

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	94
3.6.3	Die Saytzev- und die Hofmann-Regel	98
3.6.4	Darstellung der Alkene mit Organometallverbindungen	100
3.7	Reaktionen der Alkene	102
3.7.1	Die Mechanismen von Additionsreaktionen.....	102
3.7.2	Die Markownikow-Regel	107
3.7.3	Wagner-Meerwein-Umlagerungen	109
3.7.4	Elektrophile Additionsreaktionen	110
3.7.5	Cycloaditionen.....	116
3.7.6	Radikalische Additionen.....	126
3.7.7	Additionsreaktionen in Gegenwart von Metallkatalysatoren.....	134
3.7.8	Polymerisationsreaktionen.....	136
3.7.9	Die Reaktionsmechanismen der Polymerisationsreaktionen	137
3.8	Diene und Polyene	141
3.9	Die Mesomerie	143
3.9.1	Mesomere Effekte.....	144
3.10	Reaktionen der Diene.....	146
3.10.1	Die Addition von Brom an Butadien	146
3.10.2	Kinetisch und thermodynamisch gesteuerte Reaktionen	147
3.10.3	Polymerisationsreaktionen des Butadiens.....	148
3.10.4	Die Diels-Alder-Reaktion	148
3.10.5	Die Cope-Umlagerung.....	149
	Übungsaufgaben.....	150
	Lösungen	152
4	Alkine.....	156
4.1	Nomenklatur der Alkine.....	156
4.2	Die Dreifachbindung und die Struktur der Alkine	156
4.3	Das Acetylen	157
4.3.1	Die großtechnische Herstellung des Acetylens.....	157

4.4	Darstellung der Alkine	158
4.4.1	Darstellung von Ethin aus Calciumcarbid.....	158
4.4.2	Die Dehalogenierung von Tetrahalogenalkanen	158
4.4.3	Dehydrohalogenierung vicinaler oder geminaler Dihalogenalkane	158
4.4.4	Die Alkylierung von Natriumacetylid.....	159
4.5	Reaktionen der Alkine.....	159
4.5.1	Saure Eigenschaften der Alkine.....	161
4.5.2	Reaktionen mit Alkinyllanionen als Nukleophil.....	162
4.5.3	Die Oligomerisierung der Alkine.....	164
4.5.4	Oxidationsreaktionen.....	165
4.5.5	Reduktion der Alkine.....	166
4.5.6	Additionen an Alkine.....	167
4.5.7	Nucleophile Additionen an die Dreifachbindung der Alkine.....	170
	Übungsaufgaben.....	172
	Lösungen	173
5	Alicyclische Verbindungen	176
5.1	Nomenklatur.....	176
5.2	Physikalische Eigenschaften der Cycloalkane.....	177
5.3	Der Cyclopropan- und Cyclobutanring	178
5.4	Der Cyclopentanring	180
5.5	Der Cyclohexanring	180
5.6	Die cis-trans-Isomerie von Substituenten in Ringverbindungen	186
5.7	Polycyclische Alkane	187
5.8	Synthese der Cycloalkane.....	189
5.8.1	Synthese des Cyclopropan.....	189
5.8.2	Die Synthese mehrgliedriger alicyclischer Verbindungen.....	191
5.9	Reaktionen der Cycloalkane.....	192
	Übungsaufgaben.....	193
	Lösungen	194
6	Aromatische Verbindungen.....	196
6.1	Benzol und seine Derivate.....	196
6.2	Die Valenzbindungstheorie	197
6.3	Die Molekülorbitaltheorie	201
6.3.1	Pericyclische Reaktionen	210
6.4	Nomenklatur der Benzolderivate.....	220
6.5	Gewinnung und Verwendung von Benzol.....	222
6.6	Reaktionen des Benzols.....	223
6.6.1	Die elektrophile aromatische Substitution (S_E).....	223
6.6.2	Die Zweitsubstitution.....	235
6.6.3	Kern- und Seitenkettenhalogenierung.....	247
6.6.4	Nukleophile aromatische Substitutionen.....	247
6.6.5	Die radikalische Addition am Benzol	249
6.6.6	Birch-Reduktion an Aromaten	250
6.7	Kriterien der Aromatizität	251

6.8	Überblick über aromatische Verbindungen	253
6.8.1	Benzoide Aromaten	253
6.8.2	Nichtbenzoide Aromaten	253
6.8.3	Heterocyclische Aromaten	255
6.8.4	Polycyclische nichtkondensierte Aromaten	260
6.8.5	Kondensierte polycyclische Aromaten	261
6.8.6	Polychlorierte aromatische Verbindungen	266
	Übungsaufgaben	269
	Lösungen	270
7	Erdöl	273
7.1	Entstehung des Erdöls	273
7.2	Erdölvorkommen	273
7.3	Inhaltsstoffe des Erdöls	274
7.4	Destillationsfraktionen des Erdöls	275
7.5	Kennzahlen von Kraftstoffen	278
7.5.1	Die Octanzahl	278
7.5.2	Die Cetanzahl	279
7.6	Das Cracken	280
7.6.1	Thermisches Cracken	280
7.6.2	Katalytisches Cracken	284
	Übungsaufgaben	289
	Lösungen	290
8	Optische Isomerie	292
8.1	Das Licht als elektromagnetische Welle	292
8.1.1	Natürliches und linear polarisiertes Licht	293
8.2	Die optische Aktivität	295
8.2.1	Die spezifische Drehung	296
8.3	Die Chiralität	298
8.3.1	Chirale und achirale Moleküle	299
8.4	Enantiomere	305
8.4.1	Racemische Gemische	305
8.5	Das asymmetrische Kohlenstoffatom	307
8.5.1	Absolute und relative Konfiguration	308
8.6	Nomenklatur chiraler Verbindungen	311
8.6.1	Die D/L-Nomenklatur	311
8.6.2	Die R/S-Nomenklatur	314
8.7	Diastereomere	318
8.7.1	Meso-Verbindungen	320
8.7.2	Optische Isomerie in alicyclischen Verbindungen	321
8.8	Optisch aktive Verbindungen ohne asymmetrische Kohlenstoffatome	323
8.8.1	Axiale Chiralität	323
8.8.2	Planare Chiralität	325
8.8.3	Helicität	325
8.9	Bildung asymmetrischer C-Atome bei chemischen Reaktionen	326
8.9.1	Reaktionen mit prochiralen Verbindungen	326

8.9.2	Die asymmetrische Synthese	328
8.9.3	Räumliche Auswirkungen bei Reaktionen am asymmetrischen C-Atom.....	330
8.10	Trennung von Enantiomeren aus racemischen Gemischen	331
8.11	Die Chiralität in lebenden Organismen	334
	Übungsaufgaben.....	338
	Lösungen	340
9	Halogenalkane.....	345
9.1	Nomenklatur.....	345
9.2	Eigenschaften und Bedeutung der Halogenalkane	345
9.3	Darstellung der Halogenalkane	346
9.3.1	Halogenierung von Alkanen	346
9.3.2	Halogenalkane aus Alkoholen	346
9.3.3	Halogenderivate aus Alkenen	347
9.3.4	Die Gewinnung von Fluoralkanen	347
9.4	Reaktionen der Halogenalkane.....	349
9.4.1	Hydrogenolyse von Halogenalkanen	349
9.4.2	Reaktion mit Metallen.....	350
9.4.3	Eliminierungsreaktionen	350
9.4.4	Die Arbuzow-Michaelis-Reaktion	351
9.4.5	Nucleophile Substitutionsreaktionen	351
9.5	Die aliphatische nucleophile Substitution (S_N -Reaktion)	353
9.6	Reaktionsmechanismen der aliphatischen nucleophilen Substitution	357
9.6.1	S_N1 -Mechanismus.....	358
9.6.2	Der S_N2 -Mechanismus.....	362
9.6.3	Faktoren, die eine nucleophile Substitution beeinflussen	364
9.6.4	Die nucleophile Substitution und die Eliminierung als Konkurrenzreaktionen	367
	Übungsaufgaben.....	368
	Lösungen	369
10	Alkohole.....	373
10.1	Nomenklatur der Alkohole	373
10.2	Einteilung der Alkohole	374
10.3	Struktur der Alkohole.....	375
10.4	Physikalische Eigenschaften der Alkohole.....	375
10.5	Physiologische Eigenschaften	377
10.5.1	Physiologische Eigenschaften des Methanols.....	377
10.5.2	Physiologische Eigenschaften des Ethanols.....	377
10.6	Synthese der Alkohole.....	380
10.6.1	Großtechnische Synthese der Alkohole	380
10.6.2	Darstellung der Alkohole im Labor	387
10.7	Reaktionen der Alkohole.....	396
10.7.1	Schwach saure Eigenschaften der Alkohole	396
10.7.2	Alkohole als Basen und Nucleophile	396
10.7.3	Basizität und Nucleophilie.....	397

10.7.4	Umsetzung von Alkoholen zu Alkylhalogeniden	400
10.7.5	Die Dehydratisierung	404
10.7.6	Veresterung von Alkoholen	405
10.7.7	Oxidation von Alkoholen	411
10.7.8	Die reduktive Desoxidierung von Alkoholen	419
10.7.9	Die Mitsunobu-Reaktion	420
10.8	Alkoholische Getränke	422
10.8.1	Bier	422
10.8.2	Weine	430
10.8.3	Alkoholdestillate	432
	Übungsaufgaben	433
	Lösungen	434
11	Phenole	438
11.1	Nomenklatur der Phenole	438
11.2	Eigenschaften der Phenole	440
11.3	Verwendung	440
11.4	Verfahren zur Phenolherstellung	441
11.5	Reaktionen der Phenole	443
11.5.1	Nachweis, Esterbildung und Acidität der Phenole	444
11.5.2	Elektrophile Substitutionen am Phenol	445
11.5.3	Die Oxidation von Phenolen	450
11.6	Phenolische Verbindungen in der Natur	452
11.6.1	Pflanzenfarbstoffe	452
11.6.2	Gerbstoffe	454
	Übungsaufgaben	456
	Lösungen	457
12	Ether	459
12.1	Nomenklatur der Ether	459
12.2	Struktur und physikalische Eigenschaften	460
12.3	Synthese der Ether	461
12.3.1	Synthese von Methyl- <i>tert</i> -butylether	461
12.3.2	Dehydratisierung von Alkoholen	461
12.3.3	Die Williamson-Synthese	463
12.3.4	Methylierung von Phenolen mit Diazomethan	463
12.4	Reaktionen der Ether	463
12.4.1	Die Etherspaltung mit Säuren	464
12.4.2	Die Autoxidation der Ether	465
12.4.3	Die Claisen-Umlagerung	467
12.5	Cyclische Ether	467
12.5.1	Nomenklatur der cyclischen Ether	467
12.5.2	Eigenschaften cyclischer Ether	469
12.5.3	Epoxide	469
12.5.4	Cyclische Ether mit fünf- und sechsgliedrigem Ring	473
12.5.5	Kronenether	473

Übungsaufgaben	476
Lösungen	477
13 Aldehyde und Ketone	479
13.1 Nomenklatur der Aldehyde und Ketone	479
13.2 Struktur und physikalische Eigenschaften	481
13.3 Synthese der Aldehyde und Ketone	483
13.3.1 Wichtige Aldehyde und Ketone und ihre großtechnische Synthese	483
13.3.2 Die Synthese aliphatischer Aldehyde	488
13.3.3 Synthese aromatischer Aldehyde	489
13.3.4 Die Synthese aliphatischer Ketone	497
13.3.5 Synthese von Arylketonen	500
13.4 Reaktionen der Aldehyde und Ketone	501
13.4.1 Addition von C-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	504
13.4.2 Die Addition von O-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	512
13.4.3 Die Addition von N-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	515
13.4.4 Die Addition von S-Nucleophilen an Aldehyde und Ketone	523
13.4.5 Additionsreaktionen an α,β -ungesättigten Carbonylverbindungen	525
13.4.6 Oligomere und Polymere der Aldehyde	528
13.4.7 Die C-H-Acidität von Aldehyden und Ketonen	530
13.4.8 Reduktion von Carbonylverbindungen	541
13.4.9 Die Oxidation von Aldehyden	544
13.4.10 Die Oxidation von Ketonen	548
13.4.11 Disproportionierung von Aldehyden	551
13.4.12 Nachweisreaktionen	552
13.5 Vorkommen von Aldehyden und Ketonen in der Natur	553
Übungsaufgaben	555
Lösungen	558
14 Chinone	565
14.1 Darstellung der Chinone	566
14.2 Reaktionen der Chinone	566
14.2.1 Die Reduktion von Chinonen	566
14.2.2 Elektrophile Addition	568
14.2.3 Nucleophile Addition	568
14.2.4 Die Diels-Alder-Reaktion	570
14.2.5 Bildung von Charge-Transfer-Komplexen	570
14.3 Vorkommen der Chinone in der Natur	572
14.3.1 Pilzfarbstoffe	572
14.3.2 Der Elektronentransport in der Atmungskette	572
14.3.3 Derivate des Naphthochinons	575
14.3.4 Alizarin, ein Derivat des Anthrachinons	576
Übungsaufgaben	577
Lösungen	578

15 Carbonsäuren	581
15.1 Nomenklatur der Carbonsäuren.....	581
15.1.1 Trivialnamen für aliphatische, gesättigte Monocarbonsäuren	583
15.2 Physikalische Eigenschaften	584
15.3 Synthese der Carbonsäuren	585
15.3.1 Großtechnische Synthese der Ameisensäure und Essigsäure	585
15.3.2 Carbonsäuresynthesen im Labor.....	589
15.4 Reaktionen der Carbonsäuren.....	595
15.4.1 Die sauren Eigenschaften der Carbonsäuren.....	597
15.4.2 Additions-Eliminierungs-Reaktionen	599
15.4.3 Bildung von Säureanhydriden durch Dehydratisierung.....	605
15.4.4 Reaktionen am α -ständigen C-Atom	606
15.4.5 Decarboxylierungsreaktionen	608
15.4.6 Die Reduktion und die Oxidation von Carbonsäuren	612
15.4.7 Carbonsäureabbau mit Barbier-Wieland-Reaktion.....	613
15.5 Ungesättigte Monocarbonsäuren	614
15.5.1 Wichtige einfach ungesättigte aliphatische Monocarbonsäuren	614
15.5.2 Mehrfach ungesättigte aliphatische Monocarbonsäuren	617
15.5.3 Aromatische Monocarbonsäuren	618
15.6 Dicarbonsäuren.....	620
15.6.1 Aliphatische Dicarbonsäuren.....	620
15.6.2 Aromatische Dicarbonsäuren.....	626
15.7 Substitutionsderivate der Carbonsäuren	630
15.7.1 Hydroxycarbonsäuren	630
15.7.2 Oxocarbonsäuren	636
Übungsaufgaben	643
Lösungen	646
16 Seifen und synthetische Waschmittel.....	654
16.1 Verfahren zur Seifenherstellung.....	654
16.2 Eigenschaften der Seifen in wäßriger Lösung	655
16.2.1 Lösen von Seife in Wasser.....	655
16.2.2 Grenzflächenspannung des Wassers	656
16.2.3 Tensidwirkung der Seife.....	656
16.2.4 Der Waschprozeß.....	656
16.2.5 Nachteilige Eigenschaften der Seifen	657
16.3 Synthetische Waschmittel	657
16.3.1 Anionische Tenside.....	657
16.3.2 Kationische Tenside.....	658
16.3.3 Amphotere Tenside (Amphotenside).....	658
16.3.4 Nichtionische Tenside (Niotenside).....	659
16.4 Zusammensetzung moderner Waschmittel.....	659
Übungsaufgaben	663
Lösungen	664

17 Funktionelle Derivate der Carbonsäuren.....	666
17.1 Carbonsäurehalogenide (Alkanoylhalogenide).....	666
17.1.1 Nomenklatur	666
17.1.2 Darstellung der Carbonsäurechloride.....	667
17.1.3 Reaktionen der Carbonsäurechloride	667
17.2 Carbonsäureanhydride.....	672
17.2.1 Nomenklatur	672
17.2.2 Darstellung der Carbonsäureanhydride.....	672
17.2.3 Reaktionen der Carbonsäureanhydride	673
17.3 Carbonsäureester	676
17.3.1 Nomenklatur	676
17.3.2 Bedeutung und Eigenschaften der Carbonsäureester	677
17.3.3 Synthese der Carbonsäureester	678
17.3.4 Reaktionen der Carbonsäureester.....	681
17.3.5 Reaktionen der Carbonsäureester als C-Säuren	685
17.3.6 Die Reduktion von Carbonsäureestern.....	689
17.4 Carbonsäureamide	691
17.4.1 Nomenklatur der Carbonsäureamide.....	692
17.4.2 Großtechnische Herstellung des N,N-Dimethylformamids	693
17.4.3 Die Darstellung der Carbonsäureamide im Labor.....	694
17.4.4 Reaktionen der Carbonsäureamide und Carbonsäureimide	697
17.5 Nitrile	700
17.5.1 Nomenklatur der Nitrile	700
17.5.2 Synthese der Nitrile.....	701
17.5.3 Reaktionen der Nitrile.....	703
Übungsaufgaben	708
Lösungen	709
18 Derivate der Kohlensäure.....	713
18.1 Kohlensäureester, Chloride und Amide der Kohlensäure.....	713
18.1.1 Phosgen.....	713
18.1.2 Chlorameisensäureester	713
18.1.3 Kohlensäurediester.....	714
18.1.4 Urethane.....	714
18.2 Harnstoff und seine Derivate.....	716
18.2.1 Harnstoff.....	716
18.2.2 N-Methyl-N-nitrosoharnstoff.....	717
18.2.3 Semicarbazid.....	717
18.2.4 Guanidin.....	718
18.2.5 Thioharnstoff	718
Übungsaufgaben	719
Lösungen	720
19 Lipide.....	722
19.1 Die chemische Zusammensetzung der Fette und Öle.....	722
19.2 Einteilung der Fette und Öle.....	725

19.3	Eigenschaften der Fette und Öle.....	726
19.4	Vorkommen und Gewinnung von Fetten und Ölen.....	727
19.4.1	Vorkommen	727
19.4.2	Gewinnung pflanzlicher Fette.....	728
19.4.3	Gewinnung tierischer Fette	728
19.5	Fettähnliche Biomoleküle.....	728
19.5.1	Phospholipide (Phosphatide)	728
19.5.2	Glycolipide	731
19.5.3	Sterole (Sterine).....	731
19.5.4	Lipoproteine.....	734
19.5.5	Lipovitamine.....	736
19.6	Chemische Reaktionen von Fetten und Ölen	739
19.6.1	Die hydrolytische Spaltung von Fetten und Ölen	739
19.6.2	Die Umesterung	740
19.6.3	Die Hydrierung	742
19.6.4	Die Autoxidation ungesättigter Triglyceride	743
19.6.5	Polymerisationsreaktionen.....	747
19.7	Fette und Öle als Nahrungsmittel	747
19.7.1	Verdauung und Resorption von Fetten	748
19.7.2	Abbau der Fettsäuren	749
19.7.3	Mitochondrien, die „Kraftstationen“ der Zelle	752
19.7.4	Der Transport durch die Mitochondrienmembran	755
19.7.5	Die β -Oxidation der Carbonsäuren	755
19.7.6	Abbau des Glycerins.....	756
19.8	Wachse	756
	Übungsaufgaben.....	758
	Lösungen	759
20	Alicyclische Verbindungen in der Natur	762
20.1	Terpene.....	763
20.1.1	Monoterpene	765
20.1.2	Sesquiterpene	766
20.1.3	Diterpene.....	767
20.1.4	Triterpene.....	768
20.1.5	Tetraterpene	768
20.2	Steroide	769
20.2.1	Biosynthese des Cholesterols.....	772
20.2.2	Sterole (Sterine).....	774
20.2.3	Steroid-Vitamine.....	775
20.2.4	Gallensäuren	776
20.2.5	Steroidhormone.....	777
20.2.6	Steroidglycoside	780
	Übungsaufgaben.....	783
	Lösungen	784
21	Kohlenhydrate	787
21.1	Bedeutung und Einteilung der Kohlenhydrate	788

21.1.1	Bedeutung der Kohlenhydrate	788
21.1.2	Einteilung der Kohlenhydrate	788
21.2	Monosaccharide.....	788
21.2.1	Einteilung der Monosaccharide	788
21.2.2	Die Fischer-Projektion	789
21.2.3	D- und L-Zucker	790
21.3	Aldosen.....	792
21.3.1	Verlängerung der Kohlenstoffkette von Aldosen.....	792
21.3.2	Wichtige Aldopentosen.....	794
21.3.3	Wichtige Aldohexosen.....	794
21.3.4	Cyclische Strukturen der Monosaccharide.....	795
21.4	Ketosen.....	806
21.4.1	D(-)-Fructose	807
21.5	Derivate der Monosaccharide.....	808
21.5.1	Desoxyzucker.....	808
21.5.2	Aminozucker.....	809
21.5.3	L-(+)-Ascorbinsäure (Vitamin C).....	810
21.6	Reaktionen der Monosaccharide	812
21.6.1	Reaktionen der Zucker als α -Hydroxycarbonylverbindungen	812
21.6.2	Reaktionen mit Säuren und starken Basen.....	815
21.6.3	Einführung von Schutzgruppen	816
21.6.4	Oxidationsreaktionen der Zucker.....	817
21.6.5	Reduktion der Monosaccharide	821
21.6.6	Abbau der Monosaccharide	822
21.6.7	Ester und Ether der Monosaccharide	823
21.6.8	Ether- und Glycosidbildung	830
21.6.9	Glycoside, Nucleoside und Nucleotide.....	832
21.6.10	In der Natur vorkommende Glycoside.....	835
21.6.11	Nucleoside	836
21.6.12	Nucleotide.....	837
21.7	Disaccharide	838
21.7.1	Reduzierende und nichtreduzierende Zucker	838
21.7.2	Benennung der Disaccharide	840
21.7.3	Reduzierende Disaccharide.....	840
21.7.4	Nichtreduzierende Disaccharide	842
21.8	Polysaccharide.....	846
21.8.1	Homoglycane	846
21.8.2	Heteroglycane	856
21.8.3	Glycokonjugate.....	858
	Übungsaufgaben	859
	Lösungen	861
22	Amine.....	869
22.1	Struktur der Amine	869
22.2	Nomenklatur der Amine	870
22.3	Eigenschaften, Vorkommen und Bedeutung der Amine	872

22.4	Großtechnische Synthese der Amine.....	874
22.4.1	Synthese der Methylamine.....	874
22.4.2	Synthese der Diamine	874
22.4.3	Synthese des Anilins.....	875
22.5	Darstellung der Amine im Labor.....	875
22.5.1	Amine durch Reduktion von Stickstoffverbindungen.....	875
22.5.2	Darstellung der Amine durch Alkylierung.....	879
22.5.3	Amine durch reduktive Aminierung	883
22.5.4	Aminsynthesen mit Umlagerungen.....	885
22.6	Reaktionen der Amine.....	888
22.6.1	Acidobasische Eigenschaften der Amine.....	889
22.6.2	Oxidation der Amine mit Peroxysäuren.....	890
22.6.3	Die Alkylierung und Acylierung der Amine.....	891
22.6.4	Eliminierungsreaktionen.....	894
22.6.5	Nachweisreaktionen.....	895
22.6.6	N-Nitrosierung aliphatischer Amine.....	897
22.6.7	N-Nitrosierung aromatischer Amine.....	902
22.7	Reaktionen aromatischer Diazoniumsalze.....	903
22.7.1	Substitutionsreaktionen aromatischer Diazoniumsalze.....	903
22.7.2	Kupplungsreaktionen.....	906
22.7.3	Geometrische Isomere der Azoverbindungen.....	910
22.7.4	Azofarbstoffe und ihre Bedeutung.....	910
	Übungsaufgaben.....	911
	Lösungen	913
23	Aminosäuren.....	916
23.1	Nomenklatur der Aminosäuren	916
23.2	Aminosäuren in der Natur	920
23.3	Struktur der Aminosäuren	920
23.4	Darstellung der Aminosäuren.....	921
23.4.1	Umsetzung von α -Halogen-carbonsäuren mit Ammoniak.....	922
23.4.2	Darstellung von Aminosäuren mit Hilfe der Malonestersynthese	922
23.4.3	Die Strecker-Synthese.....	923
23.4.4	Die Erlenmeyersche Azlactonsynthese.....	924
23.5	Reaktionen der Aminosäuren	925
23.5.1	Säure-Basen-Eigenschaften der Aminosäuren.....	925
23.5.2	Veresterung und Acylierung der Aminosäuren.....	928
23.5.3	Methylierung der Aminogruppe in Aminosäuren	929
23.5.4	Die N-Nitrosierung von Aminosäuren und Aminosäureestern	929
23.5.5	Cyclisierung von Aminosäuren.....	931
23.5.6	Kupfer-Komplexe der Aminosäuren.....	932
23.5.7	Die Oxidation von Cystein zu Cystin	932
23.5.8	Farbreaktion mit Ninhydrin	932
	Übungsaufgaben.....	934
	Lösungen	936

24	Peptide und Proteine	940
24.1	Nomenklatur	941
24.2	Bedeutung der Peptide und Proteine	942
24.3	Peptide.....	943
24.3.1	Peptidhormone.....	943
24.3.2	Neuropeptide.....	946
24.3.3	Antibiotika auf Peptidbasis	947
24.3.4	Zoo- und Phytotoxine auf Peptidbasis	949
24.4	Analyse der Peptide und Proteine.....	949
24.4.1	Ermittlung der Aminosäure-Anteile im Protein	949
24.4.2	Bestimmung der Aminosäuresequenz.....	950
24.5	Peptidsynthese	954
24.5.1	Schutzgruppen in der Peptidsynthese.....	955
24.5.2	Die Aktivierung der Carboxygruppe.....	958
24.5.3	Verlängerung der Peptidkette.....	960
24.5.4	Festphasen-Peptidsynthese.....	961
24.6	Proteinstrukturen	964
24.6.1	Die Primärstruktur	964
24.6.2	Die Sekundärstruktur	965
24.6.3	Die Tertiärstruktur	968
24.6.4	Die Quartärstruktur	970
24.6.5	Die Denaturierung.....	975
24.7	Klassifizierung der Proteine	976
24.7.1	Fibrilläre Proteine	976
24.7.2	Globuläre Proteine	984
24.7.3	Konjugierte Proteine	986
24.8	Proteine in der Ernährung.....	989
24.8.1	Der Stoffwechsel der Proteine	989
24.8.2	Die Verdauung der Proteine.....	989
24.8.3	Proteasen und Peptidasen.....	990
	Übungsaufgaben	995
	Lösungen	996
25	Stickstoffhaltige Heterocyclen	999
25.1	Nomenklatur stickstoffhaltiger Heterocyclen.....	999
25.2	Fünfringe mit Stickstoff als Heteroatom	1001
25.2.1	Pyrrol und seine Derivate.....	1001
25.2.2	Indol.....	1004
25.3	Sechsringe mit Stickstoff als Heteroatom.....	1006
25.3.1	Pyridin und seine Derivate.....	1006
25.3.2	Stickstoffanaloga des Naphthalins	1011
25.3.3	Heterocyclen mit 2 Stickstoffatomen im Sechsring	1013
25.4	Siebenringe mit Stickstoff als Heteroatom	1014
25.5	Naturstoffe mit fünfgliedrigen Stickstoff-Heterocyclen.....	1015
25.5.1	Heterocyclen mit 1 Stickstoffatom im Fünfring	1015
25.5.2	Heterocyclen mit 2 Heteroatomen im Fünfring	1029

25.6	Naturstoffe mit sechsgliedrigen Stickstoff-Heterocyclen.....	1033
25.6.1	Heterocyclen mit einem Stickstoffatom im Sechsring.....	1033
25.6.2	Heterocyclen mit 2 Stickstoffatomen im Sechsring.....	1035
25.7	Bicyclische Heteroverbindungen.....	1037
25.7.1	Purinderivate.....	1037
25.7.2	Pterine.....	1039
25.7.3	Flavine.....	1041
	Übungsaufgaben.....	1044
	Lösungen.....	1045
26	Alkaloide	1047
26.1	Alkaloide mit Pyrrolidin- und Indolstruktur.....	1047
26.1.1	Alkaloide mit Pyrrolidinstruktur.....	1047
26.1.2	Alkaloide mit Indolstruktur.....	1047
26.2	Tropan-Alkaloide	1049
26.2.1	Tropin-Alkaloide	1050
26.2.2	Pseudotropin-Alkaloide	1051
26.3	Alkaloide mit Pyridin- und Piperidinstruktur.....	1052
26.3.1	Pyridin-Alkaloide	1052
26.3.2	Piperidin-Alkaloide.....	1053
26.4	Alkaloide mit Chinolin-Struktur.....	1054
26.5	Morphin- und Isochinolin-Alkaloide.....	1055
26.5.1	Opium, die Hauptquelle für Morphin- und Isochinolin-Alkaloide	1055
26.5.2	Morphin-Alkaloide	1055
26.5.3	Alkaloide mit Isochinolin-Struktur	1057
26.5.4	Berberin-Alkaloide	1058
26.5.5	Curare-Alkaloide	1058
	Übungsaufgaben.....	1059
	Lösungen.....	1060
27	Nucleinsäuren	1063
27.1	Die Desoxyribonucleinsäure	1064
27.1.1	Strukturen der Desoxyribonucleinsäure.....	1067
27.2	Ribonucleinsäuren.....	1077
27.2.1	Die ribosomale RNA (r-RNA).....	1078
27.2.2	Die Boten- oder Messenger-RNA (m-RNA)	1079
27.2.3	Die Transfer-RNA (t-RNA).....	1079
27.3	Die Biosynthese der Ribonucleinsäuren und der Proteine.....	1081
27.3.1	Die Biosynthese der Ribonucleinsäuren	1082
27.3.2	Die Biosynthese der Proteine.....	1083
	Übungsaufgaben.....	1091
	Lösungen.....	1092
	Namensreaktionen.....	1095
	Sachwortverzeichnis.....	1105