

WILEY-VCH

William H. Brown und Thomas Poon

# Einführung in die Organische Chemie



# Inhaltsverzeichnis

[Cover](#)

[Titelblatt](#)

[Urheberrechte](#)

[Die Zielsetzung dieses Lehrbuchs](#)

[Über die Autoren](#)

[Danksagung](#)

[1 Die kovalente Bindung und die Struktur von Molekülen](#)

[1.1 Wie kann man die elektronische Struktur von Atomen beschreiben?](#)

[1.2 Was ist das Lewis-Bindungskonzept?](#)

[1.3 Wie kann man Bindungswinkel und Molekülstrukturen vorhersagen?](#)

[1.4 Wie kann man vorhersagen, ob eine Verbindung polar oder unpolar ist?](#)

[1.5 Was ist Mesomerie?](#)

[1.6 Was ist das Orbitalmodell der Entstehung kovalenter Bindungen?](#)

[1.7 Was sind funktionelle Gruppen?](#)

[2 Säuren und Basen](#)

[2.1 Was sind Arrhenius-Säuren und -Basen?](#)

[2.2 Was sind Brensted-Lowry-Säuren und -Basen?](#)

[2.3](#)

[Wie bestimmt man die Stärke von Säuren und Basen?](#)

[2.4 Wie bestimmt man die Gleichgewichtslage in einer Säure-Base-Reaktion?](#)

2.5 Wie hängen Säurestärke und Molekülstruktur zusammen?

2.6 Was sind Lewis-Säuren und -Basen?

### 3 Alkane und Cycloalkane

3.1 Was sind Alkane?

3.2 Was sind Konstitutionsisomere?

3.3 Wie benennt man Alkane?

3.4 Was sind Cycloalkane?

3.5 Wie wendet man die IUPAC-Regeln auf Verbindungen mit funktionellen Gruppen an?

3.6 Was sind Konformationen in Alkanen und Cycloalkanen?

3.7 Was sind *cis/trans*-Isomere in Cycloalkanen?

3.8 Welche physikalischen Eigenschaften haben Alkane und Cycloalkane?

3.9 Was sind die charakteristischen Reaktionen von Alkanen?

3.10 Woher bekommt man Alkane?

### 4 Alkene und Alkine

4.1 Welche Struktur haben Alkene und Alkine?

4.2 Wie benennt man Alkene und Alkine?

4.3 Welche physikalischen Eigenschaften haben Alkene und Alkine?

4.4 Warum sind 1-Alkine (terminale Alkine) schwache Säuren?

### 5 Reaktionen von Alkenen und Alkinen

5.1 Was sind die charakteristischen Reaktionen von Alkenen?

5.2 Was ist ein Reaktionsmechanismus?

5.3 Nach welchen Mechanismen verläuft die elektrophile Addition an Alkene?

5.4 Was sind Carbokation-Umlagerungen?

5.5 Wie verläuft die Hydroborierung/Oxidation von Alkenen?

5.6 Wie kann man Alkene zu Alkanen reduzieren?

5.7 Wie kann man Acetylid-Anionen nutzen, um neue Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen zu knüpfen?

5.8 Wie kann man Alkine zu Alkenen und Alkanen reduzieren?

## 6 Chiralität: Die Händigkeit von Molekülen

6.1 Was sind Stereoisomere?

6.2 Was sind Enantiomere?

6.3 Wie bestimmt man die Konfiguration eines Stereozentrums?

6.4 Was besagt die 2<sup>n</sup>-Regel?

6.5 Wie beschreibt man die Chiralität von cyclischen Verbindungen mit zwei Stereozentren?

6.6 Wie beschreibt man die Chiralität von Verbindungen mit drei oder mehr Stereozentren?

6.7 Welche Eigenschaften haben Stereoisomere?

6.8 Wie kann man Chiralität im Labor nachweisen?

6.9 Welche Bedeutung hat Chiralität in der biologischen Welt?

6.10 Wie kann man Enantiomere trennen?

## 7 Halogenalkane

7.1 Wie werden Halogenalkane benannt?

7.2 Trivialnamen

7.3 Welche Produkte entstehen in einer nukleophilen aliphatischen Substitution?

7.4 Was sind die  $S_N2$ - und  $S_N1$ -Mechanismen von nukleophilen Substitutionen?

7.5 Was entscheidet, ob ein  $S_N1$ - oder ein  $S_N2$ -Mechanismus abläuft?

7.6 Wie kann man aus den experimentellen Bedingungen ableiten, ob eine  $S_N1$ - oder  $S_N2$ -Reaktion abläuft?

7.7 Welche Produkte entstehen bei einer  $\beta$ -Eliminierung?

7.8 Was unterscheidet die Mechanismen E1 und E2 der  $\beta$ -Eliminierung?

7.9 Wann konkurrieren nukleophile Substitutionen und  $\beta$ -Eliminierungen?

## 8 Alkohole, Ether und Thiole

8.1 Was sind Alkohole?

8.2 Was sind die charakteristischen Reaktionen der Alkohole?

8.3 Was sind Ether?

8.4 Was sind Epoxide?

8.5 Was sind Thiole?

8.6 Was sind die charakteristischen Reaktionen der Thiole?

## 9 Benzol und seine Derivate

9.1 Welche Struktur hat Benzol?

9.2 Was ist Aromatizität?

9.3 Wie benennt man Benzolderivate und welche physikalischen Eigenschaften haben sie?

9.4 Was ist eine benzyliche Position und welchen Anteil hat sie an der Reaktivität von Aromaten?

9.5 Was ist die elektrophile aromatische Substitution?

9.6 Wie läuft eine elektrophile aromatische Substitution mechanistisch ab?

9.7 Welchen Einfluss haben Substituenten am Benzol auf die elektrophile aromatische Substitution?

9.8 Was sind Phenole?

## 10 Amine

10.1 Was sind Amine?

10.2 Wie benennt man Amine?

10.3 Welche charakteristischen physikalischen Eigenschaften haben Amine?

10.4 Welche Säure-Base-Eigenschaften haben Amine?

10.5 Wie reagieren Amine mit Säuren?

10.6 Wie synthetisiert man Arylamine?

10.7 Wie können Amine als Nukleophile reagieren?

## 11 Spektroskopie

11.1 Was ist elektromagnetische Strahlung?

11.2 Was ist Molekülspektroskopie?

11.3 Was ist Infrarotspektroskopie?

11.4 Wie wertet man Infrarotspektren aus?

11.5 Was ist Kernspinresonanz?

11.6 Was ist Abschirmung?

11.7 Was ist ein  $^1\text{H}$ -NMR-Spektrum?

11.8 Wie viele Signale enthält das  $^1\text{H}$ -NMR-Spektrum einer Verbindung?

11.9 Welche Informationen liefert die Signalintegration?

11.10 Was ist die chemische Verschiebung?

11.11 Wie kommt es zur Aufspaltung der Signale?

11.12 Was ist  $^{13}\text{C}$ -NMR-Spektroskopie und wie unterscheidet sie sich von der  $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie?

11.13 Wie bestimmt man die Struktur einer Verbindung mithilfe der NMR-Spektroskopie

## 12 Aldehyde und Ketone

12.1 Was sind Aldehyde und Ketone?

12.2 Wie werden Aldehyde und Ketone benannt?

12.3 Welche physikalischen Eigenschaften haben Aldehyde und Ketone?

12.4 Was ist das grundlegende Reaktionsmuster der Aldehyde und Ketone?

12.5 Was sind Grignard-Reagenzien und wie reagieren sie mit Aldehyden und Ketonen?

12.6 Was sind Halbacetale und Acetale?

12.7 Wie reagieren Aldehyde und Ketone mit Ammoniak und Aminen?

12.8 Was ist die Keto-Enol-Tautomerie?

12.9 Wie lassen sich Aldehyde und Ketone oxidieren?

12.10 Wie lassen sich Aldehyde und Ketone reduzieren?

## 13 Carbonsäuren

13.1 Was sind Carbonsäuren?

13.2 Wie werden Carbonsäuren benannt?

13.3 Welche physikalischen Eigenschaften haben Carbonsäuren?

13.4 Welche Säure-Base-Eigenschaft

13.5 Wie kann man Carboxygruppen reduzieren?

13.6 Was ist eine Fischer-Veresterung?

13.7 Was sind Säurechloride?

13.8 Was ist eine Decarboxylierung?

#### 14 Funktionelle Derivate der Carbonsäuren

14.1 Welche Carbonsäurederivate gibt es und wie werden sie benannt?

14.2 Was sind die charakteristischen Reaktionen der Carbonsäurederivate?

14.3 Was ist eine Hydrolyse?

14.4 Wie reagieren Carbonsäurederivate mit Alkoholen?

14.5 Wie reagieren Carbonsäurederivate mit Ammoniak und Aminen?

14.6 Wie kann man funktionelle Derivate von Carbonsäuren ineinander umwandeln?

14.7 Wie reagieren Ester mit Grignard-Reagenzien?

14.8 Wie kann man Carbonsäurederivate reduzieren?

#### 15 Enolat-Anionen

15.1 Was sind Enolat-Anionen und wie werden sie gebildet?

15.2 Was ist eine Aldolreaktion?

15.3 Was sind Claisen- und Dieckmann-Kondensationen?

15.4 Welche Rolle spielen Aldolreaktionen und Claisen-Kondensationen in biologischen Prozessen?

15.5 Was ist eine Michael-Reaktion?

## 16 Organische Polymerchemie

16.1 Wie sind Polymere aufgebaut?

16.2 Wie werden Polymere benannt und wie kann man ihre Struktur darstellen?

16.3 Welche Morphologie können Polymere haben und wie unterscheiden sich kristalline und amorphe Materialien?

16.4 Was ist eine Stufenwachstumspolymerisation?

16.5 Was ist eine Kettenpolymerisation?

16.6 Welche Kunststoffe werden derzeit in großen Mengen wiederverwertet?

## 17 Kohlenhydrate

17.1 Was sind Kohlenhydrate?

17.2 Was sind Monosaccharide?

17.3 Wie bilden Monosaccharide cyclische Strukturen?

17.4 Was sind die charakteristischen Reaktionen der Monosaccharide?

17.5 Was sind Disaccharide und Oligosaccharide?

17.6 Was sind Polysaccharide?

## 18 Aminosäuren, Peptide und Proteine

18.1 Welche Funktionen haben Proteine?

18.2 Was sind Aminosäuren?

18.3 Welche Säure-Base-Eigenschaften haben Aminosäuren?

18.4 Was sind Peptide und Proteine?

18.5 Was ist die Primärstruktur eines Peptids oder Proteins?

18.6 Welche dreidimensionale Struktur hat ein Peptid oder Protein?

## 19 Lipide

19.1 Was sind Triglyceride?

19.2 Was sind Seifen und Detergenzien?

19.3 Was sind Phospholipide?

19.4 Was sind Steroide?

19.5 Was sind Prostaglandine?

19.6 Was sind fettlösliche Vitamine?

## 20 Nukleinsäuren

20.1 Was sind Nukleoside und Nukleotide?

20.2 Welche Struktur hat die DNA?

20.3 Was sind Ribonukleinsäuren (RNA)?

20.4 Was ist der genetische Code?

20.5 Wie kann man DNA sequenzieren?

## 21 Die organische Chemie der Stoffwechselprozesse

21.1 Was sind die Schlüsselintermediate in der Glykolyse, der  $\beta$ -Oxidation von Fettsäuren und im Zitronensäurezyklus?

21.2 Was ist die Glykolyse?

21.3 Welche Reaktionen laufen in der Glykolyse ab?

21.4 Welche Folgereaktionen kann Pyruvat eingehen?

21.5 Welche Reaktionen laufen bei der  $\beta$ -Oxidation von Fettsäuren ab?

21.6 Welche Reaktionen laufen im Zitronensäurezyklus ab?

## Glossar

Anhang 1

Anhang 2

[Stichwortverzeichnis](#)

[Endbenutzer-Lizenzvereinbarung](#)

## Illustrationsverzeichnis

### Kapitel 1

[Abb. 1.2 Relative Energien von Orbitalen und die Reihenfolge, in der sie aufgefü...](#)

[Abb. 1.3 Paarung von Elektronenspins.](#)

[Abb. 1.4 Elektronendichteverteilung in HCl. Bereiche mit erhöhter Elektronendich...](#)

[Abb. 1.5 Modelle aus Luftballons zur Vorhersage von Bindungswinkeln. \(a\) Zwei Ba...](#)

[Abb. 1.6 Die Struktur eines Methanmoleküls \(CH<sub>4</sub>\). \(a\) Lewis-Formel und \(b\) ...](#)

[Abb. 1.7 Die Struktur eines Ammoniakmoleküls \(NH<sub>3</sub>\).](#)

[\(a\) Lewis-Formel und \(b...](#)

[Abb. 1.8 Die Struktur eines Wassermoleküls \(H<sub>2</sub>O\). \(a\) Lewis-Formel und \(b\) Kugel...](#)

[Abb. 1.9 Die Strukturen von Formaldehyd \(CH<sub>2</sub>O\) und Ethen \(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>\).](#)

[Abb. 1.10 Die Strukturen von Kohlendioxid \(CO<sub>2</sub>\) und Ethin \(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>\). In beiden Verb...](#)

[Abb. 1.11 Drei Lewis-Formeln des Carbonat-Ions.](#)

[Abb. 1.12 Das Carbonat-Ion als Resonanzhybrid dreier Grenzformeln \(Grenzstruktur...](#)

[Abb. 1.13 Die Gestalt von 1s- und 2s-Atomorbitalen.](#)

[Abb. 1.14 Gestalt der 2px, 2py und 2pz-Atomorbitale. Die drei 2p-Orbitale stehen...](#)

[Abb. 1.15 Die kovalente Bindung in H<sub>2</sub> entsteht durch Überlappung zweier Wasserst...](#)

[Abb. 1.16 sp<sup>3</sup>-Hybridorbitale. \(a\) Darstellung eines einzelnen sp<sup>3</sup>-Hybridorbitals...](#)

[Abb. 1.17 Orbitalmodelle von Methan, Ammoniak und Wasser.](#)

[Abb. 1.18 sp<sup>2</sup>-Hybridorbitale. \(a\) Darstellung eines einzelnen sp<sup>2</sup>-Hybridorbital...](#)

[Abb. 1.19 Die kovalenten Bindungen im Ethen. \(a\) Lewis-Formel. \(b\) Die Überlappu...](#)

[Abb. 1.20 Eine Kohlenstoff-Sauerstoff-Doppelbindung. \(a\) Lewis-Formel von Formal...](#)

[Abb. 1.21 sp-Hybridorbitale. \(a\) Ein einzelnes sp-Hybridorbital besteht aus zwei...](#)

[Abb. 1.22 Die kovalenten Bindungen in Ethin \(Acetylen\). \(a\) Darstellung des  \$\sigma\$ -Bi...](#)

## Kapitel 3

[Abb. 3.1 Die vier Klassen von Kohlenwasserstoffen.](#)

[Abb.3.2 Methan und Ethan.](#)

[Abb. 3.3 Beispiele für Cycloalkane.](#)

[Abb. 3.4 Eine gestaffelte Konformation von Ethan. \(a\) Kugel-Stab-Modell und \(b\) ...](#)

[Abb. 3.5 Eine ekliptische Konformation von Ethan. \(a, b\) Kugel-Stab-Modelle und ...](#)

[Abb. 3.6 Cyclopentan. \(a\) Strukturformel. \(b\) In der planaren Konformation würde...](#)

[Abb. 3.7 Cyclohexan. Die stabilste Konformation ist die gefaltete Sesselkonforma...](#)

[Abb. 3.8 Die Sesselkonformation des Cyclohexans mit axialen und äquatorialen C-H...](#)

[Abb. 3.9 Umwandlung einer \(a\) Sesselkonformation in eine \(b\) Wannenkonformation....](#)

[Abb. 3.10 Das Umklappen der Cyclohexansessel. Alle C-H-Bindungen, die im einen S...](#)

[Abb. 3.11 Die beiden Sesselkonformationen von Methylcyclohexan. Die beiden diaxi...](#)

[Abb. 3.12 Dispersionskräfte. \(a\) Die zeitlich gemittelte Elektronenverteilung in...](#)

[Abb. 3.13 Fraktionierende Destillation von Erdöl. Die leichten, flüchtigeren Fra...](#)

## Kapitel 4

[Abb.4.1 Die eingeschränkte Rotation um die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Doppelbindung...](#)

## Kapitel 5

[Abb. 5.1 Ein Energiediagramm für die einstufige Reaktion zwischen C und A–B. Die...](#)

[Abb. 5.2 Energiediagramm für eine zweistufige Reaktion, in der intermediär eine ...](#)

[Abb. 5.3 Die Struktur des tert-Butylkations. \(a\) Lewis-Formel und \(b\) ein Orbita...](#)

[Abb. 5.4 Energiediagramm der zweistufigen Addition von HCl an 2-Buten. Die Reakt...](#)

[Abb. 5.5 Das Methyl- und das tert-Butylkation. Molekülorbitalrechnungen belegen,...](#)

[Abb. 5.6 Die Übergangsmetallkatalysierte syn-Addition von Wasserstoff an Alkene....](#)

[Abb. 5.7 Hydrierwärmern von cis-2-Buten und trans-2-Buten. trans-2-Buten ist um 4...](#)

## Kapitel 6

[Abb. 6.1 Übersicht über verschiedene Arten von Isomerie mit einigen Beispielen.](#)

[Abb. 6.2 Spiegelebenen in \(a\) einem Becherglas, \(b\) einem Würfel und \(c\) in 2-Pr...](#)

[Abb. 6.3 Dreidimensionale Darstellungen von Milchsäure und ihrem Spiegelbild.](#)

[Abb. 6.4 Die vier Stereoisomere von 2,3,4-Trihydroxybutanal, einer Verbindung mi...](#)

[Abb. 6.5 Stereoisomere der Weinsäure. Ein Enantiomerenpaar und eine meso-Verbind...](#)

[Abb. 6.6 Schematische Darstellung eines Polarimeters mit einer Küvette, die eine...](#)

[Abb. 6.7 Schematische Darstellung einer Enzymoberfläche, die an drei Bindungsste...](#)

## Kapitel 7

[Abb. 7.1 Das Energiediagramm einer SN<sub>2</sub>-Reaktion. Es wird nur ein Übergangszustan...](#)

[Abb. 7.2 Ein Energiediagramm für die SN<sub>1</sub>-Reaktion von 2-Brom-2-methylpropan mit...](#)

[Abb. 7.3 Der Einfluss der elektronischen und sterischen Faktoren auf die Konkurr...](#)

## Kapitel 8

[Abb. 8.1 Methanol, CH<sub>3</sub>OH. \(a\) Lewis-Formel und \(b\) Kugel-Stab-Modell. Der H-O-C...](#)

[Abb. 8.2 Polarität der C—O- und der O—H-Bindung in Methanol. \(a\) Kohlenstoff und...](#)

[Abb. 8.3 Die Assoziation von Ethanolmolekülen in der flüssigen Phase. Jede OH-Gr...](#)

[Abb. 8.4 Dimethylether, CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>. \(a\) Lewis-Formel und \(b\) Kugel-Stab-Modell.](#)

[Abb. 8.5 Ether sind polare Verbindungen, in denen aber wegen der sterischen Hind...](#)

[Abb. 8.6 Ether sind Wasserstoffbrücken-Akzeptoren, aber keine Wasserstoffbrücken...](#)

[Abb. 8.7 Methanthiol, CH<sub>3</sub>SH. \(a\) Lewis-Formel und \(b\) Kugel-Stab-Modell. Der C-S...](#)

## Kapitel 9

[Abb. 9.1. Orbitalmodell der Bindungen in Benzol. \(a\) Das Kohlenstoff-Wasserstoff...](#)

[Abb. 9.2 Die Resonanzenergie des Benzols, bestimmt durch Vergleich der Hydrierwä...](#)

[Abb. 9.3 Der Ursprung der sechs  \$\pi\$ -Elektronen des aromatischen Sextetts in Furan ...](#)

[Abb. 9.4 Die Nitrierung von Anisol. Gezeigt ist der Angriff des Elektrophils in ...](#)

[Abb. 9.5 Die Nitrierung von Nitrobenzol mit Angriff des Elektrophils in meta- bz...](#)

## Kapitel 10

[Abb. 10.1 Intermolekulare Assoziation von primären und sekundären Aminen über Wa...](#)

[Abb. 10.2 Trennung und Reinigung eines Amins und einer nicht-basischen Verbindun...](#)

## Kapitel 11

[Abb. 11.1 Die Absorption von Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung r...](#)

[Abb. 11.2 Infrarotspektrum von Aspirin.](#)

[Abb. 11.3 Die grundlegenden Schwingungsmoden einer Methylengruppe.](#)

[Abb. 11.4 Infrarotspektrum von Decan.](#)

[Abb. 11.5 Infrarotspektrum von Cyclopenten.](#)

[Abb. 11.6 Infrarotspektrum von 1-Octin.](#)

[Abb. 11.7 Infrarotspektrum von 1-Pentanol.](#)

[Abb. 11.8 Infrarotspektrum von Diethylether.](#)

[Abb. 11.9 Infrarotspektrum von Butanamin.](#)

[Abb. 11.10 Infrarotspektrum von Menthon.](#)

[Abb. 11.11 Infrarotspektrum von Butansäure.](#)

[Abb. 11.12 Infrarotspektrum von Butansäureethylester.](#)

[Abb. 11.13 Infrarotspektrum von N,N - Diethyldodecanamid \(A, ein tertiäres Amid\),...](#)

[Abb. 11.14  \$^1\text{H}\$ - oder  \$^{13}\text{C}\$ -Atomkerne \(a\) in Abwesenheit eines äußeren Magnetfelds u...](#)

[Abb. 11.15 Resonanz von Kernen mit dem Spin  \$1/2\$ .](#)

[Abb. 11.16 Schematische Darstellung eines Kernspinresonanz-Spektrometers.](#)

[Abb. 11.17  \$^1\text{H}\$ -NMR-Spektrum von Essigsäuremethylester.](#)

[Abb. 11.18  \$^1\text{H}\$ -NMR-Spektrum von Essigsäure-tert-butylester \( \$\text{C}\_6\text{H}\_{12}\text{O}\_2\$ \) mit der Int...](#)

[Abb. 11.19  \$^1\text{H}\$ -NMR-Spektrum von 1,1,2-Trichlorethan.](#)

[Abb. 11.20 Protonenentkoppeltes  \$^{13}\text{C}\$ -NMR-Spektrum von Zitronensäure.](#)

## Kapitel 13

[Abb.13.1 Ablaufplan für die Trennung von Benzoesäure und Benzylalkohol.](#)

## Kapitel 14

[Abb. 14.1 Relative Reaktivitäten von Carbonsäurederivaten in Additions-Eliminier...](#)

## Kapitel 16

[Abb. 16.1 Verschiedene Polymerarchitekturen. Jede Linie stellt eine organische K...](#)

[Abb. 16.2 Beispiele für verschiedene Polymormorphologien. \[Quelle: Links: © Serg...](#)

[Abb. 16.3 \(a\) Beispiel für eine Polymerkette mit kristallinen und amorphen Berei...](#)

[Abb. 16.4 Die Struktur von kaltgezogenem Nylon-6,6. Wasserstoffbrückenbindungen ...](#)

[Abb. 16.5 Herstellung einer PE-LD-Folie. Ein geschmolzenes PE-LD-Rohr wird zusam...](#)

[Abb. 16.6 Blasformung eines PE-HD-Gefäßes. \(a\) Ein kurzer PE-HD-Schlauch wird in...](#)

## Kapitel 17

[Abb. 17.1 Haworth-Projektionen von  \$\beta\$ -D-Glucopyranose und  \$\alpha\$ -D-Glucopyranose.](#)

[Abb. 17.4 Amylopektin ist ein stark verzweigtes,  \$\alpha\$ -1,4-glycosidisch verknüpftes...](#)

## Kapitel 18

[Abb. 18.1 Eine  \$\alpha\$ -Aminosäure. \(a\) Nicht-ionisierte Darstellung und \(b\) zwitteri...](#)

[Abb. 18.2 Die Enantiomere des Alanins. Die meisten natürlichen  \$\alpha\$ -Aminosäuren geh...](#)

[Abb. 18.3 Titration von Glycin mit Natriumhydroxid.](#)

[Abb. 18.4 Elektrophorese einer Mischung von Aminosäuren. Die negativ geladenen A...](#)

[Abb. 18.5 Die Peptidbindung in Serylalanin.](#)

[Abb. 18.6 Die Analyse einer Aminosäuremischung durch Ionenaustausch-Chromatograp...](#)

[Abb. 18.7 Die Spaltung einer von der Carboxygruppe von Methionin gebildeten Pept...](#)

[Abb. 18.8 Edman-Abbau. Bei der Umsetzung eines Peptids mit Phenylisothiocyanat u...](#)

[Abb. 18.9 Die planare Struktur einer Peptidbindung. Die Bindungswinkel um die Ca...](#)

[Abb. 18.10 Wasserstoffbrückenbindung zwischen Amidgruppen.](#)

[Abb. 18.11 Eine  \$\alpha\$ -Helix. Das hier gezeigte Polypeptid besteht aus sich wiederhol...](#)

[Abb. 18.12  \$\beta\$ -Faltblatt-Konformation aus drei Peptidketten, die jeweils in entgeg...](#)

[Abb. 18.13 Humaninsulin. Die A-Kette aus 21 Aminosäuren und die B-Kette aus 30 A...](#)

[Abb. 18.14 Die Strukturformel von Häm, das in Myoglobin und Hämoglobin enthalten...](#)

[Abb. 18.15 Bändermodell von Myoglobin. Die Peptidkette ist in Gelb darstellt, de...](#)

[Abb. 18.16 Bändermodell von Hämoglobin. Die  \$\alpha\$ -Ketten sind in Violett, die  \$\beta\$ -Kette...](#)

## Kapitel 19

[Abb. 19.1 Tripalmitin, ein gesättigtes Triglycerid.](#)

[Abb. 19.2 Ein mehrfach ungesättigtes Triglycerid.](#)

[\[Quelle: © Brent Iverson, Univ...](#)

[Abb. 19.3 Seifenmicellen. Die unpolaren \(hydrophoben\) Alkylketten aggregieren im...](#)

[Abb. 19.4 Eine Seifenmicelle mit einem "gelösten" Öl- oder Fetttröpfchen.](#)

[Abb. 19.5 Eine Phosphatidsäure und ein Phospholipid. In einer Phosphatidsäure is...](#)

[Abb. 19.6 Kalottenmodell von Lecithin. \[Quelle: © Brent Iverson, University of T...](#)

[Abb. 19.7 Flüssig-Mosaik-Modell einer biologischen Membran. Die Lipiddoppelschic...](#)

[Abb. 19.8 Das charakteristische tetracyclische Ringsystem von Steroiden.](#)

[Abb. 19.9 Die typische Verknüpfung im tetracyclischen Ringsystem vieler Steroide...](#)

[Abb. 19.10 Cholsäure, ein wesentlicher Bestandteil der menschlichen Galle.](#)

[Abb. 19.11 Die Schlüsselintermediate in der Biosynthese von Cholesterin ausgehen...](#)

[Abb. 19.12 Die Schlüsselschritte in der Synthese von PGE<sub>2</sub> und PGF<sub>2a</sub>. PG steht für...](#)

[Abb. 19.13 Die erste chemische Reaktion im Verlauf des in den Stäbchenzellen abl...](#)

## Kapitel 20

[Abb. 20.1 Die Namen und die Einbuchstabenabkürzungen der heterocyclischen](#)

[aromat...](#)

[Abb. 20.2 Das Nukleosid Uridin. In dem Monosaccharid ist der Ring mit einfach ge...](#)

[Abb. 20.3 Das Nukleotid Adenosin-5'-monophosphat. Die Phosphatgruppe ist bei pH ...](#)

[Abb. 20.4 Adenosin-5'-triphosphat \(ATP\).](#)

[Abb. 20.5 Ein Tetranukleotid-Abschnitt eines DNA-Einzelstrangs.](#)

[Abb. 20.6 Eine DNA-Doppelhelix ist eine chirale Struktur. Rechts- und linksgängi...](#)

[Abb. 20.7 Die Basenpaarung zwischen Adenin und Thymin \(A-T\) bzw. zwischen Guanin...](#)

[Abb. 20.8 Bändermodell einer doppelsträngigen B-DNA. Jedes Band stellt den Pento...](#)

[Abb. 20.9 Eine idealisierte Darstellung der B-DNA.](#)

[Abb. 20.10 Ausschnitte aus der A-, B- und Z-DNA \(Richard Wheeler, Abbildung für ...](#)

[Abb. 20.11 Entspannte und supercoiled DNA. \(a\) Ringförmige DNA ist entspannt. \(b...](#)

[Abb. 20.12 Ein Ausschnitt aus einem DNA-Strang, in dem die Komplexierung mit His...](#)

[Abb. 20.13 DNA-Polymerase katalysiert unter Verwendung eines einzelsträngigen DN...](#)

[Abb. 20.14 Die Kettenabbruch- oder Didesoxymethode zur DNA-Sequenzierung. Das Pr...](#)

## Kapitel 21

[Abb. 21.1 Die zehn Reaktionen der Glykolyse.](#)

[Abb. 21.2 Die vier Reaktionen der  \$\beta\$ -Oxidation. Die Schritte der  \$\beta\$ -Oxidation werd...](#)

[Abb. 21.3 Der Zitronensäurezyklus. Sein Treibstoff stammt aus dem Katabolismus \(...\)](#)

## Tabellenverzeichnis

### Kapitel 1

[Tab. 1.1 Die in den Schalen enthaltenen Orbitale.](#)

[Tab. 1.2 Grundzustands-Elektronenkonfiguration für die Elemente 1-18.\\*](#)

[Tab. 1.3 Lewis-Formeln der Elemente 1-18 des Periodensystems.](#)

[Tab. 1.4 Elektronegativitätswerte und deren Trends für einige Elemente \(Pauling-...](#)

[Tab. 1.5 Klassifikation von chemischen Bindungen.](#)

[Tab. 1.6 Lewis-Formeln einiger organischer Verbindungen. Für jede Verbindung ist...](#)

[Tab. 1.7 Mithilfe des VSEPR-Modells vorhergesagte Strukturen von Verbindungen.](#)

[Tab. 1.8 Kovalente Bindungen an Kohlenstoffatomen.](#)

[Tab. 1.9 Sieben häufig vorkommende funktionelle Gruppen.](#)

### Kapitel 2

[Tab. 2.1 Einige Säuren und ihre konjugierten Basen.](#)

[Tab. 2.2 pKS-Werte einiger organischer und anorganischer Säuren.](#)

[Tab. 2.3 Einige organische Lewis-Basen und ihre relativen Basenstärken in der Re...](#)

### Kapitel 3

[Tab. 3.1 Namen, Summenformeln und Halbstrukturformeln für die ersten 20 unverzwe...](#)

[Tab. 3.2 I m IUPAC-System genutzte Präfixe für Verbindungen mit 1 bis 20 Kohlens...](#)

[Tab. 3.3 Namen der gebräuchlichsten Alkylgruppen.](#)

[Tab. 3.4 Physikalische Eigenschaften einiger unverzweigter Alkane.](#)

[Tab. 3.5 Physikalische Eigenschaften der isomeren Alkane mit der Summenformel C<sub>6</sub>...](#)

### Kapitel 4

[Tab. 4.1 Aciditäten von Alkanen, Alkenen und Alkinen.](#)

### Kapitel 5

[Tab. 5.1 Charakteristische Reaktion von Alkenen.](#)

### Kapitel 6

[Tab. 6.1 Einige physikalische Eigenschaften der Stereoisomere von Weinsäure.](#)

### Kapitel 7

[Tab. 7.1 Einige nukleophile Substitutionen.](#)

[Tab. 7.2 Beispiele für typische Nukleophile und ihre relative Nukleophilie.](#)

[Tab. 7.3 Typische protische Lösungsmittel.](#)

[Tab. 7.4 Typische aprotische Lösungsmittel.](#)

[Tab. 7.5 SN1- und SN2-Reaktionen von Halogenalkanen.](#)

[Tab. 7.6 E1- und E2-Eliminierungen in Halogenalkanen](#)

[Tab. 7.7 Zusammenfassung zu Substitutionen und Eliminierungen von Halogenalkanen...](#)

## Kapitel 8

[Tab. 8.1 Siedepunkte und Wasserlöslichkeiten von Alkoholen und Alkanen, \\_gruppiert...](#)

[Tab. 8.2 pKS-Werte ausgewählter Alkohole in verdünnter wässriger Lösung.a\)](#)

[Tab. 8.3 Siedepunkte und Wasserlöslichkeiten von Alkoholen und Ethern, \\_gruppiert...](#)

[Tab. 8.4 Siedepunkte von Thiolen und Alkoholen mit jeweils gleichem Kohlenstoffg...](#)

## Kapitel 9

[Tab. 9.1 Die Wirkung von Substituenten auf die elektrophile aromatische Zweitsub...](#)

[Tab. 9.2 Relative Aciditäten von 0.1m Lösungen von Ethanol, Phenol und HCl.](#)

## Kapitel 10

[Tab. 10.1 Physikalische Eigenschaften ausgewählter Amine.](#)

[Tab. 10.2 Encryption table.](#)

## Kapitel 11

[Tab. 11.1 Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Frequenz und Energie für einige Ber...](#)

[Tab. 11.2 Übliche Einheiten für die Wellenlänge  \$\lambda\$ .](#)

[Tab. 11.3 Charakteristische IR-Absorptionen von ausgewählten funktionellen Grupp...](#)

[Tab. 11.4 Chemische Verschiebungen für verschiedene Arten von Wasserstoffatomen.](#)

[Tab. 11.5 Chemische Verschiebungen in der <sup>13</sup>C-NMR-Spektroskopie.](#)

## Kapitel 12

[Tab. 12.1 IUPAC-Nomenklatur: Sechs funktionelle Gruppen nach abnehmender Priorit...](#)

[Tab. 12.2 Siedepunkte von sechs Verbindungen mit vergleichbarer Molmasse.](#)

[Tab. 12.3 Physikalische Eigenschaften einiger Aldehyde und Ketone.](#)

[Tab. 12.4 Die Lage des Keto-Enol-Gleichgewichts für vier Aldehyde und Ketone.a\)](#)

## Kapitel 13

[Tab. 13.1 Aliphatische Carbonsäuren und ihre Trivialnamen.](#)

[Tab. 13.2 Siedepunkte und Wasserlöslichkeiten ausgewählter Carbonsäuren, Alkoho...](#)

## Kapitel 14

[Tab. 14.1 Übersicht über die Reaktionen von Säurechloriden, Anhydriden, Estern u...](#)

[Tab. 14.2 Übersicht über die Reaktionen von Säurechloriden, Anhydriden, Estern u...](#)

[Tab. 14.3 Übersicht über die Reaktionen von Säurechloriden, Anhydriden, Estern u...](#)

## Kapitel 15

[Tab. 15.1 Die Acidität von Wasserstoffatomen in  \$\alpha\$ -Stellung zu einer Carbonylgrup...](#)

[Tab. 15.2 Günstige Kombinationen von Reagenzien für die Michael-Reaktion.](#)

## Kapitel 16

[Tab. 16.1 Aus Ethylen und substituierten Ethylenen hergestellte Polymere.](#)

[Tab. 16.2 Recycling-Codes für Kunststoffe.](#)

## Kapitel 17

[Tab. 17.1 Konfigurationsstammbaum der isomeren D-Aldotetrosen, D-Aldopentosen un...](#)

## Kapitel 18

[Tab. 18.1 Die 20 üblicherweise in Proteinen enthaltenen Aminosäuren.a\)](#)

[Tab. 18.2 pKS-Werte der ionisierbaren Gruppen in Aminosäuren.](#)

[Tab. 18.3 Quartärstruktur ausgewählter Proteine.](#)

## Kapitel 19

[Tab. 19.1 Die häufigsten Fettsäuren in tierischen Fetten, Pflanzenölen und biolo...](#)

[Tab. 19.2 Fettsäuren in einigen Fetten und Ölen \(in Gramm pro 100g Triglycerid\)....](#)

[Tab. 19.3 In Phospholipiden häufig vorkommende niedermolekulare Alkohole.a\)](#)

[Tab. 19.4 Ausgewählte Steroidhormone](#)

## Kapitel 20

[Tab. 20.1 Die Benennung von Nukleosiden.](#)

[Tab. 20.2 Vergleich der Basenzusammensetzung in der DNA verschiedener Organismen...](#)

[Tab. 20.3 RNA in E. coli-Zellen.](#)

[Tab. 20.4 Der genetische Code: mRNA-Codons und die durch sie codierten Aminosäur...](#)

# **Einführung in die Organische Chemie**

*William H. Brown und Thomas Poon*

WILEY-VCH

## **Titel der Originalausgabe**

INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY 6e

Erschienen im Verlag John Wiley & Sons, Inc, USA.

Copyright © 2016, 2014, 2011, 2005, 2000

Alle Rechte vorbehalten. Die Übersetzung erfolgte durch eine Lizenz des Original Verlags John Wiley & Sons, Inc.

INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY 6e

First published in the United States by John Wiley & Sons, USA

Copyright © 2016, 2014, 2011, 2005, 2000

All Rights Reserved. This translation published under license with the original publisher John Wiley & Sons, Inc.

## **Autoren**

### ***Prof. William H. Brown***

Beloit College

Department of Chemistry

700 College Street

53511 Beloit WI

USA

### ***Prof. Thomas Poon***

Claremont McKenna College

Department of Chemistry

925 N. Mills Avenue

91711 Claremont CA

USA

## **Übersetzer**

### ***Prof. Dr. Joachim Podlech***

KIT Karlsruher Institut für Technologie Institut für Organische Chemie Fritz-Haber-Weg 6

76131 Karlsruhe

Deutschland

Cover

Getty Images/Adrian Coleman

Alle Bücher von WILEY-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

© 2021 WILEY-VCH GmbH, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form - durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren - reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

**Umschlaggestaltung** Adam Design, Mannheim

**Satz** le-tex publishing services GmbH, Leipzig

**Print ISBN** 978-3-527-34674-5

**ePDF ISBN** 978-3-527-82385-7

**ePub ISBN** 978-3-527-82388-8

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Für Carolyn,  
mit der das Leben eine Freude ist

Bill Brown

Für Cathy und Sophia,  
für ein Leben voller Abenteuer

Thomas Poon