185
5.9	Reaktionen der Cycloalkane.....	186
	Übungsaufgaben.....	187
	Lösungen.....	188
6	Aromatische Verbindungen.....	190
6.1	Benzol und seine Derivate.....	190
6.2	Die Valenzbindungstheorie.....	191
6.3	Die Molekülorbitaltheorie.....	195
6.4	Nomenklatur der Benzolderivate.....	204
6.5	Gewinnung und Verwendung von Benzol.....	206
6.6	Reaktionen des Benzols.....	207
6.6.1	Die elektrophile aromatische Substitution (S_E).....	207
6.6.2	Die Zweitsubstitution.....	219
6.6.3	Kern- und Seitenkettenhalogenierung.....	230
6.6.4	Nukleophile aromatische Substitutionen.....	231
6.6.5	Die radikalische Addition am Benzol.....	233
6.7	Kriterien der Aromatizität.....	233
6.8	Überblick über aromatische Verbindungen.....	235
6.8.1	Benzoide Aromaten.....	235

6.8.2	Nichtbenzoide Aromaten.....	235
6.8.3	Heterocyclische Aromaten	237
6.8.4	Polycyclische nichtkondensierte Aromaten.....	242
6.8.5	Kondensierte polycyclische Aromaten.....	243
6.8.6	Polychlorierte aromatische Verbindungen	248
	Übungsaufgaben	250
	Lösungen.....	251
7	Erdöl.....	254
7.1	Entstehung des Erdöls.....	254
7.2	Erdölvorkommen	254
7.3	Inhaltsstoffe des Erdöls.....	255
7.4	Destillationsfraktionen des Erdöls	257
7.5	Kennzahlen von Kraftstoffen.....	259
7.5.1	Die Octanzahl.....	259
7.5.2	Die Cetanzahl.....	260
7.6	Das Cracken.....	261
7.6.1	Thermisches Cracken	262
7.6.2	Katalytisches Cracken	265
	Übungsaufgaben	271
	Lösungen.....	272
8	Optische Isomerie.....	274
8.1	Das Licht als elektromagnetische Welle.....	274
8.1.1	Natürliches und linear polarisiertes Licht.....	275
8.2	Die optische Aktivität	277
8.2.1	Die spezifische Drehung	278
8.3	Die Chiralität	280
8.3.1	Chirale und achirale Moleküle	281
8.4	Enantiomere.....	287
8.4.1	Racemische Gemische.....	287
8.5	Das asymmetrische Kohlenstoffatom	289
8.5.1	Absolute und relative Konfiguration	290
8.6	Nomenklatur chiraler Verbindungen	293
8.6.1	Die D/L-Nomenklatur	293
8.6.2	Die R/S-Nomenklatur	296
8.7	Diastereomere	300
8.7.1	Meso-Verbindungen.....	302
8.7.2	Optische Isomerie in alicyclischen Verbindungen	303
8.8	Optisch aktive Verbindungen ohne asymmetrische Kohlenstoffatome	305
8.8.1	Axiale Chiralität	305
8.8.2	Planare Chiralität.....	307
8.8.3	Helicität.....	307
8.9	Bildung asymmetrischer C-Atome bei chemischen Reaktionen.....	308
8.9.1	Reaktionen mit prochiralen Verbindungen.....	308
8.9.2	Die asymmetrische Synthese.....	310

8.9.3	Räumliche Auswirkungen bei Reaktionen am asymmetrischen C-Atom.....	312
8.10	Trennung von Enantiomeren aus racemischen Gemischen	313
8.11	Die Chiralität in lebenden Organismen.....	316
	Übungsaufgaben	320
	Lösungen	322
9	Halogenalkane.....	327
9.1	Nomenklatur	327
9.2	Eigenschaften und Bedeutung der Halogenalkane.....	327
9.3	Darstellung der Halogenalkane.....	328
9.3.1	Halogenierung von Alkanen.....	328
9.3.2	Halogenalkane aus Alkoholen.....	328
9.3.3	Halogenderivate aus Alkenen.....	329
9.3.4	Die Gewinnung von Fluoralkanen	329
9.4	Reaktionen der Halogenalkane	331
9.4.1	Hydrogenolyse von Halogenalkanen.....	331
9.4.2	Reaktion mit Metallen.....	332
9.4.3	Eliminierungsreaktionen	332
9.4.4	Nucleophile Substitutionsreaktionen.....	333
9.5	Die aliphatische nucleophile Substitution (S_N -Reaktion)	334
9.6	Reaktionsmechanismen der aliphatischen nucleophilen Substitution	339
9.6.1	S_N1 -Mechanismus	339
9.6.2	Der S_N2 -Mechanismus	343
9.6.3	Faktoren, die eine nucleophile Substitution beeinflussen	345
9.6.4	Die nucleophile Substitution und die Eliminierung als Konkurrenzreaktionen	348
	Übungsaufgaben	349
	Lösungen	350
10	Alkohole.....	354
10.1	Nomenklatur der Alkohole	354
10.2	Einteilung der Alkohole.....	355
10.3	Struktur der Alkohole	356
10.4	Physikalische Eigenschaften der Alkohole	356
10.5	Physiologische Eigenschaften.....	358
10.5.1	Physiologische Eigenschaften des Methanols	358
10.5.2	Physiologische Eigenschaften des Ethanols.....	358
10.6	Synthese der Alkohole	361
10.6.1	Großtechnische Synthese der Alkohole	361
10.6.2	Darstellung der Alkohole im Labor.....	368
10.7	Reaktionen der Alkohole	377
10.7.1	Schwach saure Eigenschaften der Alkohole.....	377
10.7.2	Alkohole als Basen und Nucleophile	377
10.7.3	Basizität und Nucleophilie	378
10.7.4	Umsetzung von Alkoholen zu Alkylhalogeniden.....	381

10.7.5	Die Dehydratisierung	385
10.7.6	Veresterung von Alkoholen.....	386
10.7.7	Oxidation von Alkoholen	392
10.8	Alkoholische Getränke	399
10.8.1	Bier.....	399
10.8.2	Weine	407
10.8.3	Alkoholdestillate	409
	Übungsaufgaben	410
	Lösungen.....	411
11	Phenole.....	415
11.1	Nomenklatur der Phenole	415
11.2	Eigenschaften der Phenole.....	417
11.3	Verwendung.....	417
11.4	Verfahren zur Phenolherstellung	418
11.5	Reaktionen der Phenole	420
11.5.1	Nachweis, Esterbildung und Acidität der Phenole	421
11.5.2	Elektrophile Substitutionen am Phenol	422
11.5.3	Die Oxidation von Phenolen	426
11.6	Phenolische Verbindungen in der Natur	429
11.6.1	Pflanzenfarbstoffe	429
11.6.2	Gerbstoffe.....	431
	Übungsaufgaben	433
	Lösungen.....	434
12	Ether.....	436
12.1	Nomenklatur der Ether.....	436
12.2	Struktur und physikalische Eigenschaften	437
12.3	Synthese der Ether	438
12.3.1	Synthese von Methyl- <i>tert</i> -butylether.....	438
12.3.2	Dehydratisierung von Alkoholen	438
12.3.3	Die Williamson-Synthese.....	440
12.3.4	Methylierung von Phenolen mit Diazomethan	440
12.4	Reaktionen der Ether	440
12.4.1	Die Etherspaltung mit Säuren.....	441
12.4.2	Die Autoxidation der Ether	442
12.4.3	Die Claisen-Umlagerung	444
12.5	Cyclische Ether	444
12.5.1	Nomenklatur der cyclischen Ether	444
12.5.2	Eigenschaften cyclischer Ether.....	446
12.5.3	Epoxide	446
12.5.4	Cyclische Ether mit fünf- und sechsgliedrigem Ring.....	450
12.5.5	Kronenether	450
	Übungsaufgaben	453
	Lösungen.....	454

13	Aldehyde und Ketone	456
13.1	Nomenklatur der Aldehyde und Ketone	456
13.2	Struktur und physikalische Eigenschaften	458
13.3	Synthese der Aldehyde und Ketone	460
13.3.1	Wichtige Aldehyde und Ketone und ihre großtechnische Synthese	460
13.3.2	Die Synthese aliphatischer Aldehyde	465
13.3.3	Synthese aromatischer Aldehyde	466
13.3.4	Die Synthese aliphatischer Ketone	474
13.3.5	Synthese von Arylketonen	477
13.4	Reaktionen der Aldehyde und Ketone	478
13.4.1	Addition von C-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	481
13.4.2	Die Addition von O-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	488
13.4.3	Die Addition von N-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	491
13.4.4	Die Addition von S-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	499
13.4.5	Nucleophile Additionen an α,β -ungesättigte Carbonylverbindungen	501
13.4.6	Oligomere und Polymere der Aldehyde	503
13.4.7	Die C-H-Acidität von Aldehyden und Ketonen	505
13.4.8	Reduktion von Carbonylverbindungen	516
13.4.9	Die Oxidation von Aldehyden	519
13.4.10	Die Oxidation von Ketonen	523
13.4.11	Disproportionierung von Aldehyden	524
13.4.12	Nachweisreaktionen	525
13.5	Vorkommen von Aldehyden und Ketonen in der Natur	526
	Übungsaufgaben	528
	Lösungen	531
14	Chinone	538
14.1	Darstellung der Chinone	539
14.2	Reaktionen der Chinone	539
14.2.1	Die Reduktion von Chinonen	539
14.2.2	Elektrophile Addition	541
14.2.3	Nucleophile Addition	541
14.2.4	Die Diels-Alder-Reaktion	543
14.2.5	Bildung von Charge-Transfer-Komplexen	543
14.3	Vorkommen der Chinone in der Natur	545
14.3.1	Pilzfarbstoffe	545
14.3.2	Der Elektronentransport in der Atmungskette	545
14.3.3	Derivate des Naphthochinons	548
14.3.4	Alizarin, ein Derivat des Anthrachinons	549
	Übungsaufgaben	550
	Lösungen	551
15	Carbonsäuren	554
15.1	Nomenklatur der Carbonsäuren	554
15.1.1	Trivialnamen für aliphatische, gesättigte Monocarbonsäuren	556
15.2	Physikalische Eigenschaften	557

15.3	Synthese der Carbonsäuren.....	558
15.3.1	Großtechnische Synthese der Ameisensäure und Essigsäure	558
15.3.2	Carbonsäuresynthesen im Labor	562
15.4	Reaktionen der Carbonsäuren.....	568
15.4.1	Die sauren Eigenschaften der Carbonsäuren.....	570
15.4.2	Additions-Eliminierungs-Reaktionen.....	572
15.4.3	Bildung von Säureanhydriden durch Dehydratisierung	578
15.4.4	Reaktionen am α -ständigen C-Atom.....	579
15.4.5	Decarboxylierungsreaktionen.....	581
15.4.6	Die Reduktion und die Oxidation von Carbonsäuren.....	585
15.5	Ungesättigte Monocarbonsäuren	586
15.5.1	Wichtige einfach ungesättigte aliphatische Monocarbonsäuren.....	586
15.5.2	Mehrfach ungesättigte aliphatische Monocarbonsäuren	589
15.5.3	Aromatische Monocarbonsäuren.....	590
15.6	Dicarbonsäuren	592
15.6.1	Aliphatische Dicarbonsäuren	592
15.6.2	Aromatische Dicarbonsäuren	598
15.7	Substitutionsderivate der Carbonsäuren.....	602
15.7.1	Hydroxycarbonsäuren	602
15.7.2	Oxocarbonsäuren.....	608
	Übungsaufgaben	615
	Lösungen.....	618
16	Seifen und synthetische Waschmittel	626
16.1	Verfahren zur Seifenherstellung	626
16.2	Eigenschaften der Seifen in wäßriger Lösung	627
16.2.1	Lösen von Seife in Wasser	627
16.2.2	Grenzflächenspannung des Wassers.....	628
16.2.3	Tensidwirkung der Seife	628
16.2.4	Der Waschprozeß	628
16.2.5	Nachteilige Eigenschaften der Seifen.....	629
16.3	Synthetische Waschmittel.....	629
16.3.1	Anionische Tenside.....	629
16.3.2	Kationische Tenside	630
16.3.3	Amphotere Tenside (Amphotenside)	630
16.3.4	Nichtionische Tenside (Niotenside)	631
16.4	Zusammensetzung moderner Waschmittel	631
	Übungsaufgaben	635
	Lösungen.....	636
17	Funktionelle Derivate der Carbonsäuren	638
17.1	Carbonsäurehalogenide (Alkanoylhalogenide).....	638
17.1.1	Nomenklatur.....	638
17.1.2	Darstellung der Carbonsäurechloride	639
17.1.3	Reaktionen der Carbonsäurechloride	639

17.2	Carbonsäureanhydride	644
17.2.1	Nomenklatur.....	644
17.2.2	Darstellung der Carbonsäureanhydride	644
17.2.3	Reaktionen der Carbonsäureanhydride	645
17.3	Carbonsäureester	648
17.3.1	Nomenklatur.....	648
17.3.2	Bedeutung und Eigenschaften der Carbonsäureester	649
17.3.3	Synthese der Carbonsäureester	650
17.3.4	Reaktionen der Carbonsäureester.....	653
17.3.5	Reaktionen der Carbonsäureester als C-Säuren	657
17.3.6	Die Reduktion von Carbonsäureestern.....	661
17.4	Carbonsäureamide	663
17.4.1	Nomenklatur der Carbonsäureamide.....	664
17.4.2	Großtechnische Herstellung des N,N-Dimethylformamids.....	665
17.4.3	Die Darstellung der Carbonsäureamide im Labor.....	666
17.4.4	Reaktionen der Carbonsäureamide und Carbonsäureimide.....	669
17.5	Nitrile.....	672
17.5.1	Nomenklatur der Nitrile	672
17.5.2	Synthese der Nitrile.....	673
17.5.3	Reaktionen der Nitrile	675
	Übungsaufgaben	680
	Lösungen	681
18	Derivate der Kohlensäure	685
18.1	Kohlensäureester, Chloride und Amide der Kohlensäure.....	685
18.1.1	Phosgen	685
18.1.2	Chlorameisensäureester.....	685
18.1.3	Kohlensäurediester.....	686
18.1.4	Urethane	686
18.2	Harnstoff und seine Derivate	688
18.2.1	Harnstoff	688
18.2.2	N-Methyl-N-nitrosoharnstoff	689
18.2.3	Semicarbamid	689
18.2.4	Guanidin.....	690
18.2.5	Thioharnstoff.....	690
	Übungsaufgaben	691
	Lösungen	692
19	Lipide	694
19.1	Die chemische Zusammensetzung der Fette und Öle	694
19.2	Einteilung der Fette und Öle.....	697
19.3	Eigenschaften der Fette und Öle.....	698
19.4	Vorkommen und Gewinnung von Fetten und Ölen	699
19.4.1	Vorkommen	699
19.4.2	Gewinnung pflanzlicher Fette	700
19.4.3	Gewinnung tierischer Fette	700

19.5	Fettähnliche Biomoleküle	700
19.5.1	Phospholipide (Phosphatide)	700
19.5.2	Glycolipide	703
19.5.3	Sterole (Sterine)	703
19.5.4	Lipoproteine	706
19.5.5	Lipovitamine	708
19.6	Chemische Reaktionen von Fetten und Ölen	711
19.6.1	Die hydrolytische Spaltung von Fetten und Ölen	711
19.6.2	Die Umesterung	712
19.6.3	Die Hydrierung	714
19.6.4	Die Autoxidation ungesättigter Triglyceride	715
19.6.5	Polymerisationsreaktionen	719
19.7	Fette und Öle als Nahrungsmittel	719
19.7.1	Verdauung und Resorption von Fetten	720
19.7.2	Abbau der Fettsäuren	721
19.7.3	Mitochondrien, die „Kraftstationen“ der Zelle	724
19.7.4	Der Transport durch die Mitochondrienmembran	727
19.7.5	Die β -Oxidation der Carbonsäuren	727
19.7.6	Abbau des Glycerins	728
19.8	Wachse	728
	Übungsaufgaben	730
	Lösungen	731
20	Alicyclische Verbindungen in der Natur	734
20.1	Terpene	735
20.1.1	Monoterpene	737
20.1.2	Sesquiterpene	738
20.1.3	Diterpene	739
20.1.4	Triterpene	740
20.1.5	Tetraterpene	740
20.2	Steroide	741
20.2.1	Biosynthese des Cholesterols	744
20.2.2	Sterole (Sterine)	746
20.2.3	Steroid-Vitamine	747
20.2.4	Gallensäuren	748
20.2.5	Steroidhormone	749
20.2.6	Steroidglycoside	752
	Übungsaufgaben	755
	Lösungen	756
21	Kohlenhydrate	759
21.1	Bedeutung und Einteilung der Kohlenhydrate	760
21.1.1	Bedeutung der Kohlenhydrate	760
21.1.2	Einteilung der Kohlenhydrate	760
21.2	Monosaccharide	760
21.2.1	Einteilung der Monosaccharide	760

21.2.2	Die Fischer-Projektion	761
21.2.3	D- und L-Zucker	762
21.3	Aldosen	764
21.3.1	Verlängerung der Kohlenstoffkette von Aldosen	764
21.3.2	Wichtige Aldopentosen	766
21.3.3	Wichtige Aldohehexosen	766
21.3.4	Cyclische Strukturen der Monosaccharide	767
21.4	Ketosen	778
21.4.1	D(-)-Fructose	779
21.5	Derivate der Monosaccharide	780
21.5.1	Desoxyzucker	780
21.5.2	Aminozucker	781
21.5.3	L-(+)-Ascorbinsäure (Vitamin C)	782
21.6	Reaktionen der Monosaccharide	784
21.6.1	Reaktionen der Zucker als α -Hydroxycarbonylverbindungen	784
21.6.2	Reaktionen mit Säuren und starken Basen	787
21.6.3	Einführung von Schutzgruppen	788
21.6.4	Oxidationsreaktionen der Zucker	789
21.6.5	Reduktion der Monosaccharide	793
21.6.6	Abbau der Monosaccharide	794
21.6.7	Ester und Ether der Monosaccharide	795
21.6.8	Ether- und Glycosidbildung	802
21.6.9	Glycoside, Nucleoside und Nucleotide	804
21.6.10	In der Natur vorkommende Glycoside	807
21.6.11	Nucleoside	808
21.6.12	Nucleotide	809
21.7	Disaccharide	810
21.7.1	Reduzierende und nichtreduzierende Zucker	810
21.7.2	Benennung der Disaccharide	812
21.7.3	Reduzierende Disaccharide	812
21.7.4	Nichtreduzierende Disaccharide	814
21.8	Polysaccharide	818
21.8.1	Homoglycane	818
21.8.2	Heteroglycane	828
21.8.3	Glycokonjugate	830
	Übungsaufgaben	831
	Lösungen	833
22	Amine	841
22.1	Struktur der Amine	841
22.2	Nomenklatur der Amine	842
22.3	Eigenschaften, Vorkommen und Bedeutung der Amine	844
22.4	Großtechnische Synthese der Amine	846
22.4.1	Synthese der Methylamine	846
22.4.2	Synthese der Diamine	846
22.4.3	Synthese des Anilins	846

22.5	Darstellung der Amine im Labor	847
22.5.1	Amine durch Reduktion von Stickstoffverbindungen	847
22.5.2	Darstellung der Amine durch Alkylierung	851
22.5.3	Amine durch reduktive Aminierung	855
22.5.4	Aminsynthesen mit Umlagerungen	857
22.6	Reaktionen der Amine	860
22.6.1	Acidobasische Eigenschaften der Amine	861
22.6.2	Oxidation der Amine mit Peroxysäuren	862
22.6.3	Die Alkylierung und Acylierung der Amine	863
22.6.4	Eliminierungsreaktionen	866
22.6.5	Nachweisreaktionen	867
22.6.6	N-Nitrosierung aliphatischer Amine	869
22.6.7	N-Nitrosierung aromatischer Amine	874
22.7	Reaktionen aromatischer Diazoniumsalze	875
22.7.1	Substitutionsreaktionen aromatischer Diazoniumsalze	875
22.7.2	Kupplungsreaktionen	878
22.7.3	Geometrische Isomere der Azoverbindungen	882
22.7.4	Azofarbstoffe und ihre Bedeutung	882
	Übungsaufgaben	883
	Lösungen.....	885
23	Aminosäuren	888
23.1	Nomenklatur der Aminosäuren	888
23.2	Aminosäuren in der Natur.....	892
23.3	Struktur der Aminosäuren.....	892
23.4	Darstellung der Aminosäuren	893
23.4.1	Umsetzung von α -Halogen-carbonsäuren mit Ammoniak	894
23.4.2	Darstellung von Aminosäuren mit Hilfe der Malonestersynthese.....	894
23.4.3	Die Strecker-Synthese	895
23.4.4	Die Erlenmeyersche Azlactonsynthese	896
23.5	Reaktionen der Aminosäuren.....	897
23.5.1	Säure-Basen-Eigenschaften der Aminosäuren	897
23.5.2	Veresterung und Acylierung der Aminosäuren	900
23.5.3	Methylierung der Aminogruppe in Aminosäuren.....	901
23.5.4	Die N-Nitrosierung von Aminosäuren und Aminosäureestern.....	901
23.5.5	Cyclisierung von Aminosäuren	903
23.5.6	Kupfer-Komplexe der Aminosäuren	904
23.5.7	Die Oxidation von Cystein zu Cystin	904
23.5.8	Farbreaktion mit Ninhydrin.....	904
	Übungsaufgaben	906
	Lösungen.....	908
24	Peptide und Proteine.....	912
24.1	Nomenklatur	913
24.2	Bedeutung der Peptide und Proteine	914

24.3	Peptide	915
24.3.1	Peptidhormone	915
24.3.2	Neuropeptide	918
24.3.3	Antibiotika auf Peptidbasis	919
24.3.4	Zoo- und Phytotoxine auf Peptidbasis	921
24.4	Analyse der Peptide und Proteine	921
24.4.1	Ermittlung der Aminosäure-Anteile im Protein	921
24.4.2	Bestimmung der Aminosäuresequenz	922
24.5	Peptidsynthese	926
24.5.1	Schutzgruppen in der Peptidsynthese	927
24.5.2	Die Aktivierung der Carboxygruppe	930
24.5.3	Verlängerung der Peptidkette	932
24.5.4	Festphasen-Peptidsynthese	933
24.6	Proteinstrukturen	936
24.6.1	Die Primärstruktur	936
24.6.2	Die Sekundärstruktur	937
24.6.3	Die Tertiärstruktur	940
24.6.4	Die Quartärstruktur	942
24.6.5	Die Denaturierung	947
24.7	Klassifizierung der Proteine	948
24.7.1	Fibrilläre Proteine	948
24.7.2	Globuläre Proteine	956
24.7.3	Konjugierte Proteine	958
24.8	Proteine in der Ernährung	961
24.8.1	Der Stoffwechsel der Proteine	961
24.8.2	Die Verdauung der Proteine	961
24.8.3	Proteasen und Peptidasen	962
	Übungsaufgaben	967
	Lösungen	968
25	Stickstoffhaltige Heterocyclen	971
25.1	Nomenklatur stickstoffhaltiger Heterocyclen	971
25.2	Fünfringe mit Stickstoff als Heteroatom	973
25.2.1	Pyrrol und seine Derivate	973
25.2.2	Indol	976
25.3	Sechsringe mit Stickstoff als Heteroatom	978
25.3.1	Pyridin und seine Derivate	978
25.3.2	Stickstoffanaloga des Naphthalins	983
25.3.3	Heterocyclen mit 2 Stickstoffatomen im Sechsring	985
25.4	Siebenringe mit Stickstoff als Heteroatom	986
25.5	Naturstoffe mit fünfgliedrigen Stickstoff-Heterocyclen	987
25.5.1	Heterocyclen mit 1 Stickstoffatom im Fünfring	987
25.5.2	Heterocyclen mit 2 Heteroatomen im Fünfring	1001
25.6	Naturstoffe mit sechsgliedrigen Stickstoff-Heterocyclen	1005
25.6.1	Heterocyclen mit einem Stickstoffatom im Sechsring	1005
25.6.2	Heterocyclen mit 2 Stickstoffatomen im Sechsring	1007

25.7	Bicyclische Heteroverbindungen	1009
25.7.1	Purinderivate	1009
25.7.2	Pterine	1011
25.7.3	Flavine.....	1013
	Übungsaufgaben	1016
	Lösungen.....	1017
26	Alkaloide.....	1019
26.1	Alkaloide mit Pyrrolidin- und Indolstruktur	1019
26.1.1	Alkaloide mit Pyrrolidinstruktur	1019
26.1.2	Alkaloide mit Indolstruktur	1019
26.2	Tropan-Alkaloide.....	1021
26.2.1	Tropin-Alkaloide	1022
26.2.2	Pseudotropin-Alkaloide.....	1023
26.3	Alkaloide mit Pyridin- und Piperidinstruktur	1024
26.3.1	Pyridin-Alkaloide	1024
26.3.2	Piperidin-Alkaloide	1025
26.4	Alkaloide mit Chinolin-Struktur	1026
26.5	Morphin- und Isochinolin-Alkaloide	1027
26.5.1	Opium, die Hauptquelle für Morphin- und Isochinolin-Alkaloide.....	1027
26.5.2	Morphin-Alkaloide.....	1027
26.5.3	Alkaloide mit Isochinolin-Struktur.....	1029
26.5.4	Berberin-Alkaloide.....	1030
26.5.5	Curare-Alkaloide.....	1030
	Übungsaufgaben	1031
	Lösungen.....	1032
27	Nucleinsäuren.....	1035
27.1	Die Desoxyribonucleinsäure.....	1036
27.1.1	Strukturen der Desoxyribonucleinsäure	1039
27.2	Ribonucleinsäuren	1049
27.2.1	Die ribosomale RNA (r-RNA)	1050
27.2.2	Die Boten- oder Messenger-RNA (m-RNA).....	1051
27.2.3	Die Transfer-RNA (t-RNA)	1051
27.3	Die Biosynthese der Ribonucleinsäuren und der Proteine	1053
27.3.1	Die Biosynthese der Ribonucleinsäuren.....	1054
27.3.2	Die Biosynthese der Proteine	1055
	Übungsaufgaben	1063
	Lösungen.....	1064