

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V	2.5.5 NMR-Spektroskopie	44
Abkürzungsverzeichnis	XVI	2.5.6 Kristallstrukturanalyse, Röntgenstrukturanalyse	52
1 Stoffe und ihre Zusammensetzung	1	3 Struktur organischer Verbindungen und Stereochemie	53
1.1 Organische Chemie und organische Stoffe	1	3.1 Konstitution und Struktur	53
1.2 Zusammensetzung und Reinheit organischer Stoffe	3	3.1.1 Historische Aspekte	53
1.2.1 Reinsubstanzen und Stoffgemische	3	3.1.2 Konstitution, Konnektivität und Darstellungs- weisen organischer Verbindungen (Formeln)	53
1.2.2 Charakterisierung organischer Verbindungen	3	3.2 Isomerie	54
1.3 Trennung von homogenen Stoffgemischen	4	3.2.1 Konstitutions- und Stereoisomere	54
1.3.1 Extraktion	5	3.2.2 Konfigurations- und Konformationsisomere	56
1.3.2 Kristallisation	6	3.2.3 Tautomerie	56
1.3.3 Destillation	6	3.3 Konformation	58
1.3.4 Sublimation – Resublimation	7	3.3.1 Torsionswinkel	58
1.3.5 Chromatographie	7	3.3.2 Ethan-Konformationen	59
2 Atombau, chemische Bindung, funktionelle Gruppen und deren Analytik	11	3.3.3 <i>n</i> -Butan-Konformationen	60
2.1 Atombau	11	3.3.4 <i>n</i> -Pentan-Konformationen	61
2.2 Chemische Bindung	14	3.4 Optische Isomerie und Chiralität	63
2.2.1 Ionenbindung	14	3.4.1 Chiralitäts- und Symmetrieelemente	63
2.2.2 Atombindung	15	3.4.2 Spezifische Drehung und Polarimetrie	66
2.2.3 C–H-, C–C-, C=C- und C≡C-Bindungen ..	16	3.4.3 Enantiomere: <i>Fischer</i> -Projektion und <i>D/L</i> -Nomenklatur	68
2.3 Funktionelle Gruppen	20	3.4.4 Enantiomere: absolute Konfiguration nach CIP	71
2.3.1 Hard and Soft Acids and Bases (HSAB), <i>Lewis</i> -Säuren und -Basen	21	3.4.5 Axiale und planare Chiralität	72
2.3.2 Induktive und mesomere Effekte funktio- neller Gruppen	25	3.4.6 Trennung von Enantiomeren, stereo- selektive Synthese	75
2.4 Nasschemische Analytik funktioneller Gruppen	27	3.5 Diastereoisomerie	79
2.4.1 Einführung und allgemeine Prinzipien	27	3.5.1 Verbindungen mit mehreren Chiralitätselementen	79
2.4.2 Nachweis von primären aromatischen Ami- nen, elektronenreichen Aromaten und Nitrit	29	3.5.2 (<i>E/Z</i>)-Isomerie	81
2.4.3 Nachweis von Nitrat, nitrierbaren Aromaten und CH-aciden Verbindungen	29	3.6 Prochiralität und Topizität	84
2.4.4 Nachweis von elektronenreichen Aromaten und Aldehyden unter Zugabe von Säure	30	3.6.1 Prochiralität	84
2.5 Spektroskopische Methoden	33	3.6.2 Topizität	84
2.5.1 Elektromagnetische Strahlung, Energie und ihre Auswirkungen auf organische Moleküle	33	3.7 Pseudochiralität	87
2.5.2 Massenspektrometrie	35	3.8 Stereochemie von Cycloalkanen	88
2.5.3 IR-Spektroskopie	39	3.8.1 Ringspannung	88
2.5.4 UV/Vis-Spektroskopie	41	3.8.2 Einfache Cycloalkane	90
		3.8.3 Stereoisomerie der Decaline	94
		3.9 Konformation von Peptiden	98

4	Gesättigte Kohlenwasserstoffe	99	6.3	Thiole	198
4.1	Alkane	99	6.3.1	Struktur und Eigenschaften	198
4.1.1	Struktur und Eigenschaften	99	6.3.2	Gewinnung und Synthese	198
4.1.2	Gewinnung und Synthese	104	6.3.3	Reaktionen und Anwendungen	200
4.1.3	Reaktionen und Anwendungen	105	6.3.4	Ausgewählte Verbindungen	200
4.2	Monocyclische Alkane (Cycloalkane)	106	7	Halogenalkane	203
4.2.1	Struktur und Eigenschaften	106	7.1	Monohalogenalkane	
4.2.2	Gewinnung und Synthese	110		(Alkylhalogenide)	203
4.2.3	Reaktionen und Anwendungen	116	7.1.1	Struktur und Eigenschaften	204
4.3	Bi- und polycyclische Kohlenwasserstoffe	118	7.1.2	Gewinnung und Synthese	205
4.3.1	Struktur und Eigenschaften	118	7.1.3	Reaktionen und Anwendungen	208
4.3.2	Gewinnung und Synthese	122	7.1.4	Ausgewählte Verbindungen	212
4.3.3	Reaktionen und Anwendungen	125	7.2	Mehrfach halogenierte Alkane	212
5	Ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe	129	7.2.1	Struktur und Eigenschaften	212
5.1	Alkene (Olefine) und Cycloalkene	129	7.2.2	Gewinnung und Synthese	213
5.1.1	Struktur und Eigenschaften	129	7.2.3	Reaktionen und Anwendungen	215
5.1.2	Gewinnung und Synthese	130	7.2.4	Ausgewählte Verbindungen	216
5.1.3	Reaktionen und Anwendungen	131	7.3	Fluorierte Kohlenwasserstoffe	216
5.1.4	Ausgewählte Verbindungen	146	7.3.1	Struktur und Eigenschaften	216
5.2	Konjugierte Polyene	150	7.3.2	Gewinnung und Synthese	217
5.2.1	Struktur und Eigenschaften	150	7.3.3	Reaktionen und Anwendungen	218
5.2.2	Reaktionen und Anwendungen	151	7.3.4	Ausgewählte Verbindungen	218
5.2.3	Ausgewählte Verbindungen	157	8	Aliphatische Stickstoffverbindungen	221
5.3	Kumulene	163	8.1	Amine	221
5.3.1	Struktur und Eigenschaften	163	8.1.1	Struktur und Eigenschaften	222
5.3.2	Gewinnung und Synthese	164	8.1.2	Gewinnung und Synthese	223
5.3.3	Ausgewählte Verbindungen	166	8.1.3	Reaktionen und Anwendungen	226
5.4	Alkine	168	8.1.4	Ausgewählte Verbindungen	231
5.4.1	Struktur und Eigenschaften	168	8.2	Diazoverbindungen, Diazirine,	
5.4.2	Gewinnung und Synthese	169		Diaziridine	233
5.4.3	Reaktionen und Anwendungen	169	8.2.1	Struktur und Eigenschaften	233
5.4.4	Ausgewählte Verbindungen	174	8.2.2	Gewinnung und Synthese	234
6	Alkohole und Thiole	175	8.2.3	Reaktionen und Anwendungen	236
6.1	Einwertige Alkohole	175	8.2.4	Ausgewählte Verbindungen	237
6.1.1	Struktur und Eigenschaften	175	8.3	Aliphatische Hydrazine und Azide	238
6.1.2	Gewinnung und Synthese	178	8.3.1	Struktur und Eigenschaften	238
6.1.3	Reaktionen und Anwendungen	181	8.3.2	Gewinnung und Synthese	239
6.1.4	Ausgewählte Verbindungen	183	8.3.3	Reaktionen und Anwendungen	242
6.2	Mehrwertige Alkohole	184	8.3.4	Ausgewählte Verbindungen	243
6.2.1	Struktur und Eigenschaften	184	9	Ether und Thioether	245
6.2.2	Gewinnung und Synthese	185	9.1	Ether	245
6.2.3	Reaktionen und Anwendungen	185	9.1.1	Struktur und Eigenschaften	245
6.2.4	Ausgewählte Verbindungen	191	9.1.2	Gewinnung und Synthese	248
			9.1.3	Reaktionen und Anwendungen	249

9.2 Thioether	251	11.3.2 Gewinnung und Synthese.....	290
9.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	251	11.3.3 Reaktionen und Anwendungen.....	290
9.2.2 Gewinnung und Synthese.....	251	11.4 Organische Quecksilberverbindungen	292
9.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	251	11.4.1 Struktur und Eigenschaften.....	292
9.2.4 Ausgewählte Verbindungen	253	11.4.2 Gewinnung und Synthese.....	292
10 Organische Derivate anorganischer Säuren, organische Derivate der Elemente P, B, Si und As	255	11.4.3 Reaktionen und Anwendungen.....	293
10.1 Ester anorganischer Säuren	255	11.5 Organische Aluminiumverbindungen	293
10.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	255	11.5.1 Struktur und Eigenschaften.....	293
10.1.2 Gewinnung und Synthese.....	257	11.5.2 Gewinnung und Synthese.....	293
10.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	258	11.5.3 Reaktionen und Anwendungen.....	295
10.1.4 Ausgewählte Verbindungen	260	11.6 Organische Zinnverbindungen	295
10.2 Sulfon-, Sulfin- und Sulfensäuren	263	11.6.1 Struktur und Eigenschaften.....	295
10.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	263	11.6.2 Gewinnung und Synthese.....	295
10.2.2 Gewinnung und Synthese.....	264	11.6.3 Reaktionen und Anwendungen.....	295
10.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	265	11.7 Organische Bleiverbindungen	296
10.2.4 Ausgewählte Verbindungen	266	11.7.1 Struktur und Eigenschaften.....	296
10.3 Nitroalkane	266	11.7.2 Gewinnung und Synthese.....	296
10.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	266	11.7.3 Reaktionen und Anwendungen.....	297
10.3.2 Gewinnung und Synthese.....	269	11.8 Organische Übergangsmetallkomplexe	297
10.3.3 Reaktionen und Anwendungen.....	271	11.8.1 Struktur und Eigenschaften.....	297
10.4 Organische Phosphor- und Arsenverbindungen	272	11.8.2 Reaktionen und Anwendungen.....	299
10.4.1 Struktur und Eigenschaften.....	272	12 Aliphatische Carbonylverbindungen .	305
10.4.2 Gewinnung und Synthese.....	272	12.1 Alkanale (aliphatische Aldehyde)	305
10.4.3 Reaktionen und Anwendungen.....	273	12.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	305
10.4.4 Ausgewählte Verbindungen	276	12.1.2 Gewinnung und Synthese.....	306
10.5 Organische Silicium- und Borverbindungen	277	12.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	307
10.5.1 Struktur und Eigenschaften.....	277	12.1.4 Ausgewählte Verbindungen	317
10.5.2 Gewinnung und Synthese.....	277	12.2 Alkanone (aliphatische Ketone)	323
10.5.3 Reaktionen und Anwendungen.....	278	12.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	323
10.5.4 Ausgewählte Verbindungen	282	12.2.2 Gewinnung und Synthese.....	323
11 Metallorganische Verbindungen	283	12.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	325
11.1 Alkalimetallorganische Verbindungen (Alkalimetallorganyle)	283	12.2.4 Ausgewählte Verbindungen	331
11.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	283	13 Aliphatische Mono- und Dicarbonsäuren	339
11.1.2 Gewinnung und Synthese.....	284	13.1 Gesättigte Mono- und Dicarbonsäuren	339
11.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	285	13.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	339
11.2 Organische Magnesiumverbindungen	286	13.1.2 Gewinnung und Synthese.....	344
11.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	286	13.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	351
11.2.2 Gewinnung und Synthese.....	286	13.1.4 Ausgewählte Verbindungen	357
11.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	287	13.2 Ungesättigte aliphatische Mono- und Dicarbonsäuren	358
11.3 Organische Zinkverbindungen	290	13.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	358
11.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	290	13.2.2 Gewinnung und Synthese.....	359
		13.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	366
		13.2.4 Ausgewählte Verbindungen	372

14	Carbonsäurederivate	375	16	Derivate von Kohlensäure, Cyansäure und Kohlenstoffmonoxid sowie Carbene und Nitrene	433
14.1	Carbonsäurehalogenide	375	16.1	Kohlensäure und ihre Derivate	433
14.1.1	Struktur und Eigenschaften	375	16.1.1	Struktur und Eigenschaften	433
14.1.2	Gewinnung und Synthese	375	16.1.2	Gewinnung und Synthese	436
14.1.3	Reaktionen und Anwendungen	376	16.1.3	Reaktionen und Anwendungen	438
14.2	Carbonsäureanhydride	378	16.1.4	Ausgewählte Verbindungen	443
14.2.1	Struktur und Eigenschaften	378	16.2	(Iso-)Cyansäure und ihre Derivate	444
14.2.2	Gewinnung und Synthese	379	16.2.1	Struktur und Eigenschaften	445
14.2.3	Reaktionen und Anwendungen	381	16.2.2	Gewinnung und Synthese	450
14.3	Ketene	382	16.2.3	Reaktionen und Anwendungen	453
14.3.1	Struktur und Eigenschaften	382	16.3	Kohlenstoffmonoxid und seine Derivate ..	455
14.3.2	Gewinnung und Synthese	382	16.3.1	Struktur und Eigenschaften	455
14.3.3	Reaktionen und Anwendungen	383	16.3.2	Gewinnung und Synthese	456
14.4	Ester und Orthoester	383	16.3.3	Reaktionen und Anwendungen	457
14.4.1	Struktur und Eigenschaften	383	16.3.4	Ausgewählte Verbindungen	459
14.4.2	Gewinnung und Synthese	383	16.4	Carbene, Carbine und Nitrene als instabile Zwischenprodukte	459
14.4.3	Reaktionen und Anwendungen	386	16.4.1	Struktur und Eigenschaften	459
14.5	Carbonsäureamide	389	16.4.2	Gewinnung und Synthese	461
14.5.1	Struktur und Eigenschaften	389	16.4.3	Reaktionen und Anwendungen	461
14.5.2	Gewinnung und Synthese	390	16.4.4	Ausgewählte Verbindungen	463
14.5.3	Reaktionen und Anwendungen	391	17	Kohlenhydrate	465
14.6	Sonstige N-Derivate der Carbonsäuren	392	17.1	Monosaccharide	466
15	Carbonsäuren mit zusätzlichen funktionellen Gruppen	399	17.1.1	Struktur und Eigenschaften	466
15.1	Halogencarbonsäuren	399	17.1.2	Gewinnung und Synthese	474
15.1.1	Struktur und Eigenschaften	399	17.1.3	Reaktionen und Anwendungen	476
15.1.2	Gewinnung und Synthese	400	17.1.4	Ausgewählte Verbindungen	488
15.1.3	Reaktionen und Anwendungen	403	17.2	Oligosaccharide	493
15.1.4	Ausgewählte Verbindungen	403	17.2.1	Struktur und Eigenschaften	493
15.2	Hydroxycarbonsäuren und Lactone	403	17.2.2	Gewinnung und Synthese	493
15.2.1	Struktur und Eigenschaften	403	17.2.3	Reaktionen und Anwendungen	494
15.2.2	Gewinnung und Synthese	407	17.2.4	Ausgewählte Verbindungen	496
15.2.3	Reaktionen und Anwendungen	410	17.3	Polysaccharide (Glycane)	500
15.2.4	Ausgewählte Verbindungen	412	18	Aromatische Kohlenwasserstoffe (Arene)	511
15.3	Aminocarbonsäuren	414	18.1	Benzen	511
15.3.1	Struktur und Eigenschaften	414	18.1.1	Struktur und Eigenschaften	511
15.3.2	Gewinnung und Synthese	416	18.1.2	Gewinnung und Synthese	515
15.3.3	Reaktionen und Anwendungen	417	18.1.3	Reaktionen und Anwendungen	516
15.3.4	Ausgewählte Verbindungen	420	18.2	Alkylderivate des Benzens (Alkylbenzene) ..	516
15.4	Aldehyd- und Ketocarbonsäuren	422	18.2.1	Struktur und Eigenschaften	516
15.4.1	Struktur und Eigenschaften	422	18.2.2	Gewinnung und Synthese	517
15.4.2	Gewinnung und Synthese	424	18.2.3	Reaktionen und Anwendungen	518
15.4.3	Reaktionen und Anwendungen	427	18.2.4	Ausgewählte Verbindungen	518
15.4.4	Ausgewählte Verbindungen	430			

18.3	Benzenderivate mit heteroatomhaltigen Seitenketten	519	21.2	Aromatische Ketone	592
			21.2.1	Struktur und Eigenschaften	592
			21.2.2	Gewinnung und Synthese	592
18.4	Benzenderivate mit ungesättigten Substituenten	522	21.2.3	Reaktionen und Anwendungen	594
			21.2.4	Ausgewählte Verbindungen	597
19	Aromaten mit Halogen-, Nitro- und Sulfonsäuregruppen	527	21.3	Aromatische Monocarbonsäuren – Benzoessäure und ihre Derivate	599
19.1	Halogenierte Aromaten (Arylhalogenide)	527	21.3.1	Struktur und Eigenschaften	599
19.1.1	Struktur und Eigenschaften	527	21.3.2	Gewinnung und Synthese	602
19.1.2	Gewinnung und Synthese	527	21.3.3	Reaktionen und Anwendungen	602
19.1.3	Reaktionen und Anwendungen	535	21.4	Gesättigte arylsubstituierte aliphatische Monocarbonsäuren	608
19.2	Nitroaromaten	537	21.4.1	Struktur und Eigenschaften	608
19.2.1	Struktur und Eigenschaften	537	21.4.2	Gewinnung und Synthese	608
19.2.2	Gewinnung und Synthese	537	21.4.3	Reaktionen und Anwendungen	610
19.2.3	Reaktionen und Anwendungen	541	21.4.4	Ausgewählte Verbindungen	610
19.2.4	Ausgewählte Verbindungen	542	21.5	Ungesättigte arylsubstituierte aliphatische Monocarbonsäuren	611
19.3	Aromatische Sulfonsäuren	543	21.5.1	Struktur und Eigenschaften	611
19.3.1	Struktur und Eigenschaften	543	21.5.2	Gewinnung und Synthese	612
19.3.2	Gewinnung und Synthese	544	21.5.3	Ausgewählte Verbindungen	613
19.3.3	Reaktionen und Anwendungen	544	21.6	Aromatische Dicarbonsäuren	614
19.3.4	Ausgewählte Verbindungen	548	21.6.1	Struktur und Eigenschaften	614
20	Phenole und Derivate	553	21.6.2	Gewinnung und Synthese	614
20.1	Einwertige Phenole	553	21.6.3	Reaktionen und Anwendungen	615
20.1.1	Struktur und Eigenschaften	553	22	Aromatische Stickstoffverbindungen	619
20.1.2	Gewinnung und Synthese	553	22.1	Aromatische Amine	619
20.1.3	Reaktionen und Anwendungen	554	22.1.1	Struktur und Eigenschaften	619
20.1.4	Ausgewählte Verbindungen	556	22.1.2	Gewinnung und Synthese	621
20.2	Mehrwertige Phenole	563	22.1.3	Reaktionen und Anwendungen	623
20.2.1	Struktur und Eigenschaften	563	22.1.4	Ausgewählte Verbindungen	626
20.2.2	Ausgewählte Verbindungen	563	22.2	Aromatische Azo- und Diazoniumverbindungen	627
20.3	Phenylether	571	22.2.1	Struktur und Eigenschaften	627
20.3.1	Struktur und Eigenschaften	571	22.2.2	Gewinnung und Synthese	628
20.3.2	Gewinnung und Synthese	571	22.2.3	Reaktionen und Anwendungen	630
20.3.3	Ausgewählte Verbindungen	572	22.2.4	Ausgewählte Verbindungen	637
20.4	Benzochinone	572	23	Oligo- und Polyphenyle, Arylalkane	639
20.4.1	Struktur und Eigenschaften	572	23.1	Biphenyle	639
20.4.2	Reaktionen und Anwendungen	574	23.1.1	Struktur und Eigenschaften	639
21	Aromatische Carbonyl- und Carboxyverbindungen	579	23.1.2	Gewinnung und Synthese	640
21.1	Aromatische Aldehyde	579	23.1.3	Reaktionen und Anwendungen	640
21.1.1	Struktur und Eigenschaften	579	23.2	Terphenyle und Polyphenyle	641
21.1.2	Gewinnung und Synthese	580	23.2.1	Struktur und Eigenschaften	641
21.1.3	Reaktionen und Anwendungen	584	23.2.2	Gewinnung und Synthese	642
21.1.4	Ausgewählte Verbindungen	590	23.2.3	Reaktionen und Anwendungen	642

23.3 Arylmethane	644	25.2 Azulene	690
23.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	644	25.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	690
23.3.2 Gewinnung und Synthese.....	646	25.2.2 Gewinnung und Synthese.....	691
23.3.3 Reaktionen und Anwendungen.....	647	25.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	692
23.3.4 Ausgewählte Verbindungen	649	25.2.4 Ausgewählte Verbindungen	692
23.4 Arylethane und freie Radikale	653	25.3 Kationische, nichtbenzoide Aromaten	694
23.4.1 Struktur und Eigenschaften.....	653	25.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	694
23.4.2 Gewinnung und Synthese.....	653	25.3.2 Gewinnung und Synthese.....	695
23.4.3 Reaktionen und Anwendungen.....	657	25.3.3 Reaktionen und Anwendungen.....	695
24 Kondensierte aromatische Ringsysteme	661	25.3.4 Ausgewählte Verbindungen	695
24.1 Inden	662	25.4 Anionische, nichtbenzoide Aromaten	696
24.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	662	25.4.1 Struktur und Eigenschaften.....	696
24.1.2 Gewinnung und Synthese.....	662	25.4.2 Gewinnung und Synthese.....	697
24.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	663	25.4.3 Reaktionen und Anwendungen.....	698
24.1.4 Ausgewählte Verbindungen	663	25.4.4 Ausgewählte Verbindungen	699
24.2 Fluoren	664	26 Terpene	703
24.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	664	26.1 Monoterpene	703
24.2.2 Gewinnung und Synthese.....	664	26.1.1 Struktur, Eigenschaften und Anwendungen	704
24.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	665	26.1.2 Gewinnung und Synthese.....	709
24.2.4 Ausgewählte Verbindungen	665	26.2 Terpene aus drei bis acht Isopreneinheiten	715
24.3 Naphthalen	666	26.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	715
24.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	666	26.2.2 Gewinnung und Synthese.....	723
24.3.2 Gewinnung und Synthese.....	666	26.3 Polyterpene	726
24.3.3 Reaktionen und Anwendungen.....	667	26.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	726
24.3.4 Ausgewählte Verbindungen	669	27 Steroide	731
24.4 Anthracen	674	27.1 Natürliche und synthetische Steroide	731
24.4.1 Struktur und Eigenschaften.....	674	27.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	731
24.4.2 Gewinnung und Synthese.....	674	27.1.2 Gewinnung und Synthese.....	734
24.4.3 Reaktionen und Anwendungen.....	674	27.1.3 Ausgewählte Verbindungen	736
24.4.4 Ausgewählte Verbindungen	676	28 Fünfringe mit einem Heteroatom	753
24.5 Phenanthren	680	28.1 Pyrrolgruppe	753
24.5.1 Struktur und Eigenschaften.....	680	28.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	753
24.5.2 Gewinnung und Synthese.....	681	28.1.2 Gewinnung und Synthese.....	754
24.5.3 Reaktionen und Anwendungen.....	681	28.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	755
24.6 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe mit vier und mehr Ringen	682	28.1.4 Ausgewählte Verbindungen	758
25 Nichtbenzoide Aromaten und Annulene	687	28.2 Furangruppe	766
25.1 Annulene	687	28.2.1 Struktur und Eigenschaften.....	766
25.1.1 Struktur und Eigenschaften.....	687	28.2.2 Gewinnung und Synthese.....	767
25.1.2 Gewinnung und Synthese.....	689	28.2.3 Reaktionen und Anwendungen.....	767
25.1.3 Reaktionen und Anwendungen.....	690	28.2.4 Ausgewählte Verbindungen	768
		28.3 Thiophengruppe	771
		28.3.1 Struktur und Eigenschaften.....	771
		28.3.2 Gewinnung und Synthese.....	771
		28.3.3 Reaktionen und Anwendungen.....	771

23.3 Arylmethane	644	25.2 Azulene	690
23.3.1 Struktur und Eigenschaften	644	25.2.1 Struktur und Eigenschaften	690
23.3.2 Gewinnung und Synthese	646	25.2.2 Gewinnung und Synthese	691
23.3.3 Reaktionen und Anwendungen	647	25.2.3 Reaktionen und Anwendungen	692
23.3.4 Ausgewählte Verbindungen	649	25.2.4 Ausgewählte Verbindungen	692
23.4 Arylethane und freie Radikale	653	25.3 Kationische, nichtbenzoide Aromaten	694
23.4.1 Struktur und Eigenschaften	653	25.3.1 Struktur und Eigenschaften	694
23.4.2 Gewinnung und Synthese	653	25.3.2 Gewinnung und Synthese	695
23.4.3 Reaktionen und Anwendungen	657	25.3.3 Reaktionen und Anwendungen	695
24 Kondensierte aromatische Ringsysteme	661	25.3.4 Ausgewählte Verbindungen	695
24.1 Inden	662	25.4 Anionische, nichtbenzoide Aromaten	696
24.1.1 Struktur und Eigenschaften	662	25.4.1 Struktur und Eigenschaften	696
24.1.2 Gewinnung und Synthese	662	25.4.2 Gewinnung und Synthese	697
24.1.3 Reaktionen und Anwendungen	663	25.4.3 Reaktionen und Anwendungen	698
24.1.4 Ausgewählte Verbindungen	663	25.4.4 Ausgewählte Verbindungen	699
24.2 Fluoren	664	26 Terpene	703
24.2.1 Struktur und Eigenschaften	664	26.1 Monoterpene	703
24.2.2 Gewinnung und Synthese	664	26.1.1 Struktur, Eigenschaften und Anwendungen	704
24.2.3 Reaktionen und Anwendungen	665	26.1.2 Gewinnung und Synthese	709
24.2.4 Ausgewählte Verbindungen	665	26.2 Terpene aus drei bis acht Isopreneinheiten	715
24.3 Naphthalen	666	26.2.1 Struktur und Eigenschaften	715
24.3.1 Struktur und Eigenschaften	666	26.2.2 Gewinnung und Synthese	723
24.3.2 Gewinnung und Synthese	666	26.3 Polyterpene	726
24.3.3 Reaktionen und Anwendungen	667	26.3.1 Struktur und Eigenschaften	726
24.3.4 Ausgewählte Verbindungen	669	27 Steroide	731
24.4 Anthracen	674	27.1 Natürliche und synthetische Steroide	731
24.4.1 Struktur und Eigenschaften	674	27.1.1 Struktur und Eigenschaften	731
24.4.2 Gewinnung und Synthese	674	27.1.2 Gewinnung und Synthese	734
24.4.3 Reaktionen und Anwendungen	674	27.1.3 Ausgewählte Verbindungen	736
24.4.4 Ausgewählte Verbindungen	676	28 Fünfringe mit einem Heteroatom	753
24.5 Phenanthren	680	28.1 Pyrrolgruppe	753
24.5.1 Struktur und Eigenschaften	680	28.1.1 Struktur und Eigenschaften	753
24.5.2 Gewinnung und Synthese	681	28.1.2 Gewinnung und Synthese	754
24.5.3 Reaktionen und Anwendungen	681	28.1.3 Reaktionen und Anwendungen	755
24.6 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe mit vier und mehr Ringen	682	28.1.4 Ausgewählte Verbindungen	758
25 Nichtbenzoide Aromaten und Annulene	687	28.2 Furangruppe	766
25.1 Annulene	687	28.2.1 Struktur und Eigenschaften	766
25.1.1 Struktur und Eigenschaften	687	28.2.2 Gewinnung und Synthese	767
25.1.2 Gewinnung und Synthese	689	28.2.3 Reaktionen und Anwendungen	767
25.1.3 Reaktionen und Anwendungen	690	28.2.4 Ausgewählte Verbindungen	768
		28.3 Thiophengruppe	771
		28.3.1 Struktur und Eigenschaften	771
		28.3.2 Gewinnung und Synthese	771
		28.3.3 Reaktionen und Anwendungen	771

29	Benzanellierte Ringsysteme der Pyrrol-, Furan- und Thiophengruppe	775	31	Fünfringe mit drei oder mehr Heteroatomen	823
29.1	Indolverbindungen	775	31.1	Triazole	823
29.1.1	Struktur und Eigenschaften	775	31.1.1	Struktur und Eigenschaften	823
29.1.2	Gewinnung und Synthese	776	31.1.2	Gewinnung und Synthese	824
29.1.3	Reaktionen und Anwendungen	777	31.1.3	Reaktionen und Anwendungen	824
29.1.4	Ausgewählte Verbindungen	777	31.1.4	Ausgewählte Verbindungen	825
29.2	Indolizinverbindungen	782	31.2	Tetrazol	828
29.2.1	Struktur und Eigenschaften	782	31.2.1	Struktur und Eigenschaften	828
29.2.2	Gewinnung und Synthese	783	31.2.2	Gewinnung und Synthese	828
29.2.3	Reaktionen und Anwendungen	783	31.2.3	Reaktionen und Anwendungen	828
29.2.4	Ausgewählte Verbindungen	783	31.2.4	Ausgewählte Verbindungen	829
29.3	Isoindole und Isobenzofurane	784	31.3	Pentazol	830
29.3.1	Struktur und Eigenschaften	784	31.3.1	Struktur und Eigenschaften	830
29.3.2	Gewinnung und Synthese	784	31.3.2	Gewinnung und Synthese	831
29.3.3	Reaktionen und Anwendungen	785	31.4	Thiadiazol	831
29.3.4	Ausgewählte Verbindungen	786	31.4.1	Struktur und Eigenschaften	831
29.4	Cumarone und Thionaphthene	788	31.4.2	Gewinnung und Synthese	831
29.4.1	Struktur und Eigenschaften	788	31.4.3	Reaktionen und Anwendungen	831
29.4.2	Gewinnung und Synthese	788	31.4.4	Ausgewählte Verbindungen	832
29.4.3	Reaktionen und Anwendungen	789	32	Sechsringe mit einem Heteroatom	835
29.4.4	Ausgewählte Verbindungen	789	32.1	Pyridingruppe	835
29.5	Kondensierte tricyclische Systeme	790	32.1.1	Struktur und Eigenschaften	835
29.5.1	Struktur und Eigenschaften	790	32.1.2	Gewinnung und Synthese	836
29.5.2	Gewinnung und Synthese	791	32.1.3	Reaktionen und Anwendungen	836
29.5.3	Reaktionen und Anwendungen	791	32.1.4	Ausgewählte Verbindungen	838
29.5.4	Ausgewählte Verbindungen	791	32.2	Pyrangruppe	843
30	Fünfringe mit zwei Heteroatomen	793	32.2.1	Struktur und Eigenschaften	843
30.1	Pyrazolgruppe	793	32.2.2	Gewinnung und Synthese	843
30.1.1	Struktur und Eigenschaften	793	32.2.3	Reaktionen und Anwendungen	845
30.1.2	Gewinnung und Synthese	794	32.2.4	Ausgewählte Verbindungen	845
30.1.3	Reaktionen und Anwendungen	794	33	Benzanellierte Sechs- und Siebenringe	847
30.1.4	Ausgewählte Verbindungen	798	33.1	Benzopyridine, Dibenzopyridine und Benzopyrane	847
30.2	Imidazolgruppe	802	33.1.1	Struktur und Eigenschaften	847
30.2.1	Struktur und Eigenschaften	802	33.1.2	Gewinnung und Synthese	848
30.2.2	Gewinnung und Synthese	804	33.1.3	Reaktionen und Anwendungen	852
30.2.3	Reaktionen und Anwendungen	805	33.1.4	Ausgewählte Verbindungen	855
30.2.4	Ausgewählte Verbindungen	806	33.2	Benzazepine, Dibenzazepine und Benzodiazepine	866
30.3	Oxazol, Isoxazol	810	33.2.1	Struktur und Eigenschaften	866
30.3.1	Struktur und Eigenschaften	810	33.2.2	Gewinnung und Synthese	866
30.3.2	Gewinnung und Synthese	812	33.2.3	Reaktionen und Anwendungen	868
30.3.3	Reaktionen und Anwendungen	812	33.2.4	Ausgewählte Verbindungen	870
30.3.4	Ausgewählte Verbindungen	814			
30.4	Thiazol, Isothiazol	815			
30.4.1	Struktur und Eigenschaften	815			
30.4.2	Gewinnung und Synthese	815			
30.4.3	Reaktionen und Anwendungen	816			
30.4.4	Ausgewählte Verbindungen	818			

34	Sechsringe mit zwei und drei Heteroatomen	873	36	Alkaloide	917
34.1	Diazine	873	36.1	Alkaloide vom Tetrahydropyrrol-, Pyridin- und Piperidin-Typ	918
34.1.1	Struktur und Eigenschaften	873	36.1.1	Struktur und Eigenschaften	918
34.1.2	Gewinnung und Synthese	876	36.1.2	Gewinnung und Synthese	920
34.1.3	Reaktionen und Anwendungen	877	36.1.3	Reaktionen und Anwendungen	920
34.1.4	Ausgewählte Verbindungen	879	36.1.4	Ausgewählte Verbindungen	922
34.2	Benzodiazine	883	36.2	Alkaloide vom Tropan-Typ	923
34.2.1	Struktur und Eigenschaften	883	36.2.1	Struktur und Eigenschaften	923
34.2.2	Gewinnung und Synthese	883	36.2.2	Gewinnung und Synthese	925
34.2.3	Reaktionen und Anwendungen	884	36.2.3	Reaktionen und Anwendungen	926
34.2.4	Ausgewählte Verbindungen	884	36.3	Alkaloide vom Chinolizidin-Typ	928
34.3	Piperazine, Thiazine, Oxazine, Dioxine	885	36.3.1	Struktur und Eigenschaften	928
34.3.1	Struktur und Eigenschaften	885	36.3.2	Gewinnung und Synthese	928
34.3.2	Gewinnung und Synthese	885	36.3.3	Reaktionen und Anwendungen	928
34.3.3	Reaktionen und Anwendungen	885	36.4	Alkaloide vom Chinolin-Typ	929
34.3.4	Ausgewählte Verbindungen	886	36.4.1	Struktur und Eigenschaften	929
34.4	Phenazine, Phenoxazine, Dibenzo- p-dioxine und Phenothiazine	888	36.4.2	Gewinnung und Synthese	929
34.4.1	Struktur und Eigenschaften	888	36.4.3	Reaktionen und Anwendungen	930
34.4.2	Gewinnung und Synthese	889	36.5	Alkaloide vom Isochinolin-Typ	931
34.4.3	Reaktionen und Anwendungen	889	36.5.1	Struktur und Eigenschaften	931
34.4.4	Ausgewählte Verbindungen	889	36.5.2	Gewinnung und Synthese	933
34.5	Triazine	894	36.5.3	Reaktionen und Anwendungen	934
34.5.1	Struktur und Eigenschaften	894	36.5.4	Ausgewählte Verbindungen	935
34.5.2	Gewinnung und Synthese	894	36.6	Alkaloide vom Indol-Typ	937
34.5.3	Reaktionen und Anwendungen	894	36.6.1	Struktur und Eigenschaften	937
34.5.4	Ausgewählte Verbindungen	896	36.6.2	Gewinnung und Synthese	939
35	Stickstoffhaltige bicyclische Hetero- systeme (Heterobicyclen)	899	36.6.3	Reaktionen und Anwendungen	939
35.1	Purine	899	37	Aminosäuren, Peptide und Proteine	943
35.1.1	Struktur und Eigenschaften	899	37.1	Aminosäuren	943
35.1.2	Gewinnung und Synthese	900	37.1.1	Struktur und Eigenschaften	943
35.1.3	Reaktionen und Anwendungen	901	37.1.2	Gewinnung und Synthese	944
35.1.4	Ausgewählte Verbindungen	902	37.1.3	Reaktionen und Anwendungen	946
35.2	Pteridine und Pterine	908	37.1.4	Ausgewählte Verbindungen	948
35.2.1	Struktur und Eigenschaften	908	37.2	Peptide	954
35.2.2	Gewinnung und Synthese	908	37.2.1	Struktur und Eigenschaften	954
35.2.3	Reaktionen und Anwendungen	909	37.2.2	Gewinnung und Synthese	954
35.2.4	Ausgewählte Verbindungen	909	37.2.3	Reaktionen und Anwendungen	957
35.3	Weitere Heterobicyclen	913	37.2.4	Ausgewählte Verbindungen	960
			37.3	Proteine	968
			37.3.1	Struktur und Eigenschaften	968
			37.3.2	Gewinnung und Synthese	971
			37.3.3	Reaktionen und Anwendungen	972
			37.3.4	Ausgewählte Verbindungen	973

38 Nucleinsäuren	979	Wichtige Reaktionen und Begriffe	
38.1 Nucleobasen, Nucleoside und Nucleotide	979	in der Organischen Chemie	999
38.1.1 Struktur und Eigenschaften	979	Bildnachweis	1013
38.1.2 Gewinnung und Synthese	980	Sachregister	1017
38.1.3 Reaktionen und Anwendungen	983	Die Autoren	1175
38.1.4 Ausgewählte Verbindungen	984		
38.2 RNA und DNA	985		
38.2.1 Struktur und Eigenschaften	985		
38.2.2 Gewinnung und Synthese	986		
38.2.3 Reaktionen und Anwendungen	988		
38.2.4 Ausgewählte Verbindungen	996		