

## 1. Unterscheidung zwischen den Begriffen Alkohol, Alkanolen und Phenolen

**Alkohole** sind Verbindungen, die eine oder mehrere Hydroxylgruppen (-O-H) als **funktionelle Gruppe**, an einem *aliphatischen* (= nicht-aromatischen) Molekül(teil) besitzen. Alkohole, die sich von Alkanen ableiten, in dem genau *eine* OH-Gruppe an einen gesättigten Kohlenwasserstoffrest angehängt ist, werden

**Alkan-ole** genannt. *Alkanole* sind also eine Untergruppe der Alkohole.

**1.1** Notieren Sie die Strukturformeln von zwei Alkoholen, die keine Alkanole sind.

## 2. Mehrwertige Alkohole und ERLLENMEYER-Regel

Zur Benennung des Alkan-ols wird an den Namen des Stammalkans die Endung *-ol* gehängt (Bsp: *Ethanol*). Gibt es mehrere Möglichkeiten wo die OH-Gruppe gebunden sein kann, so wird vor dem „-ol“ noch der **Lokant** der OH-Gruppe angegeben (Bsp. *Propan-1-ol* oder *Propan-2-ol*). Droht keine Verwechslung, kann man den Lokanten alternativ auch vor den Namen setzen, beispielsweise „*2-Propanol*“.

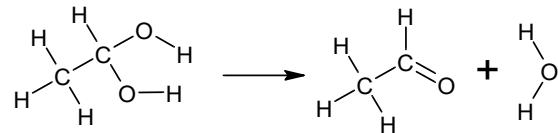
**2.1** Zeichnen Sie die Strukturformeln beider Propanole.

Bei **mehrwertigen Alkoholen**, treten **mehrere** OH-Gruppen auf. Ihre Anzahl gibt man mit **Präfixen** an (Bsp. *Propan-1,2-diol* oder *Butan-1,2,4-triol*)

**2.2** Notieren Sie die Strukturformel von 1,2,3-Propantriol (*Glycerin*).

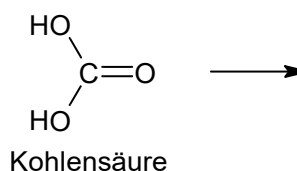
Die Erfahrung zeigt, dass Moleküle mit mehr als einer OH-Gruppe an einem C-Atom meist instabil sind und zur *Eliminierung* von H<sub>2</sub>O neigen (**ERLENMEYER-Regel**). Wie bei jeder *Eliminierung* bildet sich dabei eine Doppelbindung.

*Beispiel: Zerfall des instabilen 1,1-Ethandiol:*



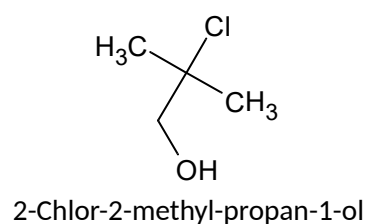
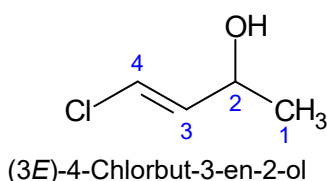
Aufgrund der ERLLENMEYER-Regel tragen mehrwertige Alkohole in der Regel maximal eine OH-Gruppe pro C-Atom. So existiert *Methandiol* nicht als Reinstoff, es ist instabil.

**2.3** Auch für Kohlensäure gilt die Erlenmeyer-Regel: Sie neigt zum Zerfall. Vervollständigen Sie die Reaktionsgleichung:



## 3. Weitere Nomenklaturregeln

## Nomenklaturbeispiele



**3.1** Stellen Sie anhand des Beispiels weitere fundamentale Nomenklaturregeln auf.

**3.2** Zeichnen und benennen Sie die acht isomeren Pentanole (in Halbstrukturformeln oder Skelettformeln).

Bei **primären Alkoholen** ist das C-Atom, das die OH-Gruppe trägt ein primäres C-Atom. Das heißt, an diesem C-Atom ist nur ein C-Atom als Bindungspartner vorhanden. Bei **sekundären Alkoholen** ist das OH-Gruppen-tragende C-Atom sekundär, d.h. an ihm sind zwei C-Atome gebunden. Bei **tertiären Alkoholen** sind es drei C-Atome, die am OH-Gruppen-tragenden C-Atom unmittelbar gebunden sind.

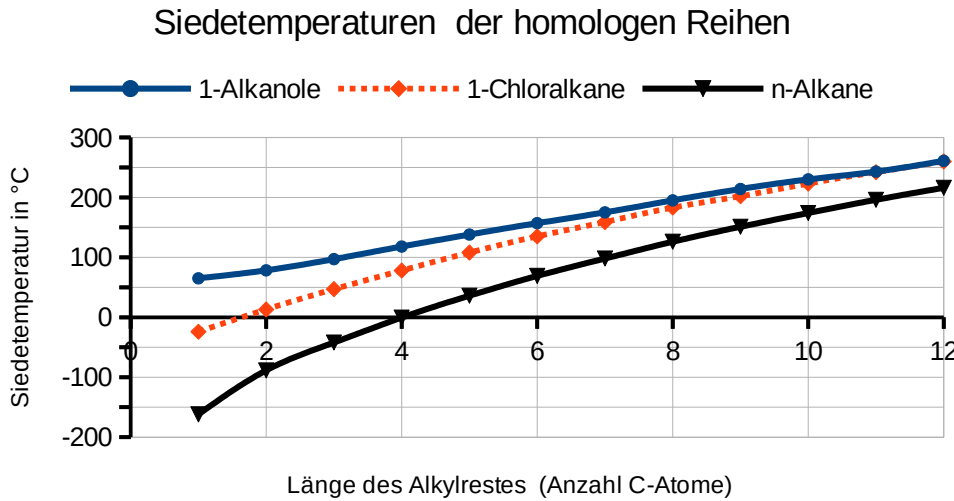
3.5 Markieren Sie in Aufgabe 3.2 (isomere Pentanole) primäre, sekundäre und tertiäre C-Atome und ordnen Sie den Verbindungen die Begriffe primärer, sekundärer und tertiärer Alkohol zu.

4. Siedetemperaturen der homologen Reihen



youtube-Erklärvideo: Siedetemp. von Alkoholen (9:53 min)

4.1 Ergänzen Sie den unten stehenden Lückentext zum Diagramm zu den Siedetemperaturen mit sinnvollen Begriffen. (Quelle: e.W.)



Man erkennt monoton ..... Kurven. Die Siedepunkte nehmen mit steigender ..... also zu. Also müssen die zusammenhaltenden Kräfte zwischen den Teilchen bei den drei Stoffklassen größer werden.

Bei den n-Alkanen handelt es sich bei diesen Kräften ausschließlich um die ..... Diese zwischen unpolaren Molekülen wirkenden intermolekularen Kräfte sind relativ schwach, nehmen aber mit zunehmender Kettenlänge zu. Da sie relativ schwach sind, kann dieser Stoffklasse die unterste Kurve zugeordnet werden.

Bei 1-Chloralkanen liegen höhere Siedepunkte vor als bei den n-Alkanen. Dies liegt daran, dass hier zusätzlich auch noch Dipol-Dipol-Kräfte per..... als zwischenmolekulare Kräfte zu den VAN- DER-WAALS-Kräften hinzu kommen. Diese Kräfte sind schon deutlich stärker als die v.d.W.-Kräfte. Die höchsten Siedepunkte haben die ..... Hier existieren zwischen den Teilchen die besonders starken ..... Hinzu kommen die beiden oben beschriebenen Kräfte.

Die Bedeutung des Chloratoms und der Hydroxylgruppe ist bei kleinen organischen Molekülen besonders groß. Der Molekülbau ist durch diese Gruppen stark geprägt. Hier fallen deshalb die Unterschiede im Siedepunkt auch am größten aus. Mit steigender Kettenlänge und Molekülgröße nimmt die ..... der Chloratoms und der Hydroxylgruppe ab. Der Molekülbau und die Moleküleigenschaften werden zunehmend durch den ..... geprägt. Ob bei langen Molekülen noch eine OH-Gruppe oder ein Chloratom anhängt, wird für die Siede- und Schmelzpunkte zunehmend irrelevant. Die Kurven gleichen sich an. Auch flachen alle drei Kurven ab. Gerade bei den kleinen Molekülen macht es einen relativ großen Unterschied, wenn ein C-Atom hinzu kommt. So liegt bei ..... der Siedepunkt schon ca. 70 °C höher als bei Methan. Bei n-Decan liegt der Siedepunkt nur noch ca. 20 °C über dem von .....

5. Löslichkeitsverhalten von Alkoholen									
	<b>CH<sub>3</sub>-OH</b>	<b>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>-OH</b>	<b>C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-OH</b>	<b>C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>-OH</b>	<b>C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>-OH</b>	<b>C<sub>6</sub>H<sub>13</sub>-OH</b>	<b>C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>-OH</b>	<b>C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>-OH</b>	<b>C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>-OH</b>
<b>Löslichkeit in Wasser</b>	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	77 g/L	22 g/L	5,9 g/L	1,00 g/L	0,54 g/L	0,13 g/L
<b>Löslichkeit in n-Heptan</b>	49 g/L	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis	in jedem Verhältnis

**5.1** Füllen Sie den Lückentext mit folgenden Worten: *hydrophile, hydrophobe, polare, unpolaren, Dichte, Phasengrenze, homogene, van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen*

Bei kurzkettigen Alkoholen ist die Bedeutung der OH-Gruppe für die Moleküleigenschaften noch groß. Die....., die diese funktionelle Gruppe mit dem Wasser ausbilden kann, reichen aus, um eine..... Lösung entstehen zu lassen. Es handelt sich also um..... Verbindungen. Bei längerkettigen Alkoholen verliert die OH-Gruppe für die Moleküleigenschaften an Bedeutung. Die Verbindungen haben zunehmend..... Eigenschaften, die Wasserlöslichkeit sinkt. In Wasser gegeben, kommt es zu einer Trennung: Wassermoleküle und die Alkoholmoleküle bleiben jeweils unter sich. Sie können mit ihresgleichen mehr und stärkere Wechselwirkungen eingehen als zu der anderen Komponente. Mit dem Auge kann man eine....., also eine Grenzfläche zwischen den beiden Phasen sehen. Aufgrund der geringeren..... schwimmt die die Alkoholphase oben.

Schon ein relativ kurzer Alkylrest reicht aus, um Alkohole in jedem Verhältnis mit Alkanen, beispielsweise mit Benzin, mischen zu können. Die....., die diese Moleküle mit den ..... Alkanmolekülen eingehen, sind ähnlich stark wie diejenigen, die die Moleküle untereinander und die Alkanmoleküle untereinander eingehen können. Mit dem Auge ist in solchen Fällen keine Phasengrenze zu beobachten, denn es ist eine homogene Lösung, also ein einphasiges Gemisch.

Nur die Methylgruppe des Methanols ist so klein, dass die gesamte Verbindung deutlich stärker durch die OH-Gruppe geprägt ist. Es handelt sich um eine stark ..... Verbindung. Methanol löst sich in jedem Verhältnis in Wasser aber eben nicht in Benzin.

## 6. Typische Reaktionen von und zu Alkoholen

**6.1** Ergänzen Sie überall die fehlenden Reaktionsgleichungen.

### 6.1 Brennbarkeit

Wie nahezu alle organischen Verbindungen deren C-Atome nicht die höchstmögliche Oxidationszahl von + IV erreicht haben, sind Alkohole brennbar. Beispiele:

- Ethanol:
- Propantriol:
- allg. Alkohol:  $C_nH_{2n+1}OH$

### 6.2 Substitution durch Nucleophile

Das OH-Gruppentragende C-Atom trägt eine positive Partialladung. Es ist positiv polarisiert. An diesem C-Atom können deshalb Teilchen angreifen, die selbst partial oder

vollständig negativ geladen und deshalb Ladungsdichte dem Bindungspartnern zur Verfügung stellen können. Solche Teilchen werden **Nucleophile** genannt, wörtlich übersetzt, handelt es sich um kernliebende Teilchen (lat:

nucleus = Atomkern). Der Atomkern ist ja auch positiv geladen. Beispiele für Nucleophile: Halogenid-Ionen ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  etc.),  $\text{OH}^-$  aber auch  $^-\delta\text{NH}_3$  und  $^-\delta\text{OH}_2$

Durch den Angriff des nucleophilen Teilchens wird die OH-Gruppe des Alkohols abgespalten und durch das Nucleophil ersetzt. Wegen dieses Mechanismus, spricht man auch von einer **nucleophilen Substitution**.

Das allgemeine Schema einer nucleophilen Substitution lautet:



Sehr häufig erfordert die Reaktion Katalysatoren, die -X beim Verlassen des Moleküls unterstützen und den nucleophilen Angriff erleichtern. Die Reaktionsgleichung oben stellt also nur eine Zusammenfassung dar, der Mechanismus der nucleophilen Substitution ist deutlich komplizierter.

### 6.2 Formulieren Sie die Bruttoreaktionsgleichung folgender nucleophilen Substitutionen:

- Salzsäure ( $\text{HCl}_{\text{aq}} = \text{H}_3\text{O}^+$  +  $\text{Cl}^-$ ) an 2-Propanol

- Natriumbromid an 2-Methylpropan-2-ol

### 6.3 Eliminierung von Wasser: Dehydratisierung

Zwar entsteht beim Ansäuern von 2-Propanol das 2-Chlorpropan. Durch Konkurrenzreaktionen entstehen jedoch auch weitere Produkte. Das ist typisch für organische Reaktionen! Deshalb muss das Reaktionsgemisch anschließend auch aufgearbeitet und die gewünschten Produkte vom Rest abgetrennt werden. Säuert man 2-Propanol an, beispielsweise mit Salzsäure kann es auch zur Dehydratisierung, also der Eliminierung von Wasser kommen:

Buttortk.gl der angesprochenen Dehydratisierung:

### 6.4 [Mit Lehrkraft] Die Deprotonierung von Alkoholen zu Salzen: Die Alkoholate.

### 6.5 [Mit Lehrkraft] Kondensationsreaktion zwischen Alkoholmolekülen führt zu einer neuen Stoffklasse, doch davon später.....

### 6.6 [Mit Lehrkraft] Aufoxidation von Alkoholen zu neuen Stoffklassen. Doch auch davon, später....