

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I

### Grundwissen der organischen Chemie. 1

<b>1</b>	<b>Chemische Bindung in organischen Verbindungen.....</b>	<b>3</b>
1.1	Einleitung .....	3
1.2	Grundlagen der chemischen Bindung.....	3
1.2.1	Wellenmechanisches Atommodell des Wasserstoff-Atoms; Atomorbitale.....	3
1.2.2	Mehrelektronen-Atome .....	6
1.3	Die Atombindung (kovalente oder homöopolare Bindung) .....	7
1.3.1	MO-Theorie der kovalenten Bindung.....	8
1.3.2	VB-Theorie der kovalenten Bindung.....	10
1.4	Bindungslängen und Bindungsenergien .....	14
<b>2</b>	<b>Allgemeine Grundbegriffe.....</b>	<b>17</b>
2.1	Systematik organischer Verbindungen .....	17
2.2	Nomenklatur .....	18
2.2.1	Stammsysteme .....	18
2.2.2	Substituierte Systeme .....	18
2.2.3	Gruppennomenklatur .....	19
2.3	Chemische Formelsprache.....	22
2.4	Isomerie .....	24
2.5	Grundbegriffe organisch-chemischer Reaktionen	27
2.5.1	Reaktionen zwischen ionischen Substanzen.....	27
2.5.2	Reaktionen von Substanzen mit kovalenter Bindung .....	27
2.5.3	Säuren und Basen, Elektrophile und Nucleophile	28
2.5.4	Substituenten-Effekte .....	30

2.5.5	Zwischenstufen: Carbokationen, Carbanionen, Radikale.....	33
2.5.6	Übergangszustände.....	34
2.5.7	Lösemittel-Einflüsse.....	35
2.5.8	Hammett-Beziehung.....	36

## **Kohlenwasserstoffe..... 37**

### **3      Gesättigte Kohlenwasserstoffe (Alkane). 38**

3.1	Offenkettige Alkane .....	38
	Nomenklatur und Struktur .....	39
3.1.1	Bau der Moleküle, Konformationen der Alkane...	41
3.1.2	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Alkane .....	43
3.1.3	Herstellung von Alkanen.....	43
3.1.4	Eigenschaften gesättigter Kohlenwasserstoffe .....	44
3.2	Cyclische Alkane.....	45
3.2.1	Bau der Moleküle, Konformationen der Cycloalkane .....	45
3.2.2	Herstellung von Cycloalkanen.....	51

### **4      Die radikalische Substitutions-Reaktion (S<sub>R</sub>)..... 52**

4.1	Herstellung von Radikalen .....	52
4.2	Struktur und Stabilität.....	53
4.3	Ablauf von Radikalreaktionen.....	54
4.4	Selektivität bei radikalischen Substitutions-Reaktionen.....	55
4.5	Beispiele für Radikalreaktionen .....	56
4.5.1	Umsetzungen von Alkanen.....	56
4.5.2	Umsetzungen von Alkenen in Allylstellung.....	58

### **5      Ungesättigte Kohlenwasserstoffe (Alkene, Alkine)..... 61**

5.1	Alkene .....	61
5.1.1	Nomenklatur und Struktur.....	61
5.1.2	Vorkommen und Herstellung von Alkenen .....	62
5.1.3	Verwendung von Alkenen .....	64
5.1.4	Diene und Polyene.....	65

5.1.5	Elektronenstrukturen von Alkenen nach der MO-Theorie .....	67
5.2	Alkine .....	69
5.3	Biologisch interessante Alkene und Alkine.....	72
<b>6</b>	<b>Additionen an Alkene und Alkine.....</b>	<b>74</b>
6.1	Elektrophile Additionen .....	74
6.1.1	Additionen symmetrischer Verbindungen .....	75
6.1.2	Additionen unsymmetrischer Verbindungen ( <i>Markownikow</i> -Regel) .....	76
6.1.3	Stereospezifische <i>Syn</i> -Additionen .....	79
6.2	Cycloadditionen.....	81
6.2.1	[2+1]-Cycloadditionen.....	81
6.2.2	[2+2]-Cycloadditionen.....	82
6.2.3	[3+2]-Cycloadditionen.....	82
6.2.4	[4+2 ]-Cycloadditionen.....	83
6.3	Nucleophile Additionen.....	85
6.3.1	Nucleophile Additionen von Aminen .....	86
6.3.2	Nucleophile Epoxidierung von $\alpha,\beta$ -ungesättigten Carbonylverbindungen .....	86
6.3.3	<i>Michael</i> -Addition.....	86
6.4	Radikalische Additionen.....	86
6.5	Di-, Oligo- und Polymerisationen, Dominoreaktionen .....	87
<b>7</b>	<b>Aromatische Kohlenwasserstoffe (Arene) .....</b>	<b>89</b>
7.1	Chemische Bindung in aromatischen Systemen...	89
7.2	Elektronenstrukturen cyclisch-konjugierter Systeme nach der MO-Theorie .....	91
7.3	Beispiele für aromatische Verbindungen; Nomenklatur .....	92
7.4	Vorkommen und Herstellung .....	94
7.5	Eigenschaften und Verwendung .....	96
7.6	Reaktionen aromatischer Verbindungen.....	98
7.6.1	Additionsreaktionen aromatischer Verbindungen	98
7.6.2	Reaktionen von Alkylbenzolen in der Seitenkette	101

<b>8</b>	<b>Die aromatische Substitution (<math>S_{Ar}</math>)</b>	<b>103</b>
8.1	Die elektrophile aromatische Substitution ( $S_{E,Ar}$ )	103
8.1.1	Allgemeiner Reaktionsmechanismus	103
8.1.2	Mehrfachsubstitution	104
8.1.3	Substitutionen an kondensierten Aromaten	110
8.2	Beispiele für elektrophile Substitutionsreaktionen	111
8.2.1	Nitrierung	111
8.2.2	Sulfonierung	112
8.2.3	Halogenierung	114
8.2.4	Alkylierung nach <i>Friedel-Crafts</i>	114
8.2.5	Acylierung nach <i>Friedel-Crafts</i>	115
8.3	Die nucleophile aromatische Substitution ( $S_{N,Ar}$ )	117
8.3.1	Monomolekulare nucleophile Substitution am Aromaten ( $S_{N1,Ar}$ )	117
8.3.2	Bimolekulare nucleophile Substitution am Aromaten ( $S_{N2,Ar}$ )	117

## **Verbindungen mit einfachen funktionellen Gruppen**..... 121

<b>9</b>	<b>Halogen-Verbindungen</b>	<b>122</b>
9.1	Chemische Eigenschaften	122
9.2	Verwendung	123
9.3	Herstellungsmethoden	124
9.4	Biologisch interessante Halogen-Kohlenwasserstoffe	126
<b>10</b>	<b>Die nucleophile Substitution (<math>S_N</math>) am gesättigten C-Atom</b>	<b>127</b>
10.1	Der $S_N1$ -Mechanismus	127
10.1.1	Auswirkungen des Reaktionsmechanismus	128
10.2	Der $S_N2$ -Mechanismus	130
10.3	$S_N$ -Reaktionen mit Retention	131
10.4	Das Verhältnis $S_N1/S_N2$ und die Möglichkeiten der Beeinflussung einer $S_N$ -Reaktion	132
10.4.1	Konstitution des organischen Restes R	132
10.4.2	Die Art der Abgangsgruppe	133
10.4.3	Das angreifende Nucleophil	133
10.4.4	Lösemittleffekte	134
10.4.5	Ambidente Nucleophile	135

<b>11</b>	<b>Die Eliminierungs-Reaktionen (E1, E2)</b>	<b>137</b>
11.1	$\alpha$ - oder 1,1-Eliminierung	137
11.2	$\beta$ - oder 1,2-Eliminierung	138
11.2.1	Eliminierung nach einem E1-Mechanismus	138
11.2.2	Eliminierung nach einem E1cB-Mechanismus	139
11.2.3	Eliminierung nach einem E2-Mechanismus	139
11.3	Das Verhältnis von Eliminierung zu Substitution	141
11.4	Isomerenbildung bei Eliminierungen	142
11.5	Beispiele für wichtige Eliminierungs-Reaktionen	144
11.5.1	<i>anti</i> -Eliminierungen	144
11.5.2	<i>syn</i> -Eliminierungen (thermische Eliminierungen)	144
<b>12</b>	<b>Sauerstoff-Verbindungen</b>	<b>146</b>
12.1	Alkohole (Alkanole)	146
12.1.1	Beispiele und Nomenklatur	146
12.1.2	Herstellung von Alkoholen	148
12.1.3	Reaktionen der Alkohole	151
12.2	Phenole	156
12.2.1	Beispiele und Nomenklatur	156
12.2.2	Herstellung von Phenolen	157
12.2.3	Eigenschaften von Phenolen	159
12.2.4	Reaktionen von Phenolen	160
12.2.5	Biologisch interessante Phenole	162
12.3	Ether	163
12.3.1	Herstellung	163
12.3.2	Eigenschaften der Ether	164
12.3.3	Reaktionen der Ether	165
<b>13</b>	<b>Schwefel-Verbindungen</b>	<b>167</b>
13.1	Thiole	167
13.1.1	Herstellung	168
13.1.2	Vorkommen	168
13.1.3	Reaktionen	169
13.2	Thioether (Sulfide)	170
13.2.1	Herstellung	170
13.2.2	Reaktionen	170
13.3	Sulfonsäuren	171

13.3.1	Herstellung .....	171
13.3.2	Verwendung von Sulfonsäuren.....	172
13.4	Technisch und biologisch wichtige Schwefel-Verbindungen .....	173
<b>14</b>	<b>Stickstoff-Verbindungen.....</b>	<b>174</b>
14.1	Amine .....	174
14.1.1	Nomenklatur .....	174
14.1.2	Herstellung von Aminen.....	175
14.1.3	Eigenschaften der Amine.....	179
14.1.4	Reaktionen der Amine .....	182
14.1.5	Biochemisch wichtige Amine.....	185
14.2	Nitroverbindungen.....	186
14.2.1	Nomenklatur und Beispiele .....	186
14.2.2	Herstellung .....	187
14.2.3	Eigenschaften und Reaktionen von Nitroverbindungen.....	187
14.2.4	Verwendung von Nitroverbindungen .....	189
14.3	Azoverbindungen.....	190
14.3.1	Herstellung der Azoverbindungen .....	190
14.4	Hydrazoverbindungen .....	192
14.4.1	Herstellung der Hydrazoverbindungen.....	192
14.4.2	Reaktionen der Hydrazoverbindungen .....	192
14.5	Diazoverbindungen, Diazoniumsalze .....	193
14.5.1	Herstellung von Diazo- und Diazoniumverbindungen.....	193
14.5.2	Reaktionen von Diazo- und Diazoniumverbindungen.....	194
<b>15</b>	<b>Elementorganische Verbindungen.....</b>	<b>197</b>
15.1	Bildung und Reaktivität.....	197
15.2	Synthetisch äquivalente Gruppen .....	198
15.3	Eigenschaften elementorganischer Verbindungen	199
15.4	Beispiele für elementorganische Verbindungen ...	199
15.4.1	I. Gruppe: Lithium.....	199
15.4.2	II. Gruppe: Magnesium.....	199
15.4.3	III. Gruppe: Bor, Aluminium.....	201
15.4.4	IV. Gruppe: Silicium, Zinn, Blei .....	202
15.4.5	V. Gruppe: Phosphor .....	204
15.4.6	I. Nebengruppe: Kupfer.....	205
15.4.7	II. Nebengruppe: Zink, Cadmium, Quecksilber....	207

**Verbindungen mit ungesättigten funktionellen Gruppen..... 208**

Die Carbonyl-Gruppe ..... 208

**16 Aldehyde, Ketone und Chinone ..... 210**

16.1 Nomenklatur und Beispiele ..... 210

16.2 Herstellung von Aldehyden und Ketonen..... 211

16.3 Spezielle Carbonylverbindungen..... 217

16.3.1  $\alpha$ -Hydroxycarbonylverbindungen ..... 21716.3.2  $\beta$ -Hydroxycarbonylverbindungen..... 219

16.3.3 1,2-Dicarbonylverbindungen ..... 219

16.3.4 1,3-Dicarbonylverbindungen ..... 220

16.3.5 1,4- Dicarbonylverbindungen..... 221

16.3.6 1,5- Dicarbonylverbindungen..... 222

16.3.7  $\alpha$ -Halogencarbonylverbindungen ..... 22216.3.8  $\alpha,\beta$ -Ungesättigte (vinyloge) Aldehyde  
und Ketone..... 223

16.4 Eigenschaften und Verwendung ..... 224

16.5 Redoxreaktionen von Carbonylverbindungen ..... 226

16.5.1 Reduktion zu Alkoholen ..... 226

16.5.2 Reduktion zu Kohlenwasserstoffen ..... 226

16.5.3 Oxidationsreaktionen..... 227

16.5.4 Redoxverhalten der Chinone ..... 228

16.6 Biologisch interessante Carbonylverbindungen ... 230

**17 Reaktionen von Aldehyden  
und Ketonen..... 232**

17.1 Additionen von Hetero-Nucleophilen..... 233

17.1.1 Addition von ‚Hydrid‘ ..... 233

17.1.2 Reaktion mit *O*-Nucleophilen..... 23517.1.3 Reaktion mit *N*-Nucleophilen ..... 23717.1.4 Reaktion mit *S*-Nucleophilen..... 240

17.2 Additionen von Kohlenstoff-Nucleophilen ..... 241

17.2.1 Umsetzungen mit Blausäure bzw. Cyanid..... 241

17.2.2 Umsetzungen mit *Grignard*-Reagenzien ..... 243

17.2.3 Umsetzungen mit Acetyliden ..... 243

17.2.4 Umsetzungen mit Phosphor-Yliden..... 243

17.3	Additionen von Carbonylverbindungen.....	244
17.3.1	Bildung und Eigenschaften von Carbanionen.....	244
17.3.2	Aldol-Reaktion .....	245
17.3.3	<i>Mannich</i> -Reaktion .....	248
17.3.4	<i>Perkin</i> -Reaktion.....	249
17.3.5	<i>Erlenmeyer</i> Azlactonsynthese .....	249
17.3.6	<i>Knoevenagel</i> -Reaktion.....	250
17.3.7	<i>Darzens</i> Glycidester-Synthese.....	250
17.3.8	<i>Michael</i> -Addition.....	251
17.3.9	<i>Robinson</i> -Annelierung.....	251
<b>18</b>	<b>Carbonsäuren</b> .....	<b>252</b>
18.1	Nomenklatur und Beispiele .....	252
18.2	Herstellung von Carbonsäuren .....	253
18.3	Eigenschaften von Carbonsäuren .....	254
18.3.1	Substituenteneinflüsse auf die Säurestärke.....	254
18.4	Reaktionen von Carbonsäuren.....	257
18.4.1	Reduktionen.....	257
18.4.2	Abbau unter CO <sub>2</sub> -Abspaltung (Decarboxylierung)	257
18.4.3	Bildung von Derivaten.....	257
18.5	Spezielle Carbonsäuren .....	257
18.5.1	Dicarbonsäuren.....	257
18.5.2	Hydroxycarbonsäuren.....	261
18.5.3	Oxocarbonsäuren .....	265
18.5.4	Halogenocarbonsäuren .....	268
<b>19</b>	<b>Derivate der Carbonsäuren</b> .....	<b>272</b>
19.1	Reaktionen von Carbonsäurederivaten .....	273
19.1.1	Hydrolyse von Carbonsäurederivaten zu Carbonsäuren .....	273
19.1.2	Umsetzung von Carbonsäurederivaten mit Aminen.....	274
19.1.3	Umsetzung mit Alkoholen zu Carbonsäureestern.	275
19.2	Herstellung und Eigenschaften von Carbonsäurederivaten .....	275
19.2.1	Carbonsäureanhydride .....	275
19.2.2	Carbonsäurehalogenide .....	276
19.2.3	Carbonsäureamide .....	276
19.2.4	Carbonsäureester .....	278
19.2.5	Lactone .....	280
19.2.6	Spezielle Carbonsäurederivate.....	282

<b>20</b>	<b>Reaktionen von Carbonsäurederivaten ..</b>	<b>285</b>
20.1	Reaktionen an der Carbonylgruppe .....	285
20.1.1	Reaktionen von Carbonsäureestern .....	285
20.1.2	Reaktionen von Carbonsäurehalogeniden und -anhydriden.....	288
20.1.3	Reaktionen von Carbonsäureamiden .....	289
20.1.4	Reaktionen von Nitrilen.....	290
20.2	Reaktionen in $\alpha$ -Stellung zur Carbonylgruppe .....	291
20.2.1	Reaktionen von Carbonsäureestern .....	292
20.2.2	Reaktionen von 1,3-Dicarbonylverbindungen .....	296
20.2.3	Reaktionen von Carbonsäurehalogeniden und -anhydriden .....	301
20.2.4	Reaktionen von Carbonsäurenitrilen .....	302
<b>21</b>	<b>Kohlensäure und ihre Derivate.....</b>	<b>303</b>
21.1	Beispiele und Nomenklatur .....	303
21.2	Herstellung von Kohlensäurederivaten.....	304
21.3	Harnstoff und Derivate .....	305
21.3.1	Synthese von Harnstoff .....	305
21.3.2	Eigenschaften und Nachweis.....	305
21.3.3	Verwendung von Harnstoff .....	306
21.3.4	Synthesen mit Harnstoff .....	307
21.3.5	Derivate des Harnstoffs .....	308
21.4	Cyansäure und Derivate.....	309
21.5	Schwefel-analoge Verbindungen der Kohlensäure	310
<b>22</b>	<b>Heterocyclen .....</b>	<b>313</b>
22.1	Nomenklatur.....	313
22.2	Heteroaliphaten.....	314
22.3	Heteroaromaten .....	316
22.3.1	Fünfgliedrige Ringe.....	316
22.3.2	Sechsgliedrige Ringe .....	319
22.3.3	Tautomerie der Heteroaromaten .....	322
22.4	Retrosynthese von Heterocyclen .....	322
22.5	Synthese von Heterocyclen über Dicarbonylverbindungen .....	324
22.6	Weitere Synthesen für heterocyclische Fünfringe .....	325

22.7	Weitere Synthesen für heterocyclische Sechsringe .....	326
------	---	-----

## **23 Wichtige Reaktionsmechanismen im Überblick .....**

329

23.1	Reaktive Zwischenstufen.....	329
23.1.1	Carbeniumionen.....	329
23.1.2	Carbanionen.....	331
23.1.3	Carbene.....	332
23.1.4	Radikale.....	333
23.2	Reaktionstypen .....	334
23.2.1	Additions-Reaktionen .....	334
23.2.2	Eliminierungs-Reaktionen .....	336
23.2.3	Substitutions-Reaktionen.....	337
23.2.4	Radikal-Reaktionen .....	340
23.2.5	Umlagerungen .....	341
23.2.6	Redox-Reaktionen .....	341
23.2.7	Heterolytische Fragmentierung .....	342
23.2.8	Phasentransfer-Katalyse und Kronenether.....	343

## **24 Orbital-Symmetrie und Mehrzentrenreaktionen .....**

346

24.1	Chemische Bindung und Orbital-Symmetrie.....	346
24.2	Elektrocyclische Reaktionen .....	348
24.3	Cycloadditionen.....	350
24.3.1	<i>Diels-Alder</i> -Reaktion.....	350
24.3.2	$[2\pi+2\pi]$ -Cycloadditionen .....	352
24.3.3	Antarafaciale und suprafaciale Reaktionen .....	353
24.4	Sigmatrope Reaktionen.....	354
24.4.1	Wasserstoffverschiebungen .....	355
24.4.2	Kohlenstoffverschiebungen .....	356

## **25 Stereochemie.....**

358

25.1	Stereoisomere .....	358
25.2	Molekülchiralität .....	360
25.2.1	Prochiralität .....	363
25.3	Schreibweisen und Nomenklatur der Stereochemie .....	365

25.3.1	D,L-Nomenklatur .....	366
25.3.2	R,S-Nomenklatur .....	366
25.4	Beispiele zur Stereochemie .....	368
25.4.1	Verbindungen mit mehreren chiralen C-Atomen .	368
25.4.2	Verbindungen mit gleichen Chiralitätszentren .....	369
25.4.3	Chirale Verbindungen ohne chirale C-Atome .....	369
25.5	Herstellung optisch aktiver Verbindungen .....	371
25.5.1	Trennung von Racematen (Racematspaltungen) ..	371
25.5.2	Stereochemischer Verlauf von chemischen Reaktionen .....	372
25.5.3	Asymmetrische Synthese .....	374
<b>26</b>	<b>Photochemie .....</b>	<b>377</b>
26.1	Multiplizität M von elektronischen Zuständen .....	377
26.2	Jablonski-Diagramm .....	378
26.3	Beispiele für photochemische Reaktionen .....	380

## Teil II

### Chemie von Naturstoffen

<b>und Biochemie .....</b>	<b>383</b>
----------------------------	------------

<b>27</b>	<b>Chemie und Biochemie .....</b>	<b>385</b>
-----------	-----------------------------------	------------

27.1	Einführung und Überblick .....	385
27.2	Biokatalysatoren .....	388
27.3	Stoffwechselvorgänge .....	391

<b>28</b>	<b>Kohlenhydrate .....</b>	<b>394</b>
-----------	----------------------------	------------

28.1	Monosaccharide .....	394
28.1.1	Struktur und Stereochemie .....	394
28.1.2	Reaktionen und Eigenschaften .....	398
28.1.3	Synthese von Zuckern .....	401
28.2	Disaccharide .....	402
28.2.1	Allgemeines .....	402

28.2.2	Beispiele für Disaccharide.....	403
28.3	Oligo- und Polysaccharide (Glycane).....	406
28.3.1	Makromoleküle aus Glucose .....	406
28.3.2	Makromoleküle mit Aminosukern.....	408

## **29 Aminosäuren, Peptide und Proteine .... 412**

29.1	Aminosäuren.....	412
29.1.1	Einteilung und Struktur .....	412
29.1.2	Aminosäuren als Ampholyte .....	414
29.1.3	Gewinnung und Synthesen von Aminosäuren.....	416
29.1.4	Reaktionen von Aminosäuren.....	418
29.2	Peptide .....	420
29.2.1	Hydrolyse von Peptiden.....	421
29.2.2	Peptid-Synthesen .....	423
29.2.3	Biologisch wichtige Peptide .....	428
29.3	Proteine.....	430
29.3.1	Struktur der Proteine.....	430
29.3.2	Beispiele und Einteilung der Proteine .....	433
29.3.3	Eigenschaften der Proteine .....	435

## **30 Lipide..... 436**

30.1	Überblick über die Lipid-Gruppe .....	436
30.2	Fettsäuren und Fette.....	437
30.3	Komplexe Lipide .....	439
30.3.1	Phospholipide .....	439
30.3.2	Glycolipide .....	440
30.3.3	Biochemische Bedeutung komplexer Lipide.....	440
30.4	Wachse .....	441

## **31 Nucleotide und Nucleinsäuren..... 442**

31.1	Nucleotide.....	442
31.1.1	Energiespeicherung mit Phosphorsäureverbindungen .....	443
31.1.2	Nucleotide in Nucleinsäuren.....	445
31.2	Nucleinsäuren .....	446
31.2.1	Aufbau der DNA .....	447
31.2.2	Aufbau der RNA.....	448

---

<b>32</b>	<b>Terpene und Carotinoide .....</b>	<b>450</b>
32.1	Biosynthese von Terpenen .....	450
32.2	Beispiele für Terpene.....	452
<b>33</b>	<b>Steroide .....</b>	<b>455</b>
33.1	Biosynthese der Steroide .....	455
33.2	Beispiele für Steroide .....	456
33.2.1	Sterine.....	456
33.2.2	Gallensäuren .....	457
33.2.3	Steroid-Hormone .....	458
33.2.4	Corticoide .....	460
33.2.5	Herzaktive Steroide .....	460
33.2.6	Sapogenine und Steroid-Alkaloide .....	461
<b>34</b>	<b>Alkaloide .....</b>	<b>462</b>
34.1	Pyrrolidin und Piperidin-Alkaloide .....	463
34.2	Pyridin-Alkaloide .....	463
34.3	Tropan-Alkaloide.....	464
34.4	Pyrrolizidin-, Indolizidin- und Chinolizidin-Alkaloide .....	465
34.5	Indol-Alkaloide.....	467
34.6	Isochinolin-Alkaloide .....	470
34.7	Chinolin-Akaloide .....	472
34.8	Weitere Alkaloide.....	473
<b>35</b>	<b>Natürliche Farbstoffe.....</b>	<b>474</b>

**Teil III****Angewandte Chemie..... 479****36 Organische Grundstoffchemie..... 481**

36.1	Erdöl .....	481
36.2	Erdgas .....	484
36.3	Kohle .....	484
36.4	Acetylen-Chemie .....	487
36.5	Oxo-Synthese (Hydroformylierung).....	487
36.6	Wichtige organische Chemikalien .....	489

**37 Kunststoffe..... 497**

37.1	Herstellung .....	497
37.2	Polymer-Technologie .....	502
37.3	Charakterisierung von Makromolekülen .....	503
37.4	Strukturen von Makromolekülen.....	505
37.5	Reaktionen an Polymeren .....	507
37.6	Gebrauchseigenschaften von Polymeren .....	509
37.7	Beispiele zu den einzelnen Kunststoffarten.....	510

**38 Farbstoffe..... 515**

38.1	Theorie der Farbe und Konstitution der Farbmittel .....	515
38.2	Einteilung der Farbstoffe nach den Färbeverfahren.....	517
38.3	Einteilung der Farbstoffe nach den Chromophoren.....	519

**39 Chemie im Alltag .....** 523

39.1	Tenside .....	523
39.2	Düngemittel .....	525
39.3	Biozide.....	528

39.3.1	Insektizide.....	529
39.3.2	Fungizide .....	531
39.3.3	Herbizide .....	531
39.3.4	Vorratsschutz.....	532
39.3.5	Neuere Entwicklungen .....	532
39.3.6	Natürlich vorkommende Insektizide.....	534
39.4	Wesentliche Bestandteile wichtiger Haushaltsprodukte .....	535
39.4.1	Holz- und Möbelbehandlung.....	536
39.4.2	Behandlung von Textilien .....	538
39.4.3	Körperpflegemittel und Luftverbesserer.....	542
39.4.4	Gebrauchsgegenstände für Haushalt und Hobby..	545
39.4.5	Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung; Düngemittel .....	551
39.4.6	Reinigungs- und Putzmittel für Küche, Sanitär und Haushalt.....	552

## Teil IV

<b>Anhang</b> .....	561
---------------------	-----

<b>40</b>	<b>Methodenregister</b> .....	563
-----------	-------------------------------	-----

40.1	Substitution eines H-Atoms durch eine funktionelle Gruppe .....	563
40.2	Ersatz funktioneller Gruppen durch H-Atome.....	564
40.3	Umwandlung funktioneller Gruppen ineinander..	564
40.4	Kettenverlängerungs- und Kettenverzweigungsreaktionen.....	570
40.5	Spaltung von C-C-Bindungen.....	572
40.6	Synthesen stickstoffhaltiger Verbindungen .....	572
40.7	Oxidationsreaktionen.....	575
40.8	Reduktionsreaktionen .....	577

<b>41</b>	<b>Literaturnachweis und Literaturauswahl an Lehrbüchern</b> .....	580
-----------	--	-----

<b>42</b>	<b>Sachverzeichnis</b> .....	582
-----------	------------------------------	-----