

# Einfache organische Sauerstoffverbindungen\*

Patrick Bucher

13. August 2011

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Alkohole</b>	<b>1</b>
1.1	Benennung und Einteilung der Alkohole . . . . .	2
1.2	Wichtige Alkohole . . . . .	2
1.3	Molekülbau, physikalische Eigenschaften und Reaktionen . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Aldehyde und Ketone</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Phenole</b>	<b>4</b>

## 1 Alkohole

- Verbindungen, bei denen eine *Hydroxy-Gruppe* ( $\text{OH}$ ) an einen *nichtaromatischen*<sup>1</sup> Kohlenwasserstoffrest gebunden ist, bezeichnet man als *Alkohole* ( $\text{ROH}$ : Kohlenwasserstoffrest und Hydroxygruppe). Anhand des Rests ( $R$ ) wird zwischen *Alkanolen*, *Alkenolen*, *Cycloalkanolen* usw. unterschieden.
- Ist die Hydroxy-Gruppe direkt an einen aromatischen Ring gebunden, handelt es sich dabei um ein *Phenol*. Ist an ein Kohlenstoffatom neben der Hydroxy-Gruppe zusätzlich ein Sauerstoffatom gebunden ( $\text{COOH}$ ), handelt es sich um eine *Carbonsäure*. Phenole und Carbonsäuren sind keine Alkohole! Bei Alkoholen sind auch nie zwei Hydroxy-Gruppen an das gleiche Kohlenstoff-Atom gebunden.

---

\*AKAD-Reihe CH 204, ISBN: 3-7155-2162-7

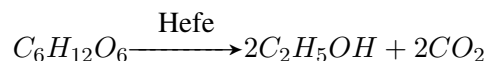
<sup>1</sup>Aromate sind cyclische, organische Verbindung mit konjugierten Doppelbindungen. Innerhalb des Rings treten delokalisierte Elektronen auf, sodass nicht zwischen Einzel- und Doppelbindung unterschieden werden kann. Für aromatische Verbindungen wird darum die Ringdarstellung verwendet.

## 1.1 Benennung und Einteilung der Alkohole

- Die Namen der Alkohole setzen sich aus zwei Teilen zusammen: Dem Namen der Restgruppe (Kohlenstoff-Gerüst) und der Endung «-ol» (Methanol, Ethanol, Propanol, Butanol usw.). Kommen in der Verbindung mehrere Hydroxy-Gruppen vor, wird eine entsprechende Vorsilbe («di» für zwei, «tri» für drei Hydroxy-Gruppen) vorangestellt. In diesem Fall müssen auch die Positionen der Hydroxy-Gruppen mit den entsprechenden Ziffern angegeben werden, z.B. «1,3-Propandiol» oder «1,2,3-Propantriol».
- Alkohole können nach zwei Kriterien eingeteilt werden:
  1. Nach der Anzahl der Hydroxygruppen (einwertig bei einer, zweiwertig bei zwei Hydroxy-Gruppen usw.)
  2. Nach der Anzahl der Kohlenstoff-Atome, die an das Kohlenstoff-Atom mit der Hydroxy-Gruppe gebunden sind: Bei primären Alkoholen ist das Kohlenstoff-Atom, an welches die Hydroxy-Gruppe direkt gebunden ist, nur an ein weiteres Kohlenstoff-Atom gebunden; bei sekundären Alkoholen an zwei weitere, bei tertiären Alkoholen an drei weitere. (Da ein Kohlenstoffatom höchstens vier Bindungen eingehen kann, gibt es keine «quartären» oder höheren Alkohole.)

## 1.2 Wichtige Alkohole

- *Ethanol* ( $C_2H_5OH$ ) ist der wohl wichtigste Alkohol. Man verwendet ihn als Genussmittel (alkoholische Getränke), als Lösemittel, als Treibstoff oder als Ausgangsstoff für Synthesen. Alkohol kann petrochemisch durch die Hydratation von Ethen oder durch die *alkoholische Gärung* mithilfe von Hefepilzen aus Traubenzucker gewonnen werden. Die Reaktionsgleichung für die alkoholische Gärung lautet:



- Weitere wichtige Alkohole sind:
  - *Methanol* als Treibstoff und zur Herstellung von Formaldehyd
  - *Ethandiol* (Glykol) als Frostschutzmittel
  - *Propantriol* (Glycerin) als Lösemittel in Kosmetika und zur Herstellung von
  - *Glycerintrinitrat* (Nitroglycerin) als Sprengstoff und Medikament

## 1.3 Molekülbau, physikalische Eigenschaften und Reaktionen

- Ersetzt man bei einem Wasser-Molekül ( $H_2O$ ) ein Wasserstoff-Atom durch einen Kohlenwasserstoffrest, lässt sich daraus formal ein Alkohol ( $ROH$ ) ableiten. Je grösser der Kohlenwasserstoffrest, desto geringer die Ähnlichkeit mit Wasser.
- Die allgemeine Formel der einwertigen Alkanole lautet  $C_nH_{2n+1}OH$ . Die Van-der-Waals-Kräfte (und somit Schmelz- und Siedetemperatur) nehmen mit der Anzahl Kohlenstoff-Atome zu.

- Alkohol-Moleküle sind Dipole und können Wasserstoffbrücken bilden. Dadurch ist ihre Siedetemperatur deutlich höher als bei Alkanen mit ähnlichen Molekülmassen. Die Siedetemperatur steigt auch mit der Wertigkeit (Anzahl der Hydroxy-Gruppen) der Alkohole.
- Die Kohlenwasserstoffreste sind unpolar (lipophil), die Hydroxy-Gruppen sind polar (hydrophil). Die Wasserlöslichkeit nimmt mit der Grösse des Kohlenwasserstoffrests ab und mit der Anzahl der Hydroxy-Gruppen zu. Alkanole mit weniger als vier Kohlenstoff-Atomen sind gut wasserlöslich. Einwertige Alkohole lösen lipophile Stoffe und können selbst in solchen gelöst werden. Mehrwertige Alkohole sind hydrophiler als einwertige.
- Hydroxyverbindungen wie Alkohol (und Wasser) sind (schwache) *Ampholyte*: Die Hydroxy-Gruppe können sowohl ein Proton aufnehmen als auch eines abgeben. Wässrige Lösungen von Alkoholen sind neutral.
- Tertiäre Alkohole können nur mit sehr starken Oxidationsmitteln zur Oxidation gebracht werden. Dabei werden ihre Moleküle jedoch gespalten.

## 2 Aldehyde und Ketone

- Bei der *Dehydrierung* mit einem Oxidationsmittel (z.B.  $\text{CuO}$ ) werden primäre Alkohole zu *Aldehyden*, sekundäre Alkohole zu *Ketonen* oxidiert. Dabei wird die Oxidationszahl des *OH*-tragenden Kohlenstoff-Atoms durch die Abspaltung zweier Wasserstoff-Atome um zwei erhöht.
- Die Carbonyl-Gruppe ( $> \text{C} = \text{O}$ ) ist die funktionale Gruppe der Aldehyde und Ketone. Bei den Aldehyden ist die Carbonyl-Gruppe höchstens mit einem organischen Rest verbunden, bei Ketonen mit deren höchstens zwei.
- Carbonyl-Verbindungen werden mit dem Namen des Kohlenstoff-Gerüsts und der Endung «-al» (bei Aldehyden) und «-on» (bei Ketonen) benannt.
- Zwischen den Molekülen der Aldehyde bzw. Ketone wirken zwar Dipol-Dipol-Kräfte, jedoch keine Wasserstoffbrücken. Die Siedetemperaturen von Aldehyden und Ketonen sind höher als diejenigen der Alkane, jedoch tiefer als diejenige der Alkohole mit ähnlicher Molekülmasse. Aldehyde und Ketone mit wenigen Kohlenstoff-Atomen sind wasserlöslich, weil das Sauerstoff-Atom der Carbonyl-Gruppe zur Bildung von Wasserstoff-Brücken beiträgt.
- Aldehyde sind aufgrund ihrer reaktionsfähigen Carbonyl-Gruppe technisch wichtige, wenn auch teilweise toxische Zwischenprodukte. *Methanal* ( $\text{HCHO}$ , Trivialname: *Formaldehyd*) wird durch die Oxidation von Methanol hergestellt. Es dient vorallem zur Herstellung zu Kunstharzen, die u.a. als Leimharze bei der Produktion von Spanplatten eingesetzt werden.
- Das bekannteste Keton ist Propanon ( $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ , Trivialname: *Aceton*) und wird als Lösemittel eingesetzt.

### 3 Phenole

- *Phenol* ( $C_6H_5OH$ , Mono-Hydroxybenzol) ist der wichtigste und darum auch der namensgebende Vertreter der Stoffklasse der *Phenole*. Es besteht aus einem aromatischen Ring aus sechs Kohlenstoff-Atomen und einer Hydroxy-Gruppe. Da die Hydroxygruppe direkt am aromatischen Ring angeschlossen ist, handelt es sich hierbei nicht um ein Alkohol.
- Phenol wird aus petrochemisch erzeugtem Benzol gewonnen. Man verwendet es u.a. zur Synthese von Kunst- und Farbstoffen, aber auch als Desinfektionsmittel.