

# Inhaltsverzeichnis

## Teil A

<b>1</b>	<b>Chemische Bindung und Struktur</b> . . . . .	<b>3</b>
1.1	Die Valence-Bond-Theorie der chemischen Bindung . . . . .	4
1.2	Bindungsenergien, Bindungslängen und Dipole . . . . .	13
1.3	Die Molekülorbitaltheorie . . . . .	20
1.4	Qualitative Anwendungen der Molekülorbitaltheorie . . . . .	27
1.5	Die Hückel-Molekülorbitaltheorie . . . . .	39
1.6	Die Molekülorbital-Störungstheorie . . . . .	44
1.7	Wechselwirkungen zwischen $\sigma$ - und $\pi$ -Systemen – Hyperkonjugation . . . . .	52
	Allgemeine Literatur . . . . .	56
	Aufgaben . . . . .	57
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Stereochemie</b> . . . . .	<b>65</b>
2.1	Enantiomere . . . . .	66
2.2	Diastereomere . . . . .	74
2.3	Stereochemie dynamischer Prozesse . . . . .	86
2.4	Prostereoisomerie, Prochiralität . . . . .	95
	Allgemeine Literatur . . . . .	105
	Aufgaben . . . . .	106
<b>3</b>	<b>Konformative, sterische und stereoelektronische Effekte</b> . . . . .	<b>115</b>
3.1	Sterische Spannung und Molekül-Mechanik . . . . .	116
3.2	Die Konformation acyclischer Moleküle . . . . .	122
3.3	Die Konformationen von Cyclohexanderivaten . . . . .	127
3.4	Andere ringförmige Kohlenwasserstoffe . . . . .	137
3.5	Der Einfluß von Heteroatomen auf Konformationsgleichgewichte . . . . .	140
3.6	Anwendung von Molekülorbital-Methoden auf die Konformationsanalyse . . . . .	146
3.7	Auswirkung der Konformation auf die Reaktivität . . . . .	147
3.8	Auswirkung der Winkelspannung auf die Reaktivität . . . . .	152
3.9	Zusammenhang zwischen Ringgröße und Ringschlußreaktionen . . . . .	157
3.10	Auswirkung von stereoelektronischen und Torsionseffekten auf die Reaktivität . . . . .	161
	Allgemeine Literatur . . . . .	166
	Aufgaben . . . . .	166

<b>4</b>	<b>Untersuchung und Beschreibung von organischen Reaktionsmechanismen . . . .</b>	<b>173</b>
4.1	Thermodynamische Daten . . . . .	173
4.2	Kinetische Daten . . . . .	177
4.3	Substituenteneffekte und lineare Freie-Enthalpie-Beziehungen . . . . .	190
4.4	Grundlegende mechanistische Begriffe: Kinetische und thermodynamische Kontrolle, das Hammond-Postulat und das Curtin-Hammett-Prinzip . . . . .	202
4.4.1	Kinetische und thermodynamische Kontrolle . . . . .	202
4.4.2	Das Hammond-Postulat . . . . .	204
4.4.3	Das Curtin-Hammett-Prinzip . . . . .	207
4.5	Isotopeneffekte . . . . .	209
4.6	Isotopenmarkierung . . . . .	212
4.7	Die Charakterisierung von Zwischenprodukten . . . . .	213
4.8	Säure- und Basekatalyse . . . . .	216
4.9	Lewis-Säure-Katalyse . . . . .	221
4.10	Lösungsmiteleinflüsse . . . . .	224
4.11	Verhalten in der Gasphase . . . . .	230
4.12	Stereochemie . . . . .	233
4.13	Schlußbemerkung . . . . .	235
	Allgemeine Literatur . . . . .	235
	Aufgaben . . . . .	236
<b>5</b>	<b>Nucleophile Substitutionen am Kohlenstoff . . . . .</b>	<b>247</b>
5.1	Der erste Grenzfall – Substitution nach dem Ionisierungsmechanismus, die $S_N1$ -Reaktion . . . . .	247
5.2	Der zweite Grenzfall – Substitution nach dem konzertierten Mechanismus, die $S_N2$ -Reaktion . . . . .	251
5.3	Detaillierte Beschreibung des Reaktionsmechanismus; der Bereich zwischen den $S_N1$ - und $S_N2$ -Grenzfällen . . . . .	254
5.4	Carbenium-Ionen . . . . .	260
5.5	Nucleophilie und der Einfluß des Lösungsmittels . . . . .	273
5.6	Der Einfluß der Abgangsgruppe . . . . .	279
5.7	Der Einfluß von sterischen Faktoren auf die Geschwindigkeit von Substitution und Ionisierung . . . . .	281
5.8	Der Einfluß der Substituenten auf die Reaktivität . . . . .	284
5.9	Die Stereochemie der nucleophilen Substitution . . . . .	286
5.10	Nachbargruppenbeteiligung . . . . .	293
5.11	Umlagerungen von Carbenium-Ionen . . . . .	301
5.12	Das Norbornyl-Kation und andere nichtklassische Ionen . . . . .	307
	Allgemeine Literatur . . . . .	315
	Aufgaben . . . . .	316
<b>6</b>	<b>Polare Additions- und Eliminierungsreaktionen . . . . .</b>	<b>329</b>
6.1	Addition von Halogenwasserstoffen an Alkene . . . . .	330
6.2	Die säurekatalysierte Hydratisierung und verwandte Reaktionen . . . . .	335
6.3	Halogenaddition . . . . .	338
6.4	Elektrophile Additionen unter Beteiligung von Metall-Ionen . . . . .	347

6.5	Additionen an Alkine und Allene	349
6.6	Die E2-, E1- und E1cB-Mechanismen	355
6.7	Orientierungseffekte – Regiochemie bei Eliminierungsreaktionen	360
6.8	Die Stereochemie der E2-Eliminierung	365
6.9	Dehydratisierung von Alkoholen	370
6.10	Eliminierungen ohne Beteiligung von C–H-Bindungen	371
	Allgemeine Literatur	376
	Aufgaben	376
<b>7</b>	<b>Carbanionen und andere nucleophile Kohlenstoffverbindungen</b>	<b>383</b>
7.1	Acidität von Kohlenwasserstoffen	383
7.2	Durch funktionelle Gruppen stabilisierte Carbanionen	394
7.3	Enole und Enamine	403
7.4	Carbanionen als Nucleophile in S <sub>N</sub> 2-Reaktionen	409
	Allgemeine Literatur	417
	Aufgaben	417
<b>8</b>	<b>Reaktionen von Carbonylverbindungen</b>	<b>425</b>
8.1	Addition von Wasser und Alkoholen an Aldehyde und Ketone	425
8.2	Additions-Eliminierungs-Reaktionen an Aldehyden und Ketonen	432
8.3	Addition von Kohlenstoff-Nucleophilen an Carbonylgruppen	438
8.4	Reaktivität von Carbonylverbindungen bei Additionsreaktionen	447
8.5	Esterhydrolyse	450
8.6	Aminolyse von Estern	455
8.7	Amidhydrolyse	458
8.8	Acylierung von nucleophilen Sauerstoff- und Stickstoffgruppen	459
8.9	Intramolekulare Katalyse	463
	Allgemeine Literatur	471
	Aufgaben	472
<b>9</b>	<b>Aromatizität</b>	<b>483</b>
9.1	Das Konzept der Aromatizität	483
9.2	Die Annulene	487
9.3	Aromatizität in geladenen Ringen	497
9.4	Homoaromatizität	501
9.5	Anellierte Ringsysteme	503
9.6	Heterocyclische Ringe	513
	Allgemeine Literatur	515
	Aufgaben	515
<b>10</b>	<b>Aromatische Substitution</b>	<b>521</b>
10.1	Elektrophile aromatische Substitutionsreaktionen	521
10.2	Struktur-Reaktivitäts-Beziehungen	528

10.3	Die Reaktivität von polycyclischen aromatischen Verbindungen und Heteroaromaten . . . . .	539
10.4	Mechanismen spezieller Substitutionsreaktionen . . . . .	542
10.4.1	Nitrierung . . . . .	542
10.4.2	Halogenierung . . . . .	546
10.4.3	Protonierung und Wasserstoffaustausch . . . . .	549
10.4.4	Die Friedel-Crafts-Alkylierung und verwandte Reaktionen . . . . .	551
10.4.5	Die Friedel-Crafts-Acylierung und verwandte Reaktionen . . . . .	554
10.4.6	Azokupplung . . . . .	556
10.4.7	Substitution von anderen Gruppen als Wasserstoff . . . . .	557
10.5	Nucleophile aromatische Substitution nach dem Additions-Eliminierungs-Mechanismus . . . . .	559
10.6	Nucleophile aromatische Substitution nach dem Eliminierungs-Additions-Mechanismus . . . . .	563
	Allgemeine Literatur . . . . .	567
	Aufgaben . . . . .	568
<b>11</b>	<b>Konzertierte Reaktionen</b> . . . . .	<b>575</b>
11.1	Elektrocyclische Reaktionen . . . . .	576
11.2	Sigmatrope Umlagerungen . . . . .	588
11.3	Cycloadditionen . . . . .	602
	Allgemeine Literatur . . . . .	617
	Aufgaben . . . . .	618
<b>12</b>	<b>Radikalreaktionen</b> . . . . .	<b>629</b>
12.1	Bildung und Charakterisierung von Radikalen . . . . .	629
12.1.1	Hintergrund . . . . .	629
12.1.2	Stabile und persistente Radikale . . . . .	630
12.1.3	Der direkte Nachweis von radikalischen Zwischenprodukten . . . . .	632
12.1.4	Die Bildung von Radikalen . . . . .	637
12.1.5	Strukturelle und stereochemische Eigenschaften von radikalischen Zwischenprodukten . . . . .	641
12.1.6	Geladene Radikale . . . . .	645
12.2	Charakteristische Eigenschaften der Mechanismen von Radikalreaktionen . . . . .	648
12.2.1	Die Kinetik von Kettenreaktionen . . . . .	648
12.2.2	Struktur-Reaktivitäts-Beziehungen . . . . .	650
12.3	Radikalische Substitutionsreaktionen . . . . .	664
12.3.1	Halogenierung . . . . .	664
12.3.2	Radikalische Oxidation . . . . .	668
12.4	Radikalische Additionsreaktionen . . . . .	670
12.4.1	Addition von Halogenwasserstoffen . . . . .	670
12.4.2	Addition von Halogenmethanen . . . . .	674
12.4.3	Die Addition anderer Kohlenstoff-Radikale . . . . .	675
12.4.4	Addition von Thiolen und Thiocarbonsäuren . . . . .	676
12.5	Intramolekulare Radikalreaktionen . . . . .	676
12.6	Umlagerungen und Fragmentierungen von Radikalen . . . . .	679

12.6.1	Umlagerungen	679
12.6.2	Fragmentierungsreaktionen	681
12.7	Elektronentransfer-Reaktionen unter Beteiligung von Übergangsmetall-Ionen	684
12.8	S <sub>RN</sub> 1-Substitutionen	687
	Allgemeine Literatur	693
	Aufgaben	694
<b>13</b>	<b>Photochemie</b>	<b>703</b>
13.1	Grundlagen	703
13.2	Orbitalsymmetrie-Betrachtungen bei photochemischen Reaktionen	707
13.3	Die Photochemie von Carbonylverbindungen	713
13.4	Die Photochemie von Alkenen und Dienen	725
13.5	Die Photochemie von Aromaten	735
	Allgemeine Literatur	737
	Aufgaben	738

## Teil B

<b>14</b>	<b>Die Alkylierung am nucleophilen Kohlenstoffatom: Enolate und Enamine</b>	<b>749</b>
14.1	Die Bildung von Carbanionen durch Deprotonierung	749
14.2	Die Regio- und Stereoselektivität bei der Enolatbildung	753
14.3	Weitere Methoden zur Erzeugung von Enolat-Ionen	757
14.4	Die Alkylierung von Enolaten	758
14.5	Die Herstellung und Alkylierung von Dianionen	766
14.6	Einfluß des Mediums auf die Enolat-Alkylierung	766
14.7	Die Regioselektivität der Alkylierung	770
14.8	Die Alkylierung von Aldehyden, Estern, Amiden und Nitrilen	774
14.9	Die Stickstoffanaloga der Enole und Enolate: Enamine und Imin-Anionen	777
14.10	Die Alkylierung von Kohlenstoff-Nucleophilen durch konjugate Addition	786
	Allgemeine Literatur	793
	Aufgaben	794
<b>15</b>	<b>Die Reaktionen von Kohlenstoff-Nucleophilen mit der Carbonylgruppe</b>	<b>803</b>
15.1	Die Aldoladdition	803
15.1.1	Der allgemeine Mechanismus	803
15.1.2	Die gemischte Aldolkondensation mit aromatischen Aldehyden	805
15.1.3	Die Kontrolle der Regiochemie und Stereochemie bei der gemischten Aldoladdition mit aliphatischen Aldehyden und Ketonen	808
15.1.4	Die intramolekulare Aldoladdition und die Robinson-Anellierung	822
15.2	Die Additionsreaktionen der Imine und Iminium-Ionen	827
15.2.1	Die Mannich-Reaktion	827
15.2.2	Die Knoevenagel-Kondensation	830
15.3	Die Acylierung von Carbanionen	832

15.4	Die Wittig-Olefinierung und verwandte Reaktionen	841
15.5	Die Reaktionen von Carbonylverbindungen mit $\alpha$ -Trimethylsilyl-Carbanionen	849
15.6	Die Schwefel-Ylide und verwandte Nucleophile	851
15.7	Die nucleophilen Additions-Cyclisierungs-Reaktionen	855
	Allgemeine Literatur	857
	Aufgaben	858
<b>16</b>	<b>Die Umwandlung von funktionellen Gruppen durch nucleophile Substitution</b>	<b>869</b>
16.1	Die Umwandlung von Alkoholen in Alkylierungsmittel	869
16.1.1	Die Sulfonsäureester	869
16.1.2	Die Halogenide	870
16.2	Die Einführung funktioneller Gruppen durch nucleophile Substitution am gesättigten Kohlenstoffatom	874
16.2.1	Die allgemeinen Lösungsmittelleffekte	876
16.2.2	Die Nitrile	877
16.2.3	Die Azide	878
16.2.4	Die Alkylierung von Aminen und Amiden	879
16.2.5	Sauerstoff-Nucleophile	881
16.2.6	Schwefel-Nucleophile	883
16.2.7	Phosphor-Nucleophile	883
16.2.8	Zusammenfassung der nucleophilen Substitution am gesättigten Kohlenstoffatom	884
16.3	Die nucleophile Spaltung der Kohlenstoff-Sauerstoff-Bindungen in Ethern und Estern	888
16.4	Die Umwandlung von Carbonsäurederivaten	891
16.4.1	Die Herstellung von reaktiven Acylierungsmitteln	891
16.4.2	Die Herstellung von Estern	896
16.4.3	Die Herstellung von Carbonsäureamiden	896
	Aufgaben	902
<b>17</b>	<b>Die elektrophile Addition an Kohlenstoff-Kohlenstoff-Mehrfachbindungen</b>	<b>913</b>
17.1	Die Addition von Halogenwasserstoffen	913
17.2	Die Addition von Wasser und andere säurekatalysierte Additionen	916
17.3	Die Oxymyrierung	917
17.4	Die Addition von Halogenen an Alkene	922
17.5	Elektrophile Schwefel- und Selenreagentien	930
17.6	Die Addition anderer elektrophiler Reagentien	934
17.7	Elektrophile Substitution in $\alpha$ -Stellung zu Carbonylgruppen	937
17.8	Additionen an Allene und Alkine	940
17.9	Die Addition von organischen Borverbindungen an Doppelbindungen	945
17.9.1	Die Hydroborierung	945
17.9.2	Reaktionen von Organoboranen	949
17.9.3	Die enantioselektive Hydroborierung	951
17.9.4	Die Hydroborierung von Alkinen	955
	Allgemeine Literatur	957
	Aufgaben	958

<b>18</b>	<b>Die Reduktion der Carbonylgruppe und anderer funktioneller Gruppen</b>	965
18.1	Die Addition von Wasserstoff	965
18.1.1	Die katalytische Hydrierung	965
18.1.2	Andere Wasserstoff-Übertragungsreagentien	975
18.2	Hydridübertragung von Bor- und Aluminiumverbindungen	977
18.2.1	Die Reduktion von Carbonylverbindungen	977
18.2.2	Die Reduktion weiterer funktioneller Gruppen durch Hydrid-Donoren	989
18.3	Hydridübertragung von Silicium- und Kohlenstoffverbindungen	992
18.4	Die Übertragung von atomarem Wasserstoff	995
18.5	Reduktionen mit gelösten Metallen	996
18.5.1	Die Addition von Wasserstoff	998
18.5.2	Die reduktive Entfernung funktioneller Gruppen	1002
18.5.3	Die reduktive Knüpfung von C-C-Bindungen	1006
18.6	Die reduktive Desoxygenierung von Carbonylgruppen	1009
	Allgemeine Literatur	1014
	Aufgaben	1015
<b>19</b>	<b>Cycloadditionen, intramolekulare Umlagerungen und thermische Eliminierungen</b>	1027
19.1	Cycloadditionen	1027
19.1.1	Die Diels-Alder-Reaktion: Grundlagen	1028
19.1.2	Die Diels-Alder-Reaktion: Dienophile	1032
19.1.3	Die Diels-Alder-Reaktion: Diene	1039
19.1.4	Die intramolekulare Diels-Alder-Reaktion	1041
19.2	Dipolare Cycloadditionsreaktionen	1043
19.3	[2+2]-Cycloadditionen und andere Reaktionen, die zu Cyclobutanen führen	1050
19.4	Photochemische Cycloadditionen	1052
19.5	[3,3]-Sigmatrope Umlagerungen: Cope- und Claisen-Umlagerung	1056
19.6	[2,3]-Sigmatrope Umlagerungen	1069
19.7	En-Reaktionen	1073
19.8	Unimolekulare thermische Eliminierungen	1077
19.8.1	Cheletrope Eliminierungen	1077
19.8.2	Zersetzung von cyclischen Azoverbindungen	1079
19.8.3	$\beta$ -Eliminierungen über einen cyclischen Übergangszustand	1083
	Allgemeine Literatur	1089
	Aufgaben	1090
<b>20</b>	<b>Organometallische Verbindungen von Metallen der Gruppen 1 und 2</b>	1105
20.1	Herstellung und Eigenschaften von Organoalkalimetall- und Organomagnesium-Verbindungen	1105
20.2	Reaktionen von Organolithium- und Organomagnesium-Verbindungen	1114
20.2.1	Reaktionen mit alkylierenden Reagentien	1114
20.2.2	Reaktionen mit Carbonylverbindungen	1116
20.3	Organische Derivate von Metallen der Gruppen 12, 13 und 14	1128
20.3.1	Organozink-Verbindungen	1128
20.3.2	Organocadmium-Verbindungen	1132

20.3.3	Organoquecksilber-Verbindungen	1133
20.4	Organocer-Verbindungen	1134
20.5	Organotitan(IV)-Verbindungen	1135
	Allgemeine Literatur	1138
	Aufgaben	1139
<b>21</b>	<b>Reaktionen mit Übergangsmetallen</b>	<b>1145</b>
21.1	Reaktionen mit Organokupfer-Verbindungen	1145
21.2	Reaktionen über Organopalladium-Zwischenstufen	1158
21.3	Reaktionen mit Organonickel-Verbindungen	1167
21.4	Reaktionen mit Rhodium, Eisen und Cobalt	1170
21.5	Organometallische $\pi$ -Komplexe	1173
21.6	Übergangsmetall-Carbenkomplexe	1177
	Allgemeine Literatur	1181
	Aufgaben	1182
<b>22</b>	<b>Reaktionen von Bor-, Silicium- und Zinnverbindungen zur Knüpfung von C-C-Bindungen</b>	<b>1193</b>
22.1	Organobor-Verbindungen	1193
22.1.1	Synthese von Organoboranen	1193
22.1.2	Reaktionen zur Knüpfung von C-C-Bindungen	1196
22.2	Organosilicium-Verbindungen	1216
22.2.1	Synthese von Organosilanen	1216
22.2.2	Reaktionen zur Knüpfung von C-C-Bindungen	1217
22.3	Organozinn-Verbindungen	1227
22.3.1	Synthese von Organostannanen	1227
22.3.2	Reaktionen zur Knüpfung von C-C-Bindungen	1228
	Allgemeine Literatur	1240
	Aufgaben	1241
<b>23</b>	<b>Reaktive Zwischenstufen mit Elektronendefizit</b>	<b>1249</b>
23.1	Carbenium-Ionen als reaktive Zwischenstufen	1249
23.1.1	C-C-Bindungsknüpfungen über Carbenium-Ionen	1249
23.1.2	Umlagerungen von Carbenium-Ionen	1256
23.1.3	Verwandte Umlagerungen	1261
23.1.4	Fragmentierungsreaktionen	1264
23.2	Carbene und Nitrene	1267
23.2.1	Struktur und Reaktivität von Carbenen	1268
23.2.2	Erzeugung von Carbenen	1271
23.2.3	Additionsreaktionen	1278
23.2.4	Insertionen	1283
23.2.5	Umlagerungen	1286
23.2.6	Verwandte Reaktionen	1287
23.2.7	Nitrene und verwandte Zwischenstufen	1289
23.2.8	Sextett-Umlagerungen zum Stickstoffatom	1291



23.3	Reaktionen über Radikale . . . . .	1295
23.3.1	Erzeugung von Radikalen . . . . .	1296
23.3.2	Funktionalisierungen durch Radikalreaktionen . . . . .	1297
23.3.3	Additionsreaktionen von Radikalen an substituierte Alkene . . . . .	1300
23.3.4	Cyclisierungen von Radikalen . . . . .	1305
23.3.5	Fragmentierungen und Umlagerungen . . . . .	1309
	Allgemeine Literatur . . . . .	1312
	Aufgaben . . . . .	1314
<b>24</b>	<b>Substitutionsreaktionen an Aromaten . . . . .</b>	<b>1325</b>
24.1	Elektrophile aromatische Substitution . . . . .	1325
24.1.1	Nitrierung . . . . .	1325
24.1.2	Halogenierungen . . . . .	1326
24.1.3	Friedel-Crafts-Alkylierungen und -Acylierungen . . . . .	1329
24.1.4	Elektrophile Metallierung . . . . .	1340
24.2	Nucleophile aromatische Substitution . . . . .	1341
24.2.1	Aromatische Diazonium-Ionen als Synthesebausteine . . . . .	1341
24.2.2	Substitutionen nach dem Additions-Eliminierungs-Mechanismus . . . . .	1348
24.2.3	Substitutionen nach dem Eliminierungs-Additions-Mechanismus . . . . .	1350
24.2.4	Kupfer-katalysierte Reaktionen . . . . .	1354
24.3	Radikalische Substitutionsreaktionen an Arenen . . . . .	1355
24.4	Substitution nach dem $S_{RN}1$ -Mechanismus . . . . .	1357
	Allgemeine Literatur . . . . .	1359
	Aufgaben . . . . .	1359
<b>25</b>	<b>Oxidationen . . . . .</b>	<b>1369</b>
25.1	Oxidationen von Alkoholen zu Aldehyden, Ketonen oder Carbonsäuren . . . . .	1369
25.1.1	Übergangsmetall-Verbindungen als Oxidationsmittel . . . . .	1369
25.1.2	Andere Oxidationsmittel . . . . .	1373
25.2	Addition von Sauerstoff an C=C-Doppelbindungen . . . . .	1378
25.2.1	Übergangsmetall-Verbindungen als Oxidationsmittel . . . . .	1378
25.2.2	Epoxide aus Alkenen und Peroxid-Reagentien . . . . .	1383
25.2.3	Umwandlungen der Epoxide . . . . .	1387
25.2.4	Reaktionen von Alkenen mit Singulett-Sauerstoff . . . . .	1394
25.3	Spaltung von C=C-Doppelbindungen . . . . .	1397
25.3.1	Übergangsmetall-Verbindungen als Oxidationsmittel . . . . .	1397
25.3.2	Ozonolyse . . . . .	1398
25.4	Selektive oxidative Spaltung anderer funktioneller Gruppen . . . . .	1401
25.4.1	Spaltung von Glycolen . . . . .	1401
25.4.2	Oxidative Decarboxylierung . . . . .	1402
25.5	Oxidation von Ketonen und Aldehyden . . . . .	1405
25.5.1	Übergangsmetall-Verbindungen als Oxidationsmittel . . . . .	1405
25.5.2	Die Oxidation von Ketonen und Aldehyden durch Sauerstoff und Peroxyverbindungen . . . . .	1408
25.5.3	Oxidationen mit anderen Reagentien . . . . .	1410
25.6	Allylische Oxidationen . . . . .	1411
25.6.1	Übergangsmetall-Verbindungen als Oxidationsmittel . . . . .	1411

25.6.2	Andere Oxidationsmittel . . . . .	1412
25.7	Oxidationen an nichtfunktionalisierten Kohlenstoffatomen . . . . .	1414
	Allgemeine Literatur . . . . .	1417
	Aufgaben . . . . .	1417
<b>26</b>	<b>Mehrstufige Synthesen . . . . .</b>	<b>1429</b>
26.1	Schutzgruppen . . . . .	1429
26.1.1	Schutzgruppen für Alkohole . . . . .	1430
26.1.2	Schutzgruppen für Amine . . . . .	1438
26.1.3	Schutzgruppen für Carbonylfunktionen . . . . .	1441
26.1.4	Schutzgruppen für Carbonsäuren . . . . .	1443
26.2	Synthese-Äquivalente . . . . .	1444
26.3	Analyse und Planung von Synthesen . . . . .	1451
26.4	Kontrolle der Stereochemie . . . . .	1452
26.5	Beispiele für mehrstufige Synthesen . . . . .	1454
26.5.1	Juvabion . . . . .	1454
26.5.2	Longifolen . . . . .	1463
26.5.3	(+)-Prelog-Djerassi-Lacton . . . . .	1471
26.5.4	Aphidicolin . . . . .	1482
	Allgemeine Literatur . . . . .	1497
	Aufgaben . . . . .	1498
<b>27</b>	<b>Literatur zu den Aufgaben . . . . .</b>	<b>1511</b>
	<b>Autorenregister . . . . .</b>	<b>1543</b>
	<b>Sachregister . . . . .</b>	<b>1591</b>