

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
---	-------------------------	---

Bindung und Struktur

2	Kohlenstoff, das besondere Element	3
2.1	Allgemeines.....	3
2.2	Die Elektronenhülle des Kohlenstoffs.....	5
2.3	Bindungseigenschaften des Kohlenstoffs.....	9
2.3.1	Molekülorbitale.....	9
2.3.2	Die Oktettregel.....	12
2.3.3	Die sp^3 -Hybridisierung.....	13
2.3.4	Die sp^2 -Hybridisierung.....	15
2.3.5	Die sp -Hybridisierung.....	17
2.3.6	Vergleiche zwischen der Einfach-, Doppel- und Dreifachbindung.....	19
2.4	Ausgedehnte π -Systeme.....	21
2.4.1	Allen (Propadien).....	21
2.4.2	1,3-Butadien.....	22
2.4.3	Benzol.....	25
2.4.4	Beispiele für aromatische Systeme.....	28
2.4.4.1	Carbocyclische Aromaten.....	29
2.4.4.2	Heterocyclische Aromaten.....	29
3	Strukturen organischer Moleküle	31
3.1	Die Summenformel.....	31
3.2	Die Strukturformel.....	32
3.2.1	Konstitutionsformel.....	32
3.2.2	Konfigurationsformel.....	33
3.2.2.1	Die Keilstrichformel.....	33
3.2.2.2	Die Fischer-Projektion.....	34

3.2.3	Die Konformationsformel.....	34
3.2.3.1	Die Newman-Projektion.....	35
3.2.3.2	Die Sägebockformel.....	35
3.3	Die Isomerie.....	36
3.3.1	Konstitutionsisomerie.....	36
3.3.2	Stereoisomerie.....	37
3.3.2.1	Geometrische Isomerie.....	37
3.3.2.2	Die optische Isomerie.....	42

Rohstoffe

4	Die Rohstoffe.....	55
4.1	Fossile Rohstoffe.....	55
4.1.1	Kohlen.....	55
4.1.2	Erdöl.....	56
4.1.3	Erdgas.....	57
4.2	Nachwachsende Rohstoffe.....	58
4.3	Veredlung der Rohstoffe.....	59
4.3.1	Veredlung der Kohlen.....	59
4.3.1.1	Verkokung.....	59
4.3.1.2	Kohlevergasung.....	59
4.3.1.3	Kohleverflüssigung.....	60
4.3.2	Die Veredlung des Erdöls.....	61
4.3.3	Veredlung der Erdölfractionen.....	62
4.3.3.1	Veredlung durch Cracken.....	62
4.3.3.2	Veredlung durch Reforming.....	63
4.4	Erdgas als Rohstoff.....	64
4.5	Zusammenfassung.....	64

Verbindung und Reaktion

5	Alkane.....	67
5.1	Definition, allgemeine Eigenschaften und Gewinnung.....	67
5.2	Nomenklatur der Alkane.....	69
5.2.1	n-Alkane.....	69
5.2.2	Verzweigte Alkane.....	69
5.2.3	Cycloalkane.....	73
5.2.3.1	Monocyclische Alkane.....	73
5.2.3.2	Bi- und polycyclische Alkane.....	74
5.3	Die wichtigsten Alkane.....	78
5.3.1	Methan.....	78

5.3.2	Ethan.....	79
5.3.3	Propan, n-Butan, Isobutan.....	79
5.3.4	Cyclopropan, Cyclobutan.....	80
5.3.5	n-Pentan, Isopentan, Neopentan.....	81
5.3.6	Cyclopentan.....	81
5.3.7	n-Hexan, n-Heptan.....	81
5.3.8	Cyclohexan.....	82
5.3.9	Isooctan.....	82
5.3.10	Makrocyclische Ringe.....	83
5.3.11	Adamantan.....	83
5.3.12	Wichtige Kohlenwasserstoffgemische.....	84
5.3.13	Kraftstoffe und Heizöl.....	84
5.3.13.1	Autobenzin.....	85
5.3.13.2	Flugzeugkraftstoffe.....	85
5.3.13.3	Dieselmkraftstoff und Heizöl.....	85
5.3.13.4	Paraffine und Vaseline.....	86
5.3.13.5	Bitumen.....	86
5.4	Die wichtigsten Reaktionen der Alkane.....	87
5.4.1	Die Verbrennung.....	87
5.4.2	Herstellung von Synthesegas.....	87
5.4.3	Herstellung von Ruß.....	88
5.4.4	Reaktionen bei Crack-Prozessen.....	88
5.4.5	Radikalische Substitutionsreaktionen(S _R).....	90
5.4.5.1	Die radikalische Chlorierung.....	91
5.4.5.2	Sulfochlorierung.....	94
5.4.5.3	Sulfoxidation.....	95
5.4.5.4	Nitrierung von Alkanen.....	97
5.4.5.5	Paraffin-Oxidation.....	98
6	Halogenalkane.....	101
6.1	Definition.....	101
6.2	Nomenklatur der Halogenalkane.....	101
6.3	Die wichtigsten Halogenalkane.....	102
6.3.1	Chlormethan.....	102
6.3.2	Brommethan, Iodmethan.....	103
6.3.3	Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan.....	104
6.3.4	Chlorethan.....	104
6.3.5	1,2-Dichlorethan, 1,2-Dibromethan.....	104
6.3.6	1,1,1-Trichlorethan, 1,1,2-Trichlorethan.....	105
6.3.7	Lindan.....	106
6.3.8	FCKW, HFCKW und Halone.....	108
6.3.8.1	Nomenklatur der FCKW, HFCKW, HFCKW und Halone.....	109
6.3.8.2	Die wichtigsten FCKW's, HFCKW's und Halone.....	110
6.3.8.3	Halothan.....	111
6.3.8.4	Herstellung der FCKW.....	112
6.4	Die wichtigsten Reaktionen der Halogenalkane.....	113
6.4.1	Die Nucleophile Substitution.....	114

6.4.1.1	Die S_N1 -Reaktion.....	114
6.4.1.2	Die S_N2 -Reaktion.....	117
6.4.1.3	Die Walden-Umkehr (1895, nach Paul Walden).....	124
6.4.1.4	Die intramolekulare S_N2 -Reaktion und Nachbargruppeneffekte.....	125
6.4.1.5	S_N1 oder S_N2 -Reaktion ?.....	126
6.4.2	Eliminierungsreaktionen der Halogenalkane.....	127
6.4.2.1	Die E1-Eliminierung.....	127
6.4.2.2	Die E2-Eliminierung.....	128
6.4.2.3	Saizew und Hofmann-Orientierung bei E1- und E2-Reaktionen.....	130
6.4.2.4	Die Hofmann-Eliminierung.....	131
6.4.2.5	α -Eliminierung.....	132
6.4.3	Metall- und elementorganische Verbindungen	133
6.4.3.1	Organische Verbindungen der Alkalimetalle.....	133
6.4.3.2	Grignard-Verbindungen (V.A.F. Grignard 1871-1935).....	135
6.4.3.3	Aluminiumorganische Verbindungen.....	136
6.4.3.4	Siliziumorganische Verbindungen.....	136
6.4.3.5	Bleiorganische Verbindungen.....	137
6.4.3.6	Zinnorganische Verbindungen.....	138
6.4.3.7	Phosphororganische Verbindungen.....	139
6.4.3.8	Arsenorganische Verbindungen.....	139
6.4.3.9	Quecksilberorganische Verbindungen.....	139
6.4.3.10	Cadmiumorganische Verbindungen.....	140
7	Alkene.....	141
7.1	Die Nomenklatur der Alkene.....	141
7.2	Die wichtigsten Alkene.....	143
7.2.1	Ethen.....	143
7.2.2	Propen.....	144
7.2.3	1-Buten, trans-2-Buten, cis-2-Buten, Isobuten.....	144
7.2.4	1,3-Butadien.....	145
7.2.5	Isopren.....	145
7.2.6	Die Terpene.....	147
7.2.7	Cyclopentadien.....	150
7.2.8	Cyclododeka-1,5,9-trien.....	151
7.2.9	Chlorethen (Vinylchlorid).....	152
7.2.10	Tri- und Tetrachlorethylen.....	152
7.2.11	Tetrafluorethen.....	152
7.2.12	2-Chlor-1,3-butadien (Chloropren).....	152
7.2.13	Höhere Olefine.....	152
7.2.13.1	Oligomerisierung von Ethen - die Alfene.....	153
7.2.13.2	Höhere Olefine aus Paraffinen.....	153
7.3	Die wichtigsten Reaktionen der Alkene.....	154
7.3.1	Polymerisationsreaktionen.....	154
7.3.1.1	Polyethylen (PE = Kurzzeichen nach DIN 7728).....	158
7.3.1.2	Polypropylen (PP).....	159
7.3.1.3	Polyvinylchlorid (PVC).....	160
7.3.1.4	Polytetrafluorethen (PTFE).....	161

7.3.1.5	Polymerisation von konjugierten Dienen.....	161
7.3.1.6	Recycling von Kunststoffen.....	163
7.3.2	Additionsreaktionen der Alkene.....	165
7.3.2.1	Addition von Halogen an die Doppelbindung.....	167
7.3.2.2	Addition von Halogenwasserstoffsäuren an die Doppelbindung.....	168
7.3.2.3	Addition von Hypohalogenit an die Doppelbindung.....	170
7.3.2.4	Addition von Schwefelsäure.....	171
7.3.2.5	Addition von Wasser an die Doppelbindung (Hydratisierung).....	172
7.3.2.6	Addition von Alkoholen an die Doppelbindung.....	173
7.3.2.7	Die Hydrierung = Addition von Wasserstoff.....	174
7.3.2.8	Die Hydroborierung.....	176
7.3.3	Oxidationsreaktionen der Alkene.....	177
7.3.3.1	Epoxidation (Epoxidierung).....	178
7.3.3.2	Herstellung von vicinalen cis-Diolen.....	180
7.3.3.3	Ozonolyse (Ozonisierung).....	180
7.3.3.4	Gezielte Oxidation von Alkenen mit Luft oder Sauerstoff.....	181
7.3.4	Bromierung in Allylstellung.....	183
7.3.5	Die Oxosynthese (Hydroformylierung).....	184
7.3.6	Methatesereaktion.....	185
7.3.7	Diels-Alder-Reaktion (1928 nach Otto Diels und Kurt Alder).....	186
8	Die Alkine.....	189
8.1	Die Nomenklatur der Alkine.....	189
8.2	Das wichtigste Alkin: Acetylen (Ethin).....	190
8.3	Die wichtigsten Reaktionen der Alkine.....	191
8.3.1	Ethinylierungsreaktion.....	192
8.3.2	Additionsreaktionen.....	193
8.3.3	Hydrierung der Dreifachbindung.....	196
8.3.4	Oligo- und Polymerisierungsreaktionen von Ethin.....	197
9	Die Aromaten.....	199
9.1	Nomenklatur der Aromaten.....	199
9.1.1	Nomenklatur von Benzolderivaten.....	199
9.1.2	Nomenklatur von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen....	201
9.1.2.1	Die wichtigsten annelierten polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe.....	202
9.1.2.1	Die wichtigsten aromatischen Ringsequenzen.....	203
9.2	Die wichtigsten aromatischen Kohlenwasserstoffe.....	203
9.2.1	Benzol.....	203
9.2.2	Toluol.....	204
9.2.3	Die Xylole.....	204
9.2.4	Ethylbenzol.....	204
9.2.5	Cumol.....	205
9.2.6	Biphenyl.....	205
9.2.7	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe.....	206
9.2.7.1	Naphthalin.....	206

9.2.7.2	Anthracen.....	206
9.2.7.3	Phenanthren, Fluoren, Pyren, Benzpyren.....	207
9.2.8	Die wichtigsten heterocyclischen Aromaten.....	207
9.2.8.1	Pyrrol.....	207
9.2.8.2	Pyridin.....	207
9.2.8.3	Pyrimidin.....	210
9.2.8.4	1,3,5-Triazin.....	210
9.2.8.5	Indol.....	212
9.2.8.6	Chinolin.....	213
9.2.8.7	Purin.....	213
9.3	Die wichtigsten Reaktionen der Aromaten.....	214
9.3.1	Die elektrophile aromatische Substitution S_E	215
9.3.1.1	Herstellung von Ethylbenzol.....	216
9.3.1.2	Die Nitrierung.....	217
9.3.1.3	Die Sulfonierung.....	218
9.3.1.4	Die Friedel-Crafts-Acylierung.....	219
9.3.1.5	Die Friedel-Crafts-Alkylierung.....	221
9.3.2	Die elektrophile aromatische Zweitsubstitution.....	222
9.3.3	Die elektrophile aromatische Drittsubstitution.....	230
9.3.4	Reaktionen am Naphthalin.....	231
9.3.5	Die nucleophile aromatische Substitution (S_N2Ar).....	233
9.3.6	Arine.....	235
9.3.7	Reaktionen am Pyridin.....	236
9.3.8	Reaktionen von Trichlortriazin.....	237
9.3.9	Reaktionen in der Seitenkette von Aromaten.....	238
10	Alkohole.....	241
10.1	Nomenklatur der Alkohole.....	242
10.2	Die wichtigsten Alkohole.....	246
10.2.1	Methanol.....	246
10.2.2	Ethanol.....	246
10.2.3	1-Propanol, 2-Propanol.....	247
10.2.4	1-Butanol, 2-Butanol, 2-Methyl-1-propanol (Isobutanol), 2-Methyl-2-propanol (tert-Butanol).....	248
10.2.5	1-Pentanol (n-Amylalkohol), 2-Methyl-1-butanol, 3-Methyl-1-butanol (Isoamylalkohol).....	248
10.2.6	2-Ethylhexanol.....	249
10.2.7	Fettalkohole.....	249
10.2.8	Alfole.....	250
10.2.9	Guerbet-Alkohole.....	251
10.2.10	Mehrwertige Alkohole.....	252
10.2.10.1	1,2-Ethandiol.....	252
10.2.10.2	Proylenglykol.....	253
10.2.10.3	1,4-Butandiol.....	253
10.2.10.4	Glycerin.....	253
10.2.10.5	2,2-Bis(hydroxymethyl)butanol.....	254
10.2.10.6	2,2-Bis(hydroxymethyl)-1,3-propandiol.....	254

10.2.10.7	D-Sorbit.....	255
10.2.10.8	D-Mannit.....	255
10.3	Die wichtigsten Reaktionen der Alkohole.....	256
10.3.1	Eliminierungsreaktionen.....	256
10.3.2	Substitutionsreaktionen.....	258
10.3.2.1	Herstellung von Alkylhalogeniden.....	258
10.3.2.2	Etherbildung.....	260
10.3.3	Carbonsäureesterbildung.....	261
10.3.4	Ester Anorganischer Säuren.....	262
10.3.5	Oxidationsreaktionen der Alkohole.....	264
10.3.5.1	Oxidationen von Alkoholen mit Luft.....	266
10.3.5.2	Oxidationen von Alkoholen mit Chromaten.....	266
10.3.5.3	Oxidationen von Alkoholen mit Salpetersäure.....	267
10.3.5.4	Glykolspaltung.....	268
11	Die Phenole.....	269
11.1	Nomenklatur der Phenole.....	269
11.2	Die wichtigsten Phenole.....	271
11.2.1	Phenol.....	271
11.2.2	Kresole	274
11.2.3	Hydrochinon.....	274
11.2.4	Resorcin.....	275
11.2.5	1-Naphthol, 2-Naphthol.....	275
11.2.6	Anthrahydrochinon und Anthrachinon.....	276
11.3	Die wichtigsten Reaktionen der Phenole.....	278
11.3.1	Phenoether.....	278
11.3.2	Phenylester.....	278
11.3.3	Chlorierung von Phenol.....	279
11.3.4	Reaktionen von Phenol mit Formaldehyd.....	282
11.3.5	Reaktionen von Phenol mit Aceton - Bisphenol A.....	285
11.3.6	Reaktionen von Phenol und 2-Naphthol mit Kohlendioxid.....	286
11.3.7	Phenol als Ausgangsstoff für die Nylonherstellung.....	288
11.3.8	Phenol für die Anilinsynthese.....	288
12	Die Ether.....	289
12.1	Definition und allgemeine Eigenschaften.....	289
12.2	Nomenklatur	290
12.3	Die wichtigsten Ether.....	291
12.3.1	Dimethylether.....	291
12.3.2	Diethylether.....	292
12.3.3	tert-Butylmethylether.....	292
12.3.4	Monoether und Diether des Ethylenglykols bzw. der Polyethylenglykole.....	293
12.3.5	Ethylenoxid.....	293
12.3.6	Propylenoxid.....	294
12.3.7	Tetrahydrofuran.....	294
12.3.8	1,4-Dioxan.....	295

12.3.9	Kronenether.....	295
12.4	Die wichtigsten Reaktionen der Ether.....	296
12.4.1	Saure Spaltung der Ether.....	296
12.4.2	Bildung von Komplexen und Oxoniumsalzen.....	297
12.4.3	Peroxidbildung.....	297
12.4.4	Reaktionen der Epoxide.....	298
13	Amine.....	301
13.1	Definition, allgemeine Eigenschaften und Darstellungsmethoden.....	301
13.2	Nomenklatur der Amine.....	302
13.3	Die wichtigsten Amine.....	306
13.3.1	Methylamin, Dimethylamin, Trimethylamin.....	306
13.3.2	Ethylamin, Diethylamin, Triethylamin.....	307
13.3.3	Diisopropylamin.....	308
13.3.4	Cyclohexylamin.....	308
13.3.5	Fettamine.....	309
13.3.6	Ethanolamine.....	309
13.3.7	Wichtige cyclische Amine.....	310
13.3.7.1	Morpholin.....	310
13.3.7.2	Aziridin.....	310
13.3.7.3	Pyrrolidin.....	311
13.3.7.4	Piperidin.....	311
13.3.7.5	Piperazin.....	312
13.3.8	Wichtige Diamine.....	313
13.3.8.1	Ethylendiamin.....	313
13.3.8.2	Hexamethyldiamin.....	313
13.3.8.3	Isophorondiamin (IPDA).....	314
13.3.9	Die wichtigsten aromatischen Amine.....	315
13.3.9.1	Anilin.....	315
13.3.9.2	o-Phenylendiamin, p-Phenylendiamin.....	316
13.3.9.3	m-Phenylendiamin.....	317
13.3.9.4	2,4-Toluyldiamin, 2,6-Toluyldiamin.....	317
13.3.9.5	1-Naphthylamin.....	318
13.3.9.6	Diphenylamin.....	318
13.4	Die wichtigsten Reaktionen der Amine.....	319
13.4.1	Säure-Base-Reaktionen	319
13.4.2	Alkylierungsreaktionen.....	320
13.4.3	Reaktionen mit Aldehyden und Ketonen.....	321
13.4.3.1	Primäre Amine.....	321
13.4.3.2	Sekundäre Amine.....	323
13.4.4	Reaktionen von Aminen mit Carbonsäuren und Derivaten.....	324
13.4.5	Reaktionen mit Phosgen.....	325
13.4.6	Reaktionen mit Salpetriger Säure (Nitrosierung).....	327
13.4.7	Oxidationen von tert-Aminen.....	336

14	Aldehyde und Ketone	337
14.1	Definition, allgemeine Eigenschaften und Darstellungsmethoden.....	337
14.2	Nomenklatur der Aldehyde und Ketone.....	338
14.3	Die wichtigsten Aldehyde.....	343
14.3.1	Formaldehyd.....	343
14.3.2	Acetaldehyd.....	344
14.3.3	Propionaldehyd.....	346
14.3.4	Butyraldehyd.....	346
14.3.5	Acrolein.....	347
14.3.6	Crotonaldehyd.....	348
14.3.7	Glutaraldehyd.....	349
14.3.8	Benzaldehyd.....	350
14.3.9	Vanillin.....	350
14.4	Wichtige Ketone.....	353
14.4.1	Aceton.....	353
14.4.2	Isobutylmethylketon.....	353
14.4.3	Ethylmethylketon.....	353
14.4.4	Isophoron.....	354
14.4.5	Cyclohexanon.....	354
14.5	Die wichtigsten Reaktionen der Aldehyde und Ketone.....	355
14.5.1	Die Keto-Enol-Tautomerie.....	355
14.5.2	Hydratbildung.....	356
14.5.3	Acetal bzw. Ketalbildung.....	357
14.5.4	Reaktionen der Aldehyde und Ketone mit Ammoniak und anderen Stickstoffbasen außer den Aminen.....	359
14.5.4.1	Formaldehyd mit Ammoniak.....	359
14.5.4.2	Acetaldehyd mit Ammoniak.....	360
14.5.4.3	Aldehyde und Ketone mit Hydroxylamin.....	360
14.5.4.4	Reaktionen mit Hydrazin und Phenylhydrazinen.....	362
14.5.4.5	Reaktionen mit Semicarbazid.....	363
14.5.5	Hydrogensulfitaddukte.....	363
14.5.6	Cyanhydrine.....	363
14.5.7	Strecker-Aminosäuresynthese.....	365
14.5.8	Addition von Acetylen an Aldehyde und Ketone.....	367
14.5.9	Reaktionen mit CH -aciden Verbindungen.....	368
14.5.9.1	Die Aldolreaktion.....	368
14.5.9.2	Die Knoevenagel-Reaktion.....	372
14.5.9.3	Perkin-Synthese.....	374
14.5.9.4	Reaktionen mit Nitroverbindungen.....	374
14.5.10	Reaktionen mit Aryl- oder Alkyl-Lithiumverbindungen.....	375
14.5.11	Wittig-Reaktion.....	376
14.5.12	Reaktionen mit Aromaten.....	378
14.5.13	Halogenierung am α -C-Atom von Aldehyden und Ketonen.....	381
14.5.14	Reduktionsreaktionen der Aldehyde und Ketone.....	382
14.5.14.1	Reduktion mit Hydriden.....	382
14.5.14.2	Reduktion mit Wasserstoff.....	384
14.5.14.3	Reduktion mit Metallen.....	384
14.5.14.4	Meerwein-Ponndorf-Verley-Reduktion (MPV).....	385

14.5.14.5	Die Tistschenko-Reaktion (1906).....	387
14.5.14.6	Wolff-Kishner-Reduktion.....	387
14.5.15	Oxidationsreaktionen der Aldehyde und Ketone.....	388
14.5.15.1	Luft/Sauerstoffoxidation.....	388
14.5.15.2	Andere Oxidationsmittel.....	389
14.5.16	Besonderheiten bei Reaktionen mit α,β -ungesättigten Aldehyden und Ketonen.....	390
15	Die Kohlenhydrate oder Saccharide.....	393
15.1	Definition.....	393
15.2	Allgemeine Eigenschaften.....	393
15.3	Nomenklatur der Kohlenhydrate.....	393
15.4	Die wichtigsten Saccharide.....	396
15.4.1	D-Ribose und 2-Desoxy-D-ribose.....	396
15.4.2	Glucose (Traubenzucker, Dextrose).....	398
15.4.3	Fructose (Fruchtzucker).....	398
15.4.4	Saccharose ("Zucker", Rohrzucker, Rübenzucker).....	399
15.4.5	Lactose (Milchzucker).....	399
15.4.6	Cyclodextrine.....	399
15.4.7	Polysaccharide.....	400
15.4.7.1	Cellulose.....	400
15.4.7.2	Hemicellulosen.....	400
15.4.7.3	Stärke.....	401
15.4.7.4	Glycogen.....	402
15.4.7.5	Chitin.....	402
15.4.7.6	Inulin.....	403
15.5	Die wichtigsten Reaktionen der Saccharide.....	403
15.5.1	Acetalbildung.....	403
15.5.2	Hydrazon-Bildung.....	405
15.5.3	Reduktions- und Oxidationsreaktionen.....	406
15.5.4	Veretherung.....	408
15.5.5	Veresterung.....	408
15.5.6	Kupferseide.....	410
15.5.7	Mercerisieren.....	410
15.5.8	Die Maillard-Reaktion.....	410
15.6	Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe.....	411
15.6.1	Süßstoffe.....	411
15.6.2	Zuckeraustauschstoffe.....	412
16	Carbonsäuren und Carbonsäurederivate.....	413
16.1	Definition.....	413
16.2	Nomenklatur der Carbonsäuren und Carbonsäurederivate.....	413
16.2.1	Nomenklatur der Carbonsäuren.....	413
16.2.2	Nomenklatur der Ester.....	417
16.2.3	Nomenklatur der Amide.....	418
16.2.4	Nomenklatur der Nitrile.....	419
16.2.5	Nomenklatur der Anhydride.....	420

16.2.6	Nomenklatur der Säurehalogenide.....	421
16.3	Allgemeine Eigenschaften.....	421
16.3.1	Eigenschaften der Säuren.....	421
16.3.2	Eigenschaften der Carbonsäureester.....	422
16.3.3	Eigenschaften der Carbonsäureamide.....	423
16.3.4	Eigenschaften der Nitrile.....	424
16.3.5	Eigenschaften der Carbonsäureanhydride.....	424
16.3.6	Eigenschaften der Carbonsäurehalogenide.....	424
16.4.	Die wichtigsten Carbonsäuren und Carbonsäurederivate.....	425
16.4.1	Die wichtigsten Carbonsäuren.....	425
16.4.2	Die wichtigsten Carbonsäureester.....	441
16.4.3	Die wichtigsten Carbonsäureamide.....	449
16.4.4	Die wichtigsten Carbonsäurenitrile.....	456
16.4.5	Die wichtigsten Anhydride.....	458
16.4.6	Die wichtigsten Säurechloride.....	461
16.5	Die wichtigsten Reaktionen der Carbonsäuren und Carbonsäurederivate	463
16.5.1	Reaktionen mit Wasser, Säuren und Basen.....	463
16.5.2	Herstellung von Carbonsäureester.....	468
16.5.3	Herstellung von Amiden.....	470
16.5.4	Herstellung von Carbonsäurehalogeniden.....	475
16.5.5	Herstellung von Carbonsäureanhydriden.....	477
16.5.6	Herstellung von Nitrilen.....	478
16.5.7	Malonestersynthesen.....	478
16.5.8	Acetessigestersynthesen.....	480
16.5.9	Die Ketonspaltung, die Säurespaltung und die Esterspaltung	481
16.5.10	Esterkondensation.....	483
16.5.11	Darzens-Glycidestersynthese.....	488
16.5.12	Hofmann-Abbau von Säureamiden.....	489
16.5.13	Die Reformatzky-Reaktion.....	490
16.5.14	Reaktionen von Carbonsäuren und Carbonsäurederivate mit Grignard- und anderen metallorganischen Verbindungen.....	491
16.5.15	Reduktionsreaktionen der Carbonsäuren und Carbonsäurederivate.....	493