Alkohole – Aliphatische Verbindungen mit Hydroxylgruppe TO

cc BY NC SA
↓: laborberufe.de

1. Definition von Alkoholen. Definition von Alkanolen.

Allgemein sind **Alkohole** organische Verbindungen, die Hydroxylgruppen (–O–H) als ***funktionelle Gruppen*** an *aliphatischen (=)* C-Atomen tragen:

1.2 *Beispiele für Alkohole, die keine Alkanole sind.*

Alkohole, die sich von Alkanen ableiten, in dem genau *eine* OH-Gruppe an einen gesättigten C-Atom angehängt ist, werden ***Alkan*-ole** genannt.

1.1 *Beispiele für Alkohole, die zu den Alkanolen gehören:*

Darüber hinaus existieren organische Verbindungen, bei denen die Hydroxylgruppe an einem Aromaten hängt. Die wichtigste Verbindung ist hier das ***Phenol (C_6H_5-OH)***.

2. Nomenklatur einfacher und mehrwertiger Alkohole und ERLENMEYER-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.*

Die Erfahrung zeigt, dass Moleküle mit mehr als einer OH-Gruppe an einem C-Atom meist instabil sind und zur ***Eliminierung* von H_2O** neigen **(ERLENMEYER-Regel)**.

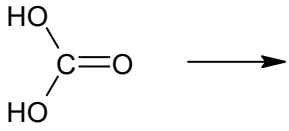
Beispiel: Zerfall des instabilen 1,1-Ethandiols:

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

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

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

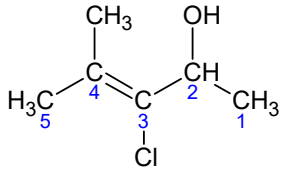
2.3 *Auch für Kohlensäure gilt die ERLENMEYER-REGEL: Sie neigt zum Zerfall. Vervollständigen Sie die Reaktionsgleichung:*



Kohlensäure

3. Weitere Nomenklaturegeln für komplizierter gebaute Verbindungen mit OH-Gruppe

Nomenklaturbeispiel



3-Chlor-4-methyl-pent-3-en-2-ol

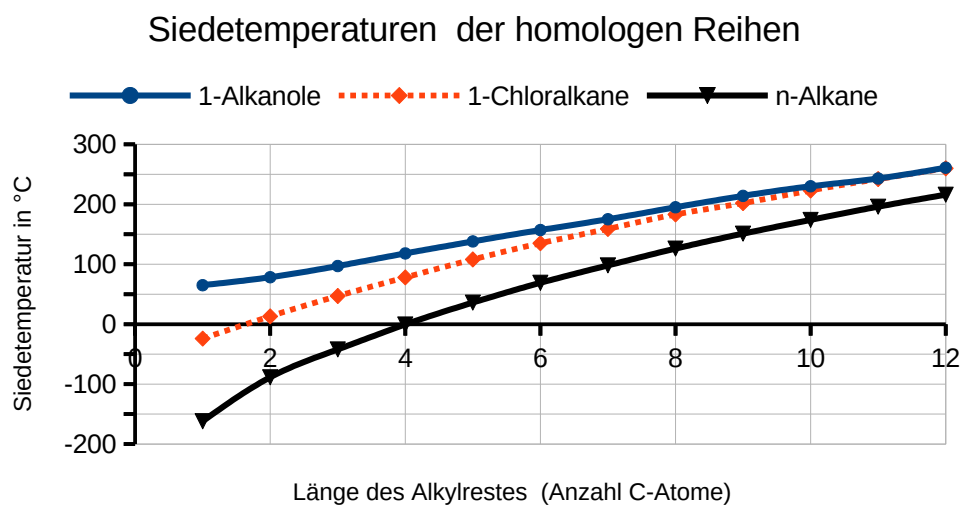
3.1 *Stellen Sie anhand des Beispiels weitere fundamentale Nomenklaturregeln auf.*

3.2 *Zeichnen und benennen Sie die acht isomeren Pentanole (in (Halb-)-Strukturformeln und 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



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

- ***moodle (werbefrei)***
- ***Videoplattform:*** ***https://youtu.be/WosaPkTpAII***

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, die *intermolekularen anziehenden Wechselwirkungen*, 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

	CH_3-OH	C_2H_5-OH	C_3H_7-OH	C_4H_9-OH	C_5H_{11}-OH	C_6H_{13}-OH	C_7H_{15}-OH	C_8H_{17}-OH	C_9H_{19}-OH
Löslichkeit in Wasser	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
Löslichkeit in n-Heptan	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

Bereich für Erklärungen mit Strukturformeln

4.1 *Füllen Sie den Lückentext mit folgenden Worten: Ethanol, Propan-1-ol, 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 längerkettigen Alkoholmoleküle 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.

Die Alkohole …… und ……. können sich in jedem Verhältnis mit Wasser und Benzin zu mischen. Sie können daher als Universallösungsmittel genutzt werden. Sie haben gleichbedeutende hydrophoben und hydrophilen Teil im Molekül und vereinen deshalb beide Eigenschaften. Solche Verbindungen werden **Amphiphile** genannt, man spricht auch von **amphiphilen Eigenschaften**.

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

Hier sind nur einige wenige Reaktionswege der Alkohole genauer aufgeführt.

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

6.1 Brennbarkeit

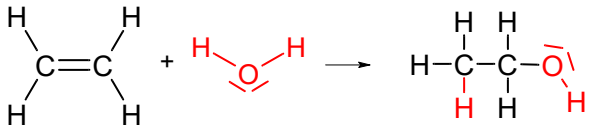
Wie nahezu alle organischen Verbindungen deren C-Atome nicht die höchstmögliche Oxidationszahl von + IV erreicht haben, sind Alkohole gut brennbar und auch als Treibstoffe in Verbrennungsmotoren geeignet. Beispiele:

- Ethanol (in Strukturformeln):
- Propantriol (in Summenformeln):
- allg. Alkanol: $C_nH_{2n+1}OH$

6.2 Eliminierung von Wasser: Dehydratisierung

Wir wissen bereits, dass die Hydroxylgruppe (…-OH) durch eine Addition von H_2O (an eine C=C-Doppelbindung eingeführt werden kann. Mit anderen Worten: **Alkene lassen sich zu Alkoholen hydratisieren!**

Beispiel: Hydratisierung von Ethen:



Es ist aber auch genau die umgekehrte Reaktion möglich: Alkohole lassen sich zu Alkenen ***<u>de</u>**-hydratisieren:* Aus einem Molekül wird die OH-Gruppe eines C-Atoms und das H-Atom eines dazu benachbarten C-Atoms entfernt. Dabei entsteht eine Doppelbindung zwischen den C-Atomen. Die Entfernung in Form eines kleinen Moleküls unter Ausbildung einer Doppel- oder Dreifachbindung wird Eliminierung genannt. Wir merken uns: **Die Dehydratisierung von Alkoholen führt in einer Eliminierungsreaktion zu den Alkenen.**

***6.2** Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Dehydratisierung von Propan-2-ol:*

Merke

Alkohole wie Ethanol und Propan-2-ol können durch Gärung in großen Mengen durch Hefen und Bakterien gebildet werden. Die Substrate, die diese Lebewesen vergären sind ebenfalls biologischen Ursprungs, beispielsweise Zucker oder Stärke. Sogar fasrige Pflanzenabfälle können vergoren werden. So gewonnene Alkohole können beispielsweise als **Bioethanol** direkt als Treibstoff eingesetzt oder fossilen Brennstoffen zugemischt werden. Aber gerade auch die Dehydratisierung dieser Alkohole zu Kohlenwasserstoffen (Alkenen) ist ebenfalls sehr vielversprechend: Konventionelle Kohlenwasserstoffe fossilen Ursprungs aus Erdgas und Erdöl lassen sich durch aus Biomasse gewonnenen Verbindungen ersetzen.

6.3 Kondensationsreaktion und Aufoxidation von Alkoholen führen zu neuen Stoffklassen. Doch davon, später....

Optional: 6.4 Reaktion von Alkoholen mit konz. Salzsäure (als Nucleophil)

Optional: 6.5 Reaktion von Alkoholen mit Alkalimetallen

[mit Lehrkraft] Platz für zusätzliche Aufschriebe zu 6.4 und 6.5

[mit Lehrkraft] Platz für zusätzliche Aufschriebe