
Studienbücher Chemie

Herausgegeben von

Prof. Dr. rer. nat. Christoph Elschenbroich

Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. Friedrich Hensel

Prof. Dr. phil. Henning Hopf

UNCORRECTED PROOF

Die Studienbücher der Reihe Chemie sollen in Form einzelner Bausteine grundlegende und weiterführende Themen aus allen Gebieten der Chemie umfassen. Sie streben nicht die Breite eines Lehrbuchs oder einer umfangreichen Monographie an, sondern sollen den Studierenden der Chemie – aber auch den bereits im Berufsleben stehenden Chemiker – kompetent in aktuelle und sich in rascher Entwicklung befindende Gebiete der Chemie einführen. Die Bücher sind zum Gebrauch neben der Vorlesung, aber auch anstelle von Vorlesungen geeignet. Es wird angestrebt, im Laufe der Zeit alle Bereiche der Chemie in derartigen Lehrbüchern vorzustellen. Die Reihe richtet sich auch an Studierende anderer Naturwissenschaften, die an einer exemplarischen Darstellung der Chemie interessiert sind.

UNCORRECTED PROOF

Rudi Hutterer

Fit in Organik

Das Prüfungstraining für
Mediziner, Chemiker und Biologen

3., aktualisierte Auflage

STUDIUM

Dr. Rudi Hutterer
Universität Regensburg
Deutschland

ISBN 978-3-8348-2390-8
DOI 10.1007/978-3-8348-2391-5

ISBN 978-3-8348-2391-5 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden 2006, 2011, 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Lektorat: Kerstin Hoffmann

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist eine Marke von Springer DE.
Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.springer-spektrum.de

Vorwort

„Was empfehlen Sie mir als Vorbereitung für die Klausur – gibt es ein empfehlenswertes Übungsbuch?“

Mit dieser Frage werde ich immer wieder konfrontiert, seit ich hier in Regensburg Studenten der Medizin und Zahnmedizin auf dem Weg durch zwei Semester Chemie begleite. Und in der Tat, Aufgaben mit medizinischem Hintergrund, chemischer Denksport also, mit dem Anspruch, Gelerntes nicht nur zu reproduzieren sondern anzuwenden, mit ausführlich diskutierten Lösungen, schienen Mangelware zu sein.

Sechs Jahre sind vergangen, seit ich versuchte, hier mit einer geeigneten Aufgabensammlung Abhilfe zu schaffen. „Fit in Organik“ – der Titel sollte zugleich Programm sein: denn Fitness erfordert fleißiges Training – und so ist nicht Reproduzieren von Fakten gefragt, sondern aktives Lösen von Problemen. Viel zu viel wird im Medizinstudium nur auswendig gelernt, zuwenig problemorientiertes Denken verlangt und gefördert. Zwar ist die Chemie für die Medizin nur eine Hilfswissenschaft – doch ohne Verständnis chemischer Grundlagen bauen andere Fächer, wie Biochemie oder klinische Chemie, auf Sand. Umso mehr scheint es geboten, anhand möglichst praxisrelevanter Beispiele – Naturstoffe, pharmakologisch aktive Substanzen, Toxine, Arzneistoffe – zu zeigen, warum organische Chemie auch für den angehenden Mediziner oder Zahnmediziner eine wichtige Rolle spielt.

Nachdem in den vergangenen Jahren mit „Fit in Anorganik“ und „Fit in Biochemie“ auch die anderen chemischen Disziplinen mit Trainingsmaterial ausgestattet worden sind, liegt nun die dritte Auflage vor. Diese wurde nicht nur sorgfältig korrigiert, sondern auch mit 30 neuen Aufgaben versehen. Einige Probleme, insbesondere in den Kapiteln 5 zu mechanistischen Aspekten und in Kapitel 6 zu Synthesestrategien, liegen jenseits dessen, was in den Kursen für Mediziner bewältigt werden kann. Sie sollen v.a. Studierende der Chemie (und auch der Biologie und der Biochemie) ansprechen, die hier Übungsmaterial zum typischen Stoff einer Grundvorlesung in organischer Chemie finden.

Manche Probleme mögen aus der Sicht des erfahrenen organischen Chemikers zu stark vereinfacht sein, manche Reaktionen nur „auf dem Papier“ und nicht im Labor ablaufen. Diese Vereinfachungen werden in Kauf genommen, um insbesondere mit dem beschränkten Repertoire, das Medizinstudenten zur Verfügung steht, dennoch Aufgaben formulieren zu können, die allgemeine Reaktionsprinzipien an interessanten, weil praxisrelevanten, Verbindungen zeigen. Häufig beinhaltet die Fragestellung einige Hintergrundinformationen zu Vorkommen, Bedeutung oder medizinischer Wirkung der Verbindung, auf die sich die Aufgabe bezieht.

Kapitel 1 enthält Aufgaben vom Multiple Choice-Typus, wie sie im Physikum vorgelegt werden. Der zugehörige Lösungsteil diskutiert jede einzelne Antwortmöglichkeit, so dass der Studierende exakt nachvollziehen kann, warum eine einzelne Antwort richtig oder falsch ist. So werden einzelne Sachverhalte immer wieder wiederholt, prägen sich ins Gedächtnis ein und stehen für die Lösung ähnlicher Aufgaben zur Verfügung.

Kapitel 2 ist ähnlich gestaltet, nur handelt es sich hier um Multiple Choice-Aufgaben, bei denen jeweils mehrere Antworten als richtig bzw. falsch zu identifizieren sind. Durch die nicht bekannte Anzahl richtiger Antworten ist es hier erforderlich, jede Antwortalternative genau zu prüfen.

Die folgenden Kapitel schließlich umfassen Aufgaben, bei denen Antworten frei formuliert werden sollen. Gefordert werden hier Berechnungen, Erklärungen, Identifizierung funktioneller Gruppen, Ergänzung von Reaktionsschemata und v.a. die Formulierung von Reaktionsgleichungen für einfache Synthesen, typische Metabolisierungsreaktionen und einige häufige Reaktionsmechanismen. Die in der zweiten Auflage vorgenommene grobe inhaltliche Sortierung wurde beibehalten – allerdings ließen sich die meisten Aufgaben problemlos mehreren Kapiteln zuordnen, da in den einzelnen Teilaufgaben oft verschiedene unterschiedliche Aspekte zu einer Verbindung angesprochen werden.

In den Lösungen wird Wert darauf gelegt, die Antworten so verständlich wie möglich zu gestalten. Neben meist ausführlichen Begründungen spielt der Einsatz von Farbe und Elektronenpfeilen eine wichtige Rolle bei der Veranschaulichung von Reaktionsabläufen. Fast alle organischen Reaktionen, mit denen Medizin- und Zahnmedizinstudenten, aber auch die Chemiestudenten in der Grundvorlesung, konfrontiert werden, beinhalten die Wechselwirkung eines Nucleophils mit einem Elektrophil; dieses allgemeine Reaktionsmuster sollte in den Lösungen klar herausgearbeitet werden. Wo immer dieses Schema erkennbar ist, sind daher nucleophile Reaktionspartner, wie z.B. N- oder O-Atome in Amino- bzw. Hydroxygruppen, rot geschrieben, das entsprechende Elektrophil, z.B. ein Carbonyl-C-Atom, dagegen blau. Gute Abgangsgruppen sind grün gekennzeichnet. Dies soll dem Leser helfen, beim Nachvollziehen der Lösung das allgemeine Prinzip zu erkennen, anstatt zu versuchen, einzelne Reaktionen auswendig zu lernen.

So will dieses Buch Lust machen auf das Lösen chemischer Probleme mit medizinischem, pharmazeutischem oder toxikologischem Hintergrund und dazu beitragen, sich durch Anwendung von Gelerntem auf Prüfungssituationen besser vorzubereiten – denn nur die Übung macht den Meister!

Mein Dank gilt allen Studierenden, die durch ihre Fragen mithelfen, die Lehre weiter zu verbessern und mich auf Fehler in den beiden bisherigen Auflagen aufmerksam gemacht haben, sowie dem Verlag Springer Spektrum für die Realisierung.

Inhalt

Hinweise zur Benutzung

Teil I Multiple Choice Aufgaben

Kapitel 1 Multiple Choice Aufgaben
mit einer richtigen Lösung (1–100).....5

Kapitel 2 Multiple Choice Aufgaben
mit mehreren richtigen Lösungen (101–120).....63

Teil II Aufgaben mit frei zu formulierenden Antworten

Kapitel 3 Funktionelle Gruppen und Stereochemie (121–150).....83

Kapitel 4 Grundlegende Reaktionstypen: Addition, Eliminierung,
Substitution, Redoxreaktionen (151–207).....99

Kapitel 5 Wichtige Reaktionen und ihre Mechanismen
(208–228).....127

Kapitel 6 Synthetische Fingerübungen (229–270).....137

Kapitel 7 Einfache Reaktionen mit Naturstoffen (271–305).....161

Kapitel 8 Streifzüge durch Pharmakologie und Toxikologie
(306–350).....181

Teil III	Lösungen: Multiple Choice Aufgaben	
Kapitel 9	Lösungen: Multiple Choice Aufgaben mit einer richtigen Lösung	211
Kapitel 10	Lösungen: Multiple Choice Aufgaben mit mehreren richtigen Lösungen	263
Teil IV	Lösungen: Aufgaben mit frei zu formulierenden Antworten	
Kapitel 11	Lösungen: Funktionelle Gruppen und Stereochemie.....	283
Kapitel 12	Lösungen: Grundlegende Reaktionstypen: Addition, Eliminierung, Substitution, Redoxreaktionen.....	305
Kapitel 13	Lösungen: Wichtige Reaktionen und ihre Mechanismen.....	351
Kapitel 14	Lösungen: Synthetische Fingerübungen.....	373
Kapitel 15	Lösungen: Einfache Reaktionen mit Naturstoffen.....	415
Kapitel 16	Lösungen: Streifzüge durch Pharmakologie und Toxikologie.....	441

Sachverzeichnis

Hinweise zur Benutzung

Folgende Symbole und Farbcodes werden benutzt:

In Reaktionsgleichungen:

Δ Erhitzen (höhere Temperatur)

rot: nucleophile Gruppe / nucleophiles Atom
mit negativer Ladung oder zumindest negativer Partialladung (δ^-):
Diese Gruppen besitzen stets mindestens ein freies Elektronenpaar, das im
Allgemeinen der Übersichtlichkeit halber nicht explizit gezeichnet ist.

blau: elektrophile Gruppe / elektrophiles Zentrum
mit positiver Ladung oder zumindest positiver Partialladung (δ^+):

grün: gute Abgangsgruppe (schwach basisch)

A_E : Elektrophile Addition

A_N : Nucleophile Addition

A_{E_N} : Nucleophile Acylsubstitution (Additions-Eliminierungsmechanismus)

E : Eliminierung

S_E : Elektrophile (aromatische) Substitution

S_N : Nucleophile Substitution

S_R : Radikalische Substitution

Elektronenpfeile:

Gehen stets aus von einem freien (oft nicht explizit gezeichnet) oder gebundenen
Elektronenpaar hin zur neuen Lokalisation des Elektronenpaares.

Reagieren gleichzeitig mehrere Gruppen in gleicher Weise, wurde auf die Angabe von
Elektronenpfeilen verzichtet.

In Lösungen zu Aufgaben, in denen funktionelle Gruppen identifiziert werden sollen:

rot: Alkohol

orange: Amin

violett: Thiol / Enol

blau: Alken / Alkin

ocker: Halogen

hellblau: Aldehyd / Keton

grün: Carbonsäure
+ Carbonsäure-Derivate

pink: Ether / Thioether