

Die Stoffklassen der organischen Chemie

Stefanie Federle
Stefanie Hergesell
Sebastian Schubert

Die Stoffklassen der organischen Chemie

Praktisch und kompakt von Studenten erklärt



Springer Spektrum

Stefanie Federle
Bath, Großbritannien

Sebastian Schubert
Bürstadt, Deutschland

Stefanie Hergesell
Mannheim, Deutschland

ISBN 978-3-662-54967-4 ISBN 978-3-662-54968-1 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-54968-1>

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
© Springer-Verlag GmbH Deutschland 2017

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 dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Margit Maly

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Deutschland
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Um den Sinn, Zweck und Aufbau dieses Buches zu verstehen, ist es sicherlich hilfreich zu wissen, dass wir, die Autoren, selbst noch Studenten waren, als wir dieses Lehrbuch verfasst haben. Unser Team von drei Autoren bestand hierbei aus Studenten unterschiedlicher Studienrichtungen, die die Aufgabe gemeinsam, jedoch aus leicht unterschiedlichen Blickwinkeln angegangen sind. Unser größtes Anliegen war es hierbei, das Interesse an der Chemie und im Speziellen am Themengebiet der organisch-chemischen Stoffklassen zu schüren.

Ein Professor sieht die Dinge meist „von oben“ – böse Zungen würden womöglich behaupten, aus dem berühmten Elfenbeinturm – und hat (hoffentlich) den großen Überblick. Wir haben uns der Thematik hingegen „von unten“ genähert und dabei beachtet, was uns als Studenten wichtig war bzw. wo uns der ein oder andere Tipp in der Vergangenheit gut voran gebracht hätte. Wir haben unseren universitären Alltag sowie unsere ganz eigenen Erfahrungen in die einzelnen Themen mit einfließen lassen und hoffen, euch so den einen oder anderen Kniff bei bestimmten Themengebieten mit auf den Weg geben zu können.

Dabei haben wir versucht, eine Gratwanderung zwischen sprachlicher Lockerheit und akademischer Ausdrucksweise zu realisieren.

Wir hoffen, ihr stoßt auf Altbekanntes, vollkommen Neues und Dinge, die ihr so schnell nicht mehr vergessen werdet, da diese unser ganz alltägliches Leben betreffen. So werdet ihr nach der Lektüre dieses Buchs zum Beispiel wissen, warum ein Gecko an einer Glasscheibe entlanggehen kann, ohne herunterzufallen, und warum ihr das nicht könnt, oder warum ihr euch besser zweimal überlegen solltet, den euch angebotenen Surströmming zu kosten.

Nun wünschen wir euch viel Spaß beim Lesen!

Einleitung

Generell gibt es in der Organischen Chemie wie auch der Anorganischen Chemie verschiedene Möglichkeiten, Stoffe in Klassen zu ordnen, die sich gemäß Aufbau, Struktur, Eigenschaften usw. stark ähneln. Hierbei solltet ihr beachten, dass es mitunter auch mehrere Möglichkeiten gibt, eine Substanz einer Klasse zuzuordnen, und dass es manchmal kein „richtig“ und kein „falsch“ gibt.

In den folgenden Kapiteln wird die Ordnung dahingehend systematisiert sein, dass wir uns zunächst mit dem Grundgerüst der Kohlenwasserstoffe, den **Alkanen** ▶ Kap. 1, **Alkenen** ▶ Kap. 2 und den **Alkinen** ▶ Kap. 3, näher beschäftigen. Hierbei spielen einerseits die IUPAC-Nomenklatur eine wichtige Rolle und andererseits generelle Eigenschaften, z. B. die Tendenzen der physikalischen wie auch chemischen Eigenschaften oder Darstellungs- und Verwendungsmöglichkeiten. Kohlenwasserstoffe generell haben gerade in der chemischen Industrie, in der Biologie und auch in unserem alltäglichen Leben eine überaus große Bedeutung. Im Anschluss an die drei einleitenden Kapitel werden wir uns mit den **Aromaten** ▶ Kap. 4 eingehender beschäftigen, die durch ihr ungewöhnlich träges Reaktionsverhalten auffallen und eine besondere Stellung in der Gesamtheit der Stoffklassen einnehmen. Daraufhin widmen wir uns den **Halogenkohlenwasserstoffen** ▶ Kap. 5, bei denen mindestens ein Wasserstoffatom durch ein Halogenatom ersetzt wurde, was zu durchaus anderen physikalischen wie auch chemischen Eigenschaften führen kann. Bei der Stoffklasse der **Alkohole** ▶ Kap. 6 und der **Ether** ▶ Kap. 7 stoßen wir auf organische Verbindungen, die mindestens ein Sauerstoffatom in ihre Struktur eingebaut haben und wiederum ganz andere physikalische wie auch chemische Eigenschaften aufweisen. Gerade durch die Fähigkeit der Alkohole, Wasserstoffbrückenbindungen auszubilden, ergibt sich ein breites Spektrum an Reaktionen und alltäglichen Phänomenen. Danach erfolgt die nähere Betrachtung von organischen **Schwefel-** ▶ Kap. 8 und **Stickstoffverbindungen** ▶ Kap. 9 wie beispielweise den **Aminen**, die als Derivate des Ammoniaks gesehen werden und nicht selten einen unangenehmen Geruch verbreiten. Im Anschluss daran betrachten wir die Grundstruktur von **Carbonylverbindungen** ▶ Kap. 10 näher, wie z. B. von Aldehyden und Ketonen, und gehen auch auf die grundlegenden Vertreter der **Carbonsäuren** ▶ Kap. 11 näher ein, die durch ihre funktionelle Carboxygruppe maßgeblich in ihren Eigenschaften bestimmt sind und auf die wir im Alltag immer wieder stoßen. Den Rahmen um die grundlegenden Stoffklassen der Organischen Chemie schließen dann die **Nitro-** ▶ Kap. 12 und

Diazverbindungen ► Kap. 13, die uns in den Azofarbstoffen immer wieder durch ihre Farbenpracht begeistern.

Unser Buch über die Stoffklassen der Chemie bietet euch hierbei die einzigartige Möglichkeit, nicht nur chemisches Fachwissen zu vertiefen und Aspekte der einzelnen Stoffklassen wieder aufzufrischen, sondern auch in spezifischen Übungsaufgaben euch selbst zu testen, um herauszufinden, ob ihr die Lerninhalte bereits verstanden habt oder noch ein bisschen üben müsst. Die Lösungen der Aufgaben findet ihr am Ende der Kapitel, so könnt ihr euch selbst überprüfen. Unser Buch erfüllt in den einzelnen Kapiteln sicher nicht den Anspruch, die spezifische Thematik vollständig und allumfassend zu behandeln, dies war aber auch nie unser Anliegen. Wollt ihr vertieftes Wissen zu den einzelnen Thematiken, dann könnt ihr zusätzlich zu einem dicken Chemiewälzer greifen. Vielmehr soll euch das Buch als kurze und prägnante Zusammenfassung der einzelnen Thematiken dienen, die dadurch sinnstiftend ergänzt wird, dass wir ganz praktische Beispiele aus unserem alltäglichen Studentenalltag und aus Prüfungen miteinfließen lassen. Apropos Prüfungen: Besonders in der organischen Chemie solltet ihr fleißig für die Prüfungen lernen und nicht denken, „einmal anschauen reicht schon“. Wenn ihr in der Prüfung sitzt und eine Nomenklaturaufgabe habt, dann könnt ihr leicht ins Straucheln geraten und es wird unschön, weil auf einmal nur noch Durcheinander in eurem Kopf herrscht. Auch bei den Mechanismen könnt ihr leicht aus dem Konzept gebracht werden, wenn euch der Prüfer auf einmal ein „abgefahrenes“ Molekül auftischt, das echt kompliziert aussieht. Deshalb übt besonders die Mechanismen und die Nomenklatur mit vielen und auch anspruchsvollen Aufgaben. Nehmt euch diesen Tipp zu Herzen von jemandem, dem das leider selbst schon passiert ist, und macht es besser!

Generell solltet ihr euch bereits ein bisschen mit den grundlegenden Aspekten der Chemie auseinandergesetzt haben, um die einzelnen Kapitel auch tiefergehend verstehen zu können. Hierbei sind gerade die ersten Kapitel Bestandteil des Stoffplans der 10. Klasse des gymnasialen Chemieunterrichts und sollten in Bezug auf das Verständnis kein Problem darstellen. Generell findet ihr unsere angesprochenen Themen hauptsächlich in den ersten Grundvorlesungen des Chemiestudiums. Das Buch stellt somit einen idealen Einstieg bzw. einen idealen Begleiter für jedes Chemiestudium dar und dient zudem als eine Art „Spicker“, um vergessene Sachverhalte nochmals nachzuschlagen und wieder aufzufrischen.

Inhaltsverzeichnis

1	Alkane, Cycloalkane (IUPAC-Nomenklatur, homologe Reihe, Isomerie)	1
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
1.1	Allgemeines und Definition	2
1.2	Homologe Reihe der Kohlenwasserstoffe	2
1.3	Konstitutionsisomerie	4
1.4	IUPAC-Nomenklatur	7
1.5	Physikalische und chemische Eigenschaften der Alkane	13
1.6	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Alkane	15
1.7	Typische Reaktionen der Alkane	16
	Literatur	19
2	Alkene und Cycloalkene	21
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
2.1	Allgemeines und Definition	22
2.2	Struktur	23
2.3	Nomenklatur	24
2.4	Isomerie	26
2.5	Physikalische und chemische Eigenschaften der Alkene und Cycloalkene	28
2.6	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Alkene und Cycloalkene	30
	Literatur	32
3	Alkine und Cycloalkine	33
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
3.1	Allgemeines und Definition	34
3.2	Struktur und Acidität	35
3.3	Nomenklatur	36
3.4	Physikalische und chemische Eigenschaften der Alkine und Cycloalkine	36
3.5	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Alkine und Cycloalkine	38
	Literatur	41

4	Aromaten	43
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
4.1	Allgemeines und Definition	44
4.2	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Aromaten	46
4.3	Kriterien für Aromatizität	49
4.4	Aromatische Heterocyclen	54
4.5	Nomenklatur von monosubstituierten Aromaten	55
4.6	Nomenklatur di- und polysubstituierter Aromaten	57
4.7	Typische Reaktionen der Aromaten	59
4.8	Kondensierte Aromaten	63
	Weiterführende Literatur	65
5	Halogenalkane	67
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
5.1	Allgemeines und Definition	68
5.2	Physikalische und chemische Eigenschaften der Halogenalkane	68
5.3	Verwendung der Halogenalkane	69
5.4	Darstellung der Halogenalkane	70
5.5	Typische Reaktionen der Halogenalkane	77
5.6	Halogenaromaten	79
	Literatur	84
6	Alkohole	85
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
6.1	Allgemeines und Definition	86
6.2	Physikalische und chemische Eigenschaften der Alkohole	87
6.3	Darstellung und Verwendung der Alkohole	89
6.4	Typische Reaktionen der Alkohole	95
6.5	Di-ole, Tri-ole und Poly-ole	96
6.6	Phenole	100
	Weiterführende Literatur	103
7	Ether	105
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
7.1	Allgemeines und Definition	106
7.2	Physikalische und chemische Eigenschaften der Ether	106
7.3	Darstellung und Verwendung der Ether	107

7.4	Typische Reaktionen der Ether	110
7.5	Epoxide	112
7.6	Polyether	115
7.7	Kronenether	115
	Weiterführende Literatur	119
8	Organoschwefelverbindungen	121
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
8.1	Thiole	122
8.2	Sulfide (Thioether)	125
8.3	Disulfide	127
8.4	Sulfoxide	128
8.5	Sulfone	129
8.6	Weitere organische Schwefelverbindungen	129
	Weiterführende Literatur	131
9	Amine	133
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
9.1	Definition, Systematik und Struktur	134
9.2	Nomenklatur	135
9.3	Physikalische und chemische Eigenschaften der Amine	137
9.4	Typische Reaktionen der Amine	140
9.5	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung der Amine	140
	Literatur	144
10	Carbonylverbindungen (Aldehyde/Ketone)	145
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
10.1	Carbonylgruppe: Allgemeines und Definition	146
10.2	Carbonylgruppe: Struktur und Eigenschaften	148
10.3	Aldehyde und Ketone: Allgemeines und Definition	149
10.4	Nomenklatur	151
10.5	Physikalische und chemische Eigenschaften ausgewählter Carbonylverbindungen	151
10.6	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung ausgewählter Carbonylverbindungen	154
	Literatur	155

11	Carbonsäuren und ihre Derivate (Ester, Amide...)	157
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
11.1	Allgemeines und Definition	158
11.2	Physikalische und chemische Eigenschaften ausgewählter Carbonsäuren	158
11.3	Nomenklatur	162
11.4	Vorkommen, Gewinnung und Verwendung ausgewählter Carbonsäuren	164
	Literatur	166
12	Nitroverbindungen	167
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
12.1	Allgemeines und Definition	168
12.2	Eigenschaften ausgewählter Nitroverbindungen	168
12.3	Aliphatische Nitroverbindungen	169
12.4	Nitroaromaten	172
	Literatur	173
13	Diazoverbindungen	175
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
13.1	Allgemeines und Definition	176
13.2	Eigenschaften ausgewählter Diazoverbindungen	176
13.3	Gewinnung und Verwendung ausgewählter Diazoverbindungen	177
13.4	Diazomethan	178
	Literatur	180
14	Spickzettel	181
	<i>Stefanie Federle, Stefanie Hergesell, Sebastian Schubert</i>	
14.1	Kapitel 1 – Alkane und Cycloalkane	182
14.2	Kapitel 2 – Alkene und Cycloalkene	182
14.3	Kapitel 3 – Alkine und Cycloalkine	182
14.4	Kapitel 4 – Aromaten	183
14.5	Kapitel 5 – Halogenalkane	183
14.6	Kapitel 6 – Alkohole	184
14.7	Kapitel 7 – Ether	184
14.8	Kapitel 8 – Organoschwefelverbindungen	185
14.9	Kapitel 9 – Amine	185
14.10	Kapitel 10 – Carbonylverbindungen (Aldehyde und Ketone)	186

14.11	Kapitel 11 – Carbonsäuren und deren Derivate	186
14.12	Kapitel 12 – Nitroverbindungen	187
14.13	Kapitel 13 – Diazoverbindungen	187
14.14	Wichtiges zur Nomenklatur	188