

# Auf einen Blick

<b>Widmung</b> .....	<b>7</b>
<b>Danksagungen der Autoren</b> .....	<b>7</b>
<b>Über die Autoren</b> .....	<b>8</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>21</b>
<b>Teil I: Wichtiges Wissen aus der Organischen Chemie I auffrischen</b> .....	<b>27</b>
<b>Kapitel 1:</b> Organische Chemie II: Es geht weiter!.....	29
<b>Kapitel 2:</b> Altes Wissen auffrischen: Reaktionsmechanismen.....	37
<b>Kapitel 3:</b> Alkohole und Ether: nicht nur zum Trinken und Schlummern da.....	49
<b>Kapitel 4:</b> Konjugierte ungesättigte Moleküle.....	69
<b>Kapitel 5:</b> Moleküle sehen? Spektroskopie macht's möglich.....	83
<b>Teil II: Aromatische und weniger aromatische Verbindungen entdecken</b> .....	<b>95</b>
<b>Kapitel 6:</b> Aromatische Verbindungen.....	97
<b>Kapitel 7:</b> Aromatische Substitution Teil I: Angriff der Elektrophilen.....	107
<b>Kapitel 8:</b> Aromatische Substitution Teil II: Angriff der Nucleophile und andere Reaktionen.....	125
<b>Teil III: Carbonylverbindungen: wenn Alkohole aus der Reihe tanzen</b> .....	<b>135</b>
<b>Kapitel 9:</b> Die große Familie der Carbonylverbindungen.....	137
<b>Kapitel 10:</b> Aldehyde und Ketone.....	151
<b>Kapitel 11:</b> Enole und Enolate.....	173
<b>Kapitel 12:</b> Carbonsäuren und ihre Derivate.....	197
<b>Teil IV: Themen für Fortgeschrittene (der Albtraum aller Studenten)</b> .....	<b>229</b>
<b>Kapitel 13:</b> Amine und Co.....	231
<b>Kapitel 14:</b> Eine metallische Ellenbogengesellschaft: Organometalle.....	257
<b>Kapitel 15:</b> Noch mehr Reaktionen mit Carbonylverbindungen.....	267
<b>Kapitel 16:</b> Kunststoffe.....	285
<b>Kapitel 17:</b> Auf großem Fuß leben: Biomoleküle.....	295
<b>Teil V: Die Fäden verknüpfen</b> .....	<b>321</b>
<b>Kapitel 18:</b> Synthesestrategien im Überblick.....	323
<b>Kapitel 19:</b> Roadmaps und Produktvorhersage.....	337

10 Auf einen Blick

<b>Teil VI: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>347</b>
<b>Kapitel 20:</b> Zehn Wege, um durch die Prüfung zu fallen .....	349
<b>Kapitel 21:</b> Mehr als zehn Arten, Ihren Notenschnitt zu verbessern .....	353
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>361</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Widmung</b> .....	<b>7</b>
<b>Danksagungen der Autoren</b> .....	<b>7</b>
<b>Über die Autoren</b> .....	<b>8</b>
<b>Einführung</b> .....	<b>21</b>
Über dieses Buch.....	21
Konventionen in diesem Buch.....	22
Was Sie nicht lesen müssen.....	22
Törichte Annahmen über den Leser.....	22
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	22
Teil I: Wichtiges Wissen aus der Organischen Chemie I auffrischen.....	23
Teil II: Aromatische und weniger aromatische Verbindungen entdecken..	23
Teil III: Carbonylverbindungen: wenn Alkohole aus der Reihe tanzen.....	23
Teil IV: Themen für Fortgeschrittene (der Albtraum aller Studenten).....	23
Teil V: Die Fäden verknüpfen.....	24
Teil VI: Der Top-Ten-Teil.....	24
Symbole in diesem Buch.....	24
Wie es weitergeht.....	25
<b>TEIL I</b>	
<b>WICHTIGES WISSEN AUS DER ORGANISCHEN</b>	
<b>CHEMIE I AUFRISCHEN</b> .....	<b>27</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Organische Chemie II: Es geht weiter!</b> .....	<b>29</b>
Ein Blick zurück im Schnelldurchgang.....	29
Intermolekulare Kräfte.....	30
Funktionelle Gruppen.....	31
Reaktionen.....	31
Spektroskopie.....	31
Isomerie und optische Aktivität.....	31
Was Sie in der »Organischen Chemie II« erwartet.....	34
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Altes Wissen auffrischen: Reaktionsmechanismen</b> .....	<b>37</b>
Kopf einziehen! – Die Pfeile kommen.....	37
Mit gebogenen Pfeilen geht's rund.....	38
Mit einfachen Elektronenverschiebungen arbeiten.....	39

## 12 Inhaltsverzeichnis

Bindung → freies Elektronenpaar . . . . .	40
Bindung → Bindung . . . . .	40
Freies Elektronenpaar → Bindung . . . . .	41
Elektronenverschiebungen kombinieren . . . . .	41
Zwischenprodukte . . . . .	43
Substitutions- und Eliminierungsreaktionen . . . . .	44
Alte Bekannte: Reaktionsmechanismen mit freien Radikalen . . . . .	46
<b>Kapitel 3</b>	
<b>Alkohole und Ether: nicht nur zum Trinken</b>	
<b>und Schlummern da . . . . .</b>	<b>49</b>
Alkohole: Eigenschaften, Struktur und Nomenklatur . . . . .	49
Alkohole klassifizieren . . . . .	50
Die physikalischen Eigenschaften der Alkohole . . . . .	51
Vom Leben nach der Brennerei: Reaktionen mit Alkoholen . . . . .	57
Gestatten? Ether! (mit E, nicht mit Ä) . . . . .	62
Struktur und Nomenklatur von Ethern . . . . .	62
Nicht einschlafen: physikalische Eigenschaften von Ethern . . . . .	62
Ethersynthese . . . . .	63
Reaktionen mit Ethern . . . . .	65
Die Spektren von Alkoholen und Ethern zusammenfassen . . . . .	67
<b>Kapitel 4</b>	
<b>Konjugierte ungesättigte Moleküle . . . . .</b>	<b>69</b>
Kriegen nie genug: ungesättigte Moleküle . . . . .	69
Konjugierte Moleküle . . . . .	70
Das Allylradikal . . . . .	70
Butadien . . . . .	71
Delokalisierung und Resonanz . . . . .	71
Resonanzregeln . . . . .	71
Stabilität konjugierter ungesättigter Moleküle . . . . .	73
Reaktionen konjugierter ungesättigter Moleküle . . . . .	73
Neue Saiten aufziehen: Substitutionsreaktionen . . . . .	73
Elektrophile Addition . . . . .	75
Diels-Alder-Reaktionen . . . . .	77
Eine Prüfung mit Diels-Alder-Aufgaben bestehen . . . . .	80
Die Reaktanten identifizieren . . . . .	81
<b>Kapitel 5</b>	
<b>Moleküle sehen? Spektroskopie macht's möglich . . . . .</b>	<b>83</b>
Chemischer Fingerabdruck: Infrarotspektroskopie . . . . .	84
Doppelbindungen . . . . .	84
Dreifachbindungen . . . . .	85
OH- und NH-Gruppen . . . . .	85
CH-Gruppen . . . . .	85
Ganz ohne Sonnenbrand: UV/VIS-Spektroskopie . . . . .	86

Mass Watchers statt Weight Watchers: Massenspektrometrie .....	88
Das Molekülion .....	88
Fragmentierung .....	89
Schunkeln im Dunkeln: NMR-Spektroskopie .....	89
<sup>1</sup> H-NMR .....	90
<sup>13</sup> C-NMR .....	92

## TEIL II AROMATISCHE UND WENIGER AROMATISCHE VERBINDUNGEN ENTDECKEN ..... 95

### Kapitel 6 Aromatische Verbindungen ..... 97

Mit Benzol fängt alles an. ....	97
Die Struktur von Benzol .....	97
Resonanzstrukturen von Benzol .....	98
Die Stabilität von Benzol .....	99
Physikalische Eigenschaften von Benzol. ....	100
Aromatisch oder nicht? Die Hückel-Regel. ....	101
Andere Aromaten. ....	102
Anrühige Verwandte: die aromatische Familie .....	102
Nomenklatur der Aromaten. ....	102
Benzolderivate .....	103
Aromaten als chemische Gruppen .....	103
Die schwarzen Schafe der Familie: heterocyclische aromatische Verbindungen .....	104
Aromatische Stickstoffverbindungen .....	104
Aromatische Sauerstoff- und Schwefelverbindungen .....	105
Spektroskopie aromatischer Verbindungen .....	105
IR-Spektren .....	105
UV/VIS-Spektren .....	106
NMR-Spektren .....	106
Massenspektren .....	106

### Kapitel 7 Aromatische Substitution Teil I: Angriff der Elektrophilen ..... 107

Grundlagen der elektrophilen Substitutionsreaktionen .....	107
Reaktionen mit Benzol .....	109
Halogenierung von Benzol .....	109
Nitrierung von Benzol .....	110
Sulfonierung von Benzol. ....	111
Friedel-Crafts-Reaktionen. ....	112

## 14 Inhaltsverzeichnis

Alkylierung . . . . .	112
Acylierung . . . . .	113
Wozu ist eine Alkylierung gut? . . . . .	114
Die Reaktivität eines Aromaten modifizieren . . . . .	115
Licht, Kamera, Action: Regie führen . . . . .	116
Anmachen, ausmachen: aktivieren und deaktivieren . . . . .	120
Sterische Hinderung . . . . .	122
Grenzen elektrophiler Substitutionen . . . . .	122

### Kapitel 8

#### **Aromatische Substitution Teil II: Angriff der Nucleophile und andere Reaktionen . . . . . 125**

Nucleophile Substitutionsreaktionen kurz wiederholt. . . . .	125
Reaktionsmechanismen nucleophiler Substitutionen . . . . .	126
Verlieren und gewinnen: Eliminierungs- Additions-Reaktionsmechanismen . . . . .	127
Arine. . . . .	128
Der Reaktionsmechanismus einer Eliminierungs-Addition . . . . .	128
Synthesestrategien zur Herstellung aromatischer Verbindungen. . . . .	129
Ein kurzer Blick auf weitere Reaktionen. . . . .	131

### TEIL III

#### **CARBONYLVERBINDUNGEN: WENN ALKOHOLE AUS DER REIHE TANZEN . . . . . 135**

### Kapitel 9

#### **Die große Familie der Carbonylverbindungen . . . . . 137**

Grundlagenwissen über Carbonylverbindungen . . . . .	137
Verbindungen mit Carbonylgruppen . . . . .	138
Die azide Carbonylverbindung. . . . .	141
Polarität von Carbonylverbindungen . . . . .	141
Resonanz bei Carbonylverbindungen. . . . .	142
Reaktivität der Carbonylgruppe. . . . .	143
Spektroskopie von Carbonylverbindungen . . . . .	144
Infrarotspektroskopie . . . . .	144
UV/VIS-Spektroskopie . . . . .	144
NMR-Spektroskopie . . . . .	145
Massenspektrometrie . . . . .	147

### Kapitel 10

#### **Aldehyde und Ketone . . . . . 151**

Struktur und Nomenklatur. . . . .	151
Physikalische Eigenschaften von Aldehyden und Ketonen . . . . .	153
Aldehyde und Ketone synthetisieren . . . . .	153

Oxidationsreaktionen .....	154
Reduktionsreaktionen .....	155
Weitere Reaktionen .....	156
Einen Schritt weiter: Reaktionen von Aldehyden und Ketonen .....	159
Nucleophile Angriffe von Aldehyden und Ketonen .....	160
Oxidation von Aldehyden und Ketonen .....	168
Die Baeyer-Villiger-Oxidation .....	170
Spektroskopische Merkmale überprüfen .....	171

**Kapitel 11**  
**Enole und Enolate .....** **173**

Enole und Enolate auf einen Blick .....	173
Strukturen der Enole und Enolate .....	174
Ich kann auch anders – Tautomere .....	174
Die Synthese von Enolen und Enolaten .....	176
Reaktionen von Enolen und Enolaten durchdenken .....	177
Haloform-Reaktionen .....	178
Aldolreaktionen und -kondensationen .....	180
Andere enolatartige Reaktionen .....	189
Weitere Reaktionen .....	190

**Kapitel 12**  
**Carbonsäuren und ihre Derivate .....** **197**

Struktur und Nomenklatur von Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten .....	198
Struktur .....	198
Nomenklatur .....	198
Einige physikalische Eigenschaften von Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten betrachten .....	203
Carbonsäuren .....	203
Ester .....	203
Amide .....	203
Die Azidität der Carbonsäuren .....	204
Carbonsäuren und ihre Derivate herstellen .....	205
Wieder mal zuerst: Carbonsäuren synthetisieren .....	205
Säurehalogenide mit Halogenen bilden .....	209
Wasser entfernen, um Säureanhydride zu bilden .....	210
Säuren und Alkohole zu Estern vereinigen .....	212
Aus Säuren und Basen Amide erzeugen .....	215
Mehr zum Ablauf der Reaktionen .....	217
»Spendable« Carbonsäuren .....	218
Einfache Reaktionen mit Säurehalogeniden und Anhydriden .....	219
Esterhydrolyse .....	219
Amidreaktionen, die Cousins der Ester .....	220
Andere Reaktionen mit Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten .....	222

## 16 Inhaltsverzeichnis

Kurzer Blick auf die Spektroskopie und chemische Tests .....	226
Verbindungen mit Spektraldaten identifizieren .....	226
Chemische Nachweisverfahren .....	226

## TEIL IV THEMEN FÜR FORTGESCHRITTENE (DER ALBTRAUM ALLER STUDENTEN) ..... 229

### Kapitel 13 Amine und Co. .... 231

Struktur und Nomenklatur von Stickstoffverbindungen .....	231
Primäre Amine .....	232
Sekundäre und tertiäre Amine .....	233
Quartäre Amine (quartäre Ammoniumsalze) .....	233
Heterozyklen .....	234
Die physikalischen Eigenschaften abschätzen .....	235
Die Basizität von Stickstoffverbindungen verstehen .....	235
Stickstoffverbindungen synthetisieren .....	236
Nucleophile Substitutionen .....	236
Reduktionsreaktionen .....	239
Wie Stickstoffverbindungen reagieren .....	242
Reaktionen mit salpetriger Säure .....	242
Austauschreaktionen .....	243
Kopplungsreaktionen mit Diazoniumsalzen .....	247
Reaktionen mit Sulfonylchloriden .....	249
Eliminierungsreaktionen erforschen .....	249
Mehrstufige Synthesen meistern .....	252
Stickstoffverbindungen analytisch und spektroskopisch identifizieren .....	254

### Kapitel 14 Eine metallische Ellenbogengesellschaft: Organometalle .... 257

Grignard-Reagenzien: Luft- und wasserscheu .....	257
Herstellung von Grignard-Reagenzien .....	258
Reaktionen mit Grignard-Reagenzien .....	258
Organolithium-Reagenzien .....	263
Die Herstellung anderer Organometalle .....	264
Alles zusammenführen: eine Testfrage .....	265

### Kapitel 15 Noch mehr Reaktionen mit Carbonylverbindungen ..... 267

Die Claisen-Kondensation und ihre Varianten .....	267
Im Zweischritt tanzen: Claisen-Kondensation .....	268
Sich im Kreis drehen: Dieckmann-Kondensation .....	270
Gekreuzte Claisen-Kondensation .....	270
Andere Carbanionen .....	271



Acetessigester-Synthese . . . . .	272
Malonester-Synthese . . . . .	274
Mit anderen aktiven Wasserstoffatomen arbeiten . . . . .	278
Knoevenagel-Kondensation . . . . .	278
Mannich-Reaktionen . . . . .	279
Enamine machen: Stork-Enamin-Synthese . . . . .	280
Die Synthese von Barbituraten . . . . .	283

**Kapitel 16  
Kunststoffe . . . . . 285**

Aus Monomeren werden Polymere . . . . .	286
Ohne Starter geht es nicht: Die Polymerisation . . . . .	286
Hier wird ein Teil abgespalten: Die Polykondensation . . . . .	288
Zum Schluss bleibt nur das Produkt übrig: Die Polyaddition . . . . .	289
Immer den geeigneten Kunststoff auswählen . . . . .	290
Thermoplaste – verformbar durch Hitzeeinwirkung . . . . .	290
Duroplaste – beständig in ihrer Form . . . . .	290
Elastomere – die Meister der Verformbarkeit . . . . .	291
Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen . . . . .	291
Kunststoffe aus dem high-tech-Bereich: Die Silikone . . . . .	293
Carbonfasern – Werkstoffe der Zukunft . . . . .	293

**Kapitel 17  
Auf großem Fuß leben: Biomoleküle . . . . . 295**

Die Welt der Kohlenhydrate . . . . .	296
Kohlenhydrate kurz vorgestellt . . . . .	296
Monosaccharide synthetisieren und abbauen . . . . .	305
Die Familie der (D-)Aldosen . . . . .	307
Eine kurze Vorstellung der Disaccharide . . . . .	309
Polysaccharide . . . . .	310
Stickstoffhaltige Zucker . . . . .	311
Lipide: Energiespeicher für schlechte Zeiten . . . . .	312
Fette und ihre Eigenschaften . . . . .	312
Saponifikation – sauber machen ist angesagt . . . . .	313
Aminosäuren und Proteine . . . . .	314
Der Aufbau der Aminosäuren . . . . .	315
Physikalische Eigenschaften von Aminosäuren . . . . .	315
Die Synthese von Aminosäuren . . . . .	317

**TEIL V  
DIE FÄDEN VERKNÜPFEN . . . . . 321**

**Kapitel 18  
Synthesestrategien im Überblick . . . . . 323**

Mit einstufigen Synthesen arbeiten . . . . .	324
Mehrstufige Synthesen meistern . . . . .	324

## 18 Inhaltsverzeichnis

Retrosynthetische und synthetische Analysen üben .....	325
Aufgabe 1 .....	325
Aufgabe 2 .....	330
Aufgabe 3 .....	332
Beispiel 4 .....	334
Aufgabe 5 .....	335

<b>Kapitel 19</b>	
<b>Roadmaps und Produktvorhersage .....</b>	<b>337</b>
Sich mit den Grundlagen zu Roadmaps vorbereiten .....	337
Roadmap-Aufgaben üben .....	338
Aufgabe 1 .....	338
Lösung 1 .....	338
Aufgabe 2 .....	340
Lösung 2 .....	340
Aufgabe 3 .....	342
Lösung 3 .....	342
Produkte vorhersagen .....	345

<b>TEIL VI</b>	
<b>DER TOP-TEN-TEIL .....</b>	<b>347</b>

<b>Kapitel 20</b>	
<b>Zehn Wege, um durch die Prüfung zu fallen .....</b>	<b>349</b>
Überfliegen Sie nur die Grundsätze! .....	349
Hausaufgaben und Übungsblätter? Nichts für Sie! .....	350
Molekülmodellbaukästen? – Kinderspielzeug! .....	350
Seien Sie unbesorgt, wenn Sie im Stoff zurückfallen! .....	350
Lernen Sie bloß keine Reaktionen auswendig! .....	351
Suchen Sie sich niemals Alternativen, wenn Ihr Lehrbuch unverständlich ist .....	351
Lesen Sie nie den Lernstoff am Tag vor der Vorlesung! .....	351
Gehen Sie nur in die Vorlesung, wenn Sie Lust dazu haben .....	352
Machen Sie sich keine Notizen – schlafen oder chatten Sie lieber .....	352
Stellen Sie niemals Fragen! .....	352

<b>Kapitel 21</b>	
<b>Mehr als zehn Arten, Ihren Notenschnitt zu verbessern .....</b>	<b>353</b>
Lernen Sie nicht nur die Nacht vor einem Test .....	353
Versuchen Sie, alle Aufgaben und Übungstests zweimal durchzuarbeiten .....	354
Lernen Sie aus den Fehlern vergangener Prüfungen .....	354
Vollziehen Sie genau nach, wohin, warum und wie sich Elektronen bewegen .....	354

**Inhaltsverzeichnis 19**

Entspannen Sie sich und schlafen Sie vor der Prüfung genug ..... 355  
Überlegen Sie erst, bevor Sie losschreiben ..... 355  
Zeichnen Sie gegebenenfalls die Formalladungen in Ihre Strukturen ein ..... 355  
Überprüfen Sie, dass Sie unterwegs keine Kohlenstoffatome verloren haben ... 356  
Verwenden Sie E/Z-, R/S- und cis/trans-Vorsilben beim Benennen  
organischer Verbindungen. .... 356  
Stellen Sie sich die Spektroskopie als Puzzle vor ..... 356  
Sorgen Sie dafür, dass jedes Kohlenstoffatom genau vier Bindungen hat. .... 357

**Stichwortverzeichnis ..... 361**

