

Auf einen Blick

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

10 Auf einen Blick

Teil VI: Der Top-Ten-Teil **347**

Kapitel 20: Zehn Wege, um durch die Prüfung zu fallen 349

Kapitel 21: Mehr als zehn Arten, Ihren Notenschnitt zu verbessern 353

Stichwortverzeichnis **361**

Inhaltsverzeichnis

Widmung	7
Danksagungen der Autoren	7
Über die Autoren	8
Einführung	21
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
 TEIL I	
WICHTIGES WISSEN AUS DER ORGANISCHEN	
CHEMIE I AUFFRISCHEN	27
 Kapitel 1	
Organische Chemie II: Es geht weiter!	29
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
 Kapitel 2	
Altes Wissen auffrischen: Reaktionsmechanismen	37
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

Kapitel 3

Alkohole und Ether: nicht nur zum Trinken

und Schlummern da 49

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

Kapitel 4

Konjugierte ungesättigte Moleküle 69

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

Kapitel 5

Moleküle sehen? Spektroskopie macht's möglich 83

Chemischer Fingerabdruck: Infrarotspektroskopie	84
Doppelbindungen	84
Dreifachbindungen	85
OH- und NH-Gruppen	85
CH-Gruppen	85
Ganz ohne Sonnenbrand: UV/VIS-Spektroskopie	86

Inhaltsverzeichnis 13

Mass Watchers statt Weight Watchers: Massenspektrometrie	88
Das Molekülion	88
Fragmentierung	89
Schunkeln im Dunkeln: NMR-Spektroskopie	89
^1H -NMR	90
^{13}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

Kapitel 19

Roadmaps und Produktvorhersage..... 337

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

TEIL VI

DER TOP-TEN-TEIL..... 347

Kapitel 20

Zehn Wege, um durch die Prüfung zu fallen 349

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

Kapitel 21

Mehr als zehn Arten, Ihren Notenschnitt zu verbessern 353

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

