Übungen zu Alkoholen und Ethern

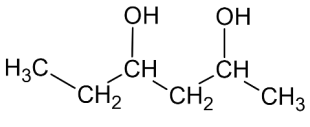
: laborberufe.de

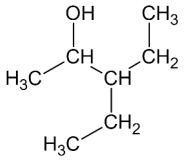
1. Reaktionen von und zu Alkoholen und deren Eigenschaften

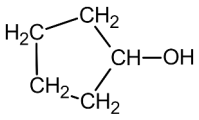
Wichtige Schlagworte: Benennung, homologe Reihe der *Alkan*ole, prim., sek. und tertiäre Alkohole, mehrwertige Alkohole, ERLENMEYER-Regel, Zusammenhang mit Lösungseigenschaften, Schmelz- und Siedepunkt, süßer Geschmack. Herstellung: Gärung, Hydratisierung, (Alkoholate: Eigenschaften und Herstellung).

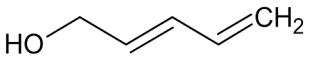
- **Tipps zum Lösen der Einzelaufgaben: Video im moodle-Kurs der Carl-Engler-Schule**
- **Nicht verfrüht Tipps oder Musterlösung aufrufen. Zuerst alleine probieren!**

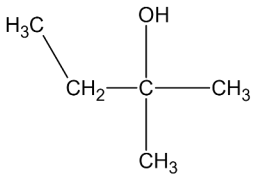
1.1 Benennen Sie dann die Alkohole a) bis i) mit systematischem Namen

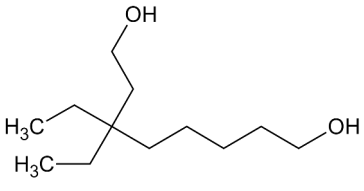
a) 

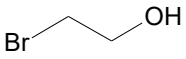
b) 

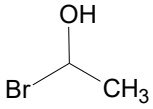
c) 

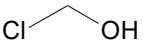
d) 

e) 

f) 

g) 

h) 

i) 

1.2 Geben Sie die Strukturformeln von drei tertiären Alkoholen incl. systematischem Namen an.

1.3 Geben Sie Strukturformeln und systematischen Namen von drei dreiwertigen Alkoholen an.

1.4 Zuckerfreier Kaugummi enthält als süß schmeckenden Zuckerersatzstoff eine Verbindung mit dem Trivialnamen Xylit. Eine Analyse ergab die Summenformel $C_5H_{12}O_5$. Schlagen Sie eine Strukturformel vor und geben Sie den dazugehörigen systematischen Namen an

1.5 Bei der *Dehydratisierung* (= Entzug von Wasser) von 3-Methylhexan-3-ol können verschiedene Alkene entstehen.

a) Geben Sie die Strukturformel des Ausgangsstoffs an.

b) Geben Sie die möglichen Strukturformeln der Alkene an und benennen Sie die Verbindungen.

1.6 20 g *Glycerin* wird in Sauerstoffatmosphäre vollständig verbrannt. Notieren Sie die Reaktionsgleichung und berechnen Sie die Massen der Ausgangsstoffe und Endprodukte. Hinweis: Glycerin = Propantriol, also der einfachste dreiwertige Alkohol.

1.7 gestrichen. [Substitutionsreaktionen von und zu Alkoholen werden in der TO nicht behandelt].

1.8 gestrichen. [Substitutionsreaktionen von und zu Alkoholen werden in der TO nicht behandelt].

1.9 gestrichen [Substitutionsreaktionen von und zu Alkoholen werden in der TO nicht behandelt].

1.10 Cyclohexanol kann durch eine *Hydratisierung* hergestellt werden. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung in Strukturformeln.

1.11 Formulieren Sie den Inhalt der ERLENMEYER-Regel in Textform und geben Sie ein Beispiel als Reaktionsgleichung an.

1.12 Ethanol wird industriell über eine Gärung aus Zuckers (z.B. $C_6H_{12}O_6$) synthetisiert. Geben Sie die Reaktionsgleichung an.

1.13 Erklären Sie an einem Alkohol Ihrer Wahl, was mit dem Begriff *amphiphil* gemeint ist.

1.14 *[Wenn im Unterricht Alkoholate behandelt wurden]*: Prüfen Sie anhand der Reaktionsgleichung, ob die Herstellung von Natriumethanolat eine Redox-Reaktion darstellt.

2. Ab hier können sich die Aufgaben auch auf Ether beziehen

- **Tipps zum Lösen der Einzelaufgaben: Video im moodle-Kurs der Carl-Engler-Schule**
- **Nicht verfrüht Tipps oder Musterlösung aufrufen. Zuerst alleine probieren!**

2.1 C_2H_6O

a) 10 g Ethanol werden vollständig verbrannt. Geben Sie die Stoffmengen der entstehenden Produkte an.

b) Verbrennt man 10 Gramm eines anderen organischen Stoff, so entstehen exakt die gleichen Produkte und Stoffmengen wie bei Teilaufgabe a). Welche Gemeinsamkeit muss der Stoff mit Ethanol besitzen? Schlagen Sie eine Strukturformel vor und notieren Sie den Namen.

c) Ordnen Sie die folgenden Eigenschaften einem der beiden Stoffe begründet zu.

I) Sdp = 78 °C, Sdp = - 25 °C II) in Wasser mäßig löslich (70g/L); in Wasser vollständig löslich

2.2 $C_4H_{10}O$

a) Geben Sie die Strukturformeln aller sieben Stoffe mit der Summenformel $C_4H_{10}O$ an (Alkohole + Ether). Benennen Sie 5 der Verbindungen mit systematischem Namen.

b) Die Siedepunkte der Verbindungen lauten: 31 °C, 35 °C, 39 °C, 83 °C, 99 °C, 108 °C und 118 °C

I. Erklären Sie warum die Ether deutlich niedrigere Siedepunkte besitzen als die Alkohole. Ordnen Sie den Wert Sdp = 31 °C dem passenden Ether zu.

II. Ordnen Sie die Werte 118 °C und 83°C den passenden Alkoholen zu.

2.3 gestrichen. [Substitutionsreaktionen von und zu Alkoholen werden in der TO nicht behandelt].

2.4 Ein Gemisch aus Ethanol und Propan-2-ol wird zur Einleitung von Kondensationsreaktionen mit Salzsäure angesäuert und gekocht.

a) Geben Sie die Strukturformeln aller möglichen Kondensationsprodukte an!

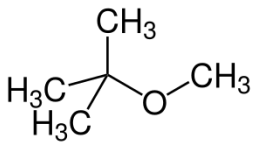
b) Beim Ethanol kann es auch zu einer (säurekatalysierten) Eliminierung von Wasser kommen. Notieren Sie das Reaktionsprodukt.

2.5* [Optional auf L-Anweisung] **Alkoholate** sind die Salze der Alkohole. Sie entstehen, wenn aus der Hydroxylgruppe der Alkohole ein Proton abspalten wird. *allgemeine Strukturformel der Natriumalkoholate*: $Na^+ \ ^-O\text{-}R$. *Alkoholat-Anionen* sind starke Basen. Welches Produkt entstehen, wenn man das Salz Natriumethanolat in Wasser löst? Begründen Sie mit einer Reaktionsglichung.

2.6 Natrium-propanolat ($Na^+ \ ^-O\text{-}R$) entsteht, wenn man in den entsprechenden Alkohol metallisches Natrium gibt. Dabei entsteht auch Wasserstoff. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung in Strukturformeln und zeigen Sie, dass es sich um eine Redox-Reaktion handelt. Welcher Stoffe wird oxidiert und welcher reduziert?

2.7 Stellt die Reaktion von Ethanol zu Diethylether über eine Kondensationsreaktion eine Redox-Reaktion dar? Begründen Sie!

2.9 Ergänzen Sie die Tabelle und interpretieren Sie die Werte

	Dimethylether	**Diethylether**	**Methyl-*tert*.-butylether**	**Di-*n*-butylether**
Skelettformel oder Halbstrukturformel				
Molare Masse in g/mol	46			130
max. Löslichkeit in Wasser in mol/L	1,52	0,81		0,0023
max. Löslichkeit in Wasser in g/L	70	60	26	

Video mit Tipps zum Lösen im Moodle-Kurs

Musterlösungen finden Sie unter www.laborberufe.de

Lösungshinweise

Zum Einstieg: youtube-Videos zu Alkoholen

- Einfache Grundlagen, primäre, sekundäre, tertiäre Alkohole: https://www.youtube.com/watch?v=gar0bkf9c14
- mehrwertige Alkohole und aromatische Alkohole (Phenole): https://www.youtube.com/watch?v=qKqHclWxUs4

1.1

a) Hexan-2,4-diol

b) 3-Ethyl-pentan-2-ol: MERKE: Die OH-Gruppe hat in der Nummerierung Priorität

c) Cyclopentanol

d) 2,4-Pentadien-1-ol: MERKE: Die OH-Gruppe hat in der Nummerierung Priorität

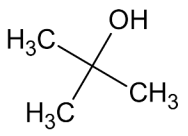
e) 2-Methyl-butan-2-ol

f) 3,3-Diethyl-octan-1,8-diol

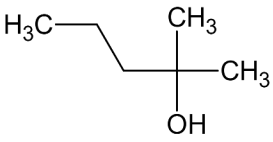
g) 2-Brom-ethan-2-ol: MERKE: Die OH-Gruppe hat in der Nummerierung Priorität.

h) Brommethanol: MERKE: Wenn die Bezeichnung auch ohne Lokanten eindeutig ist, werden sie nicht angegeben.

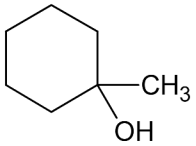
1.2



2-Methyl-2-Propanol

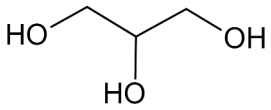


2-Methyl-2-Pentanol

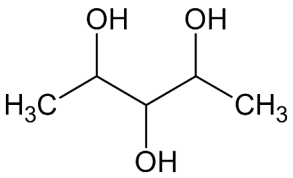


1-Methyl-Cyclohexanol

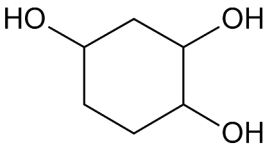
1.3



Propantriol



Pentan-2,3,4-triol



Cyclohexan-1,2,4-triol

1.4

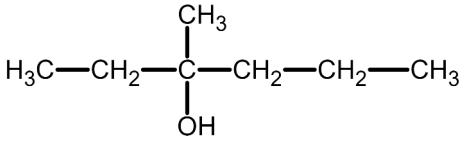
Mehrwertige Alkohole besitzen einen süßen Geschmack!

Wegen der ERLENMEYER-Regel können die Alkohole an einem C-Atom i.d.R. nicht mehrere OH-Gruppen gleichzeitig tragen. Eine alkoholische Verbindung mit der Summenformel $C_5H_{12}O_5$ zeigt damit, dass jedes C-Atome eine solche OH-Gruppe trägt, weil sowohl bei C als auch bei O der Index 5 beträgt: $C_{\underline{5}}H_{12}O_{\underline{5}}$

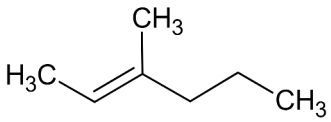
Es handelt sich um Pentan-pentaol. Halbstrukturformel: $CH_2(OH)$-$CH(OH)$-$CH(OH)$-$CH(OH)$-$CH_2(OH)$

1.5

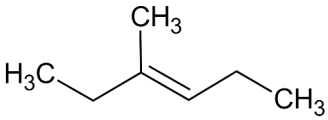
a)



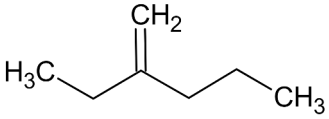
b)



3-Methyl-hex-2-en



3-Methyl-hex-3-en



2-Ethyl-1-Pent-1-en

Nicht berücksichtigt ist dabei, dass es auch noch *E/Z*-Isomere (*cis/trans*-Isomere) dieser Verbindungen geben kann.

1.6

Bei der *vollständigen* Verbrennung von Verbindungen die aus C, H und O bestehen, entstehen als Reaktionsprodukte immer CO_2 und H_2O:

Reaktionsgleichung: 2 $C_3H_8O_3$ + 7 O_2 → 8 H_2O + 6 CO_2

Berechnung der Stoffmenge Glycerin (Propantriol)

$$n(Gly) = \frac{m(Gly)}{M(Gly)} \Rightarrow n(Gly) = \frac{20g}{92\frac{g}{mol}} = 0,21739mol$$

.

Berechnung der Stoffmengen und Massen der übrigen Reaktionspartner

Laut Reaktionsgleichung werden für die Verbrennung von 2 Molekülen $C_3H_8O_3$ genau 7 Moleküle O_2 verbraucht (also 7/2 = 3,5 mal so viel). Bei der Verbrennung von 0,21739 mol $C_3H_8O_3$ werden

$n(O_2) = \frac{7}{2} \cdot 0,21739mol = 0,76087mol$ O_2 verbraucht. Das entspricht folgender Masse:

$$m(O_2) = M(O_2) \cdot n(O_2) \Rightarrow m(O_2) = 32\frac{g}{mol} \cdot 0,76087mol = 24,35g$$

Laut Reaktionsgleichung werden für die Verbrennung von 2 Molekülen $C_3H_8O_3$ genau 7 Moleküle H_2O gebildet (also 8/2 = 4 mal so viel). Bei der Verbrennung von 0,21739 mol $C_3H_8O_3$ werden

$n(H_2O) = \frac{8}{2} \cdot 0,21739mol = 0,86956mol$ H_2O gebildet. Das Entspricht folgender Masse:

$$m(H_2O) = M(H_2O) \cdot n(H_2O) \Rightarrow m(H_2O) = 18\frac{g}{mol} \cdot 0,86956mol = 15,65g$$

Laut Reaktionsgleichung werden für die Verbrennung von 2 Molekülen $C_3H_8O_3$ genau 6 Moleküle CO_2 gebildet (also 6/2 = 3 mal so viel). Bei der Verbrennung von 0,21739 mol $C_3H_8O_3$ werden

$n(CO_2) = \frac{6}{2} \cdot 0,21739mol = 0,65217mol$ H_2O gebildet. Das entspricht folgender Masse:

$$m(CO_2) = M(CO_2) \cdot n(CO_2) \Rightarrow m(CO_2) = 44\frac{g}{mol} \cdot 0,65217mol = 28,70g$$

Rkt.Gleichung	2 $C_3H_8O_3$	+	7 O_2	→	8 H_2O	+	6 CO_2
Stoffmenge	0,21739 mol		0,76087 mol		0,86956 mol		0,65217 mol
Massen	20,00 g		24,35 g		15,65 g		28,70 g

1.7

gestrichen

1.8

gestrichen

1.9

Phenol ist ein Aromat. Der aromatische Ring ist reaktionsträge und wegen den ausladenden Elektronenwolken von 3 Elektronenpaaren nicht durch Nucleophile angreifbar. Nicht alle Reaktionen, die auf dem Papier möglich sind, finden also auch statt!

- .

1.10

Hier nur Lösungshinweise. Reaktionen selbst formulieren. Hydratisierung von Cyclohexen

1.11

Zwillings-OH-Gruppen (geminale OH-Gruppen) neigen zur Eliminierung von H_2O, weshalb Moleküle mit mehr als 2 OH-Guppen an einem C-Atom in der Regel instabil sind (mit wenigen ausnahmen).
So entsteht aus Ethan-1,1-diol durch Dehydratisierung Ethanal.

2.1

a) Organische Stoffe aus C, H und O ($C_xH_yO_z$) verbrennen bei vollständiger Verbrennung mit Luftsauerstoff zu CO_2 und H_2O

b) Der Stoff muss dieselbe atomare Zusammensetzung haben, also auch C_2H_6O. Es handelt sich um Dimethylether:

$H_3C\text{-}O\text{-}CH_3$

c) Ether können mit ihresgleichen keine Wasserstoffbrückenwechselwirkungen eingehen, weil ihnen ein polar gebundenes H-Atom fehlt (O-H-, N-H-, F-H- oder Cl-H-Bindung). Deshalb besitzen sie einen niedrigeren Siedepunkt als Stoffe vergleichbarer Kettenlänge/Molekülmasse, die untereinander H-Brücken-Wechselwirkungen eingehen können. Wohl können sie aber der passive H-Brücken-Bindungspartner sein, wenn ein andersartiges Molekül ein polar gebundenes H-Atom stellt, z.B. Wasser: $HOH\cdots O(CH_3)_2$. Deshalb lösen sich kleinere Ether noch relativ gut in Wasser (immerhin z.B. 70 g/L). Beim Versuch mehr des Ethers in Wasser zu lösen, beginnt sich eine Phasengrenze auszubilden. Die Löslichkeit ist überschritten. Das zum Dimethylether isomere Ethanol ist hingegen polar genug, um sich in jedem Verhältnis in Wasser zu lösen. Es ist übrigens auch unpolar genug, dass es sich auch in jedem Verhältnis in n-Alkanen löst, z.B. in n-Hexan oder in Benzin (Alkangemisch). Mit anderen Worten: Ethanol ist amphiphil. Es ist ein Universallösungsmittel.

siehe auch: https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffbr%C3%BCckenbindung

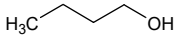
siehe auch: https://www.youtube.com/watch?v=lO_NSF1PeVI

2.2

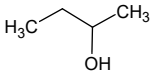
Bei vergleichbaren Molekülmassen und funktionellen Gruppen gilt (z.B. Isomere mit denselben funktionellen Gruppen) gilt: **Je verzweigter ein Molekül, desto kugelförmiger ist es gebaut und desto kleiner ist die Kontaktfläche zwischen den Molekülen**. Dipole können nicht mehr so gut im Nachbarmolekül induziert werden. van-der-Waals-Kräfte sinken. Siede- und Schmelzpunkte sinken.

einfaches Beispiel: n-Butan: Sdp: 0°C 2-Methylpropan: Sdp: -12 °C

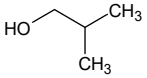
- Das gilt auch für die Alkohole und die Ether: Butan-1-ol hatden höchsten Sdp, der Alkoholem 2-Methyl-propan-2-ol den niedrigsten.
- Di-isopropylether *(Name brauchen Sie nicht können)*: Da es der verzweigteste Ether ist, hat er den niedrigsten Sdp. der Ether.



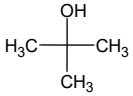
Butan1-ol,
Sdp: 118 °C



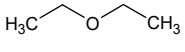
Butan-2-ol,
Sdp: 99 °C



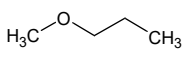
2-Methyl-propan-1-ol,
Sdp: 108 °C



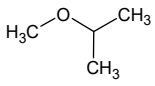
2-Methyl-propan-2-ol,
Sdp: 83 °C



Diethylether,
Sdp: 35°C



Methyl-propyl-ether,
Sdp: 39 °C



Name irrelevant
(Isopropylether, Sdp: 31 °C)

2.3

gestrichen. [Substitutionsreaktionen von und zu Alkoholen werden in der TO nicht behandelt].

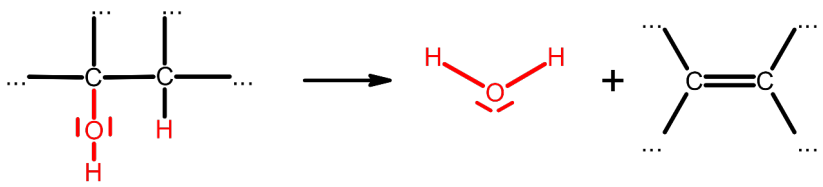
2.4 Ethersynthesen

a) Es entstehen nicht nur die symmetrischen Ether $R_1\text{-}O\text{-}R_1$ und $R_2\text{-}O\text{-}R_2$, sondern auch der asymmetrische Ether: $R_1\text{-}O\text{-}R_2$.

- Ethanol + Ethanol → entsprechender Ether + H_2O
- Ethanol + Propan-2-ol → entsprechender Ether + H_2O
- Propan-2-ol + Propan-2-ol → entsprechender Ether + H_2O

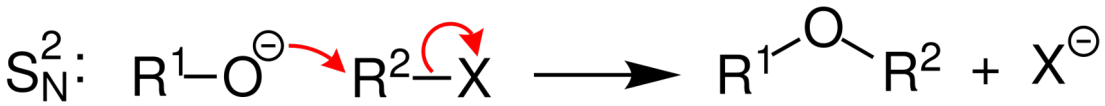
b) Wir erinnern uns. Eine **Eliminierung von Wasser** wird auch als **Dehydratisierung** bezeichnet. Bei Eliminierungen spalten sich zwei benachbarten Molekülgruppen ab, unter Ausbildung einer Doppelbindung.

Hier spaltet sich also die -OH-Gruppe mit einem H-Atom eines benachbarten C-Atoms ab. Es bildet sich eine C=C-Doppelbindung.



2.5

Hinweis: Oft werden die freien Elektronnepaare weggelassen (so wie in unterer Abbildung). Ergänzen Sie in folgender Abb. die freien Elektronenpaare und prüfen Sie, ob die angegebenen Ladungen an den Atomen zutreffen.



Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Williamson-Ethersynthese

2.6

Hier muss man sich erinnern was Basen sind. Das sind Stoffe, die Protonen (Wasserstoffatome, denen man das Elektron weggenommen hat). aufnehmen können. Alkoholate ($R\text{-}O^-$) entreißen H_2O ein Proton (H^+).

$R\text{-}O^- + H_2O \rightarrow R\text{-}OH + OH^-$

2.7

Wenn sich die Oxidationszahlen von Elementen ändern, ist es eine Redox-Reaktion. Wie man die ermittelt, haben wir immer wieder behandelt.

Wenn Sie es nicht mehr wissen: https://www.youtube.com/watch?v=YGZlRZBbJmo

Schauen Sie also, ob sich die OZ von O ändert, oder die von C-Atomen (Mittelwert bilden!) oder die von H-Atomen.