

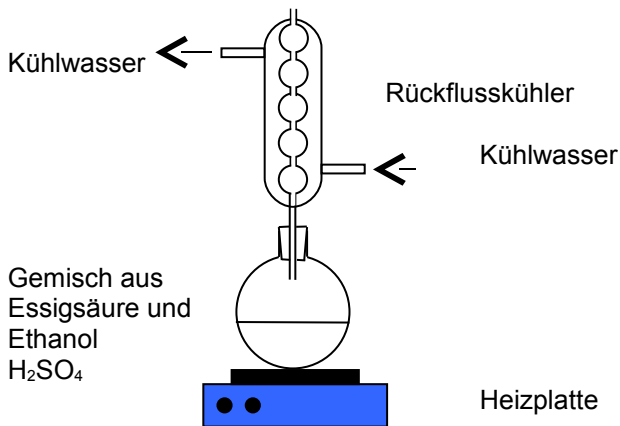
Kapitel 12: Ester

Inhalt

Kapitel 12: Ester.....	1
Inhalt.....	2
Versuche mit Estern.....	3
Veresterungen im RG.....	3
a) Ester aus anorganischen Säuren.....	3
b) Birnenaroma.....	3
Was sind Ester?.....	4
Beispiele für Veresterungen.....	7
Komplexe Ester: Fette und Öle.....	7

Versuche mit Estern**1. Darstellung von Essigsäureethylester**

In einem Rundkolben werden 50ml Ethanol und 50ml sowie 10ml konz. Schwefelsäure werden ca. 5 min. erhitzt.



Das Erhitzen geschieht aus Sicherheitsgründen mit einer elektrischen Heizplatte. Wenn die Reaktion abgelaufen und abgekühlt ist wird alles aus dem Kolben in ein Becherglas mit Wasser erhitzt

B: Ein flüssiges Produkt entsteht

S: Es entsteht Essigsäureethylester, welcher sehr flüchtig ist.

Zusatzversuch: in Essigsäureethylester kann leicht Styropor aufgelöst werden.

Veresterungen im RG**a) Ester aus anorganischen Säuren**

V: 1ml Ethanol + 3ml konz. Schwefelsäure werden über der Brennerflamme erwärmt.

S: Es bildet sich Ethylschwefelsäureester, welcher einen typischen Estergeruch hat.

b) Birnenaroma

V: Zu 3ml Pentanol werden 3 ml halbkonzentrierter Essigsäure und wenige Tropfen konz. Schwefelsäure zugefügt. Dann wird alles kurz erwärmt. (Wegen der brennbaren Dämpfe nicht erhitzen!)

S: Es entsteht Essigsäurepentylester (naturidentischer Aromastoff), welcher ein Hauptbestandteil von Birnenaroma ist.

c) Nelkenaroma

V: Zu einer Spatelspitze Benzoesäure werden geringe Mengen (ca. 3ml) Ethanol sowie wenige Tropfen Schwefelsäure gegeben.

S: Es ist der naturidentische Aromastoff Benzoesäureethylester entstanden

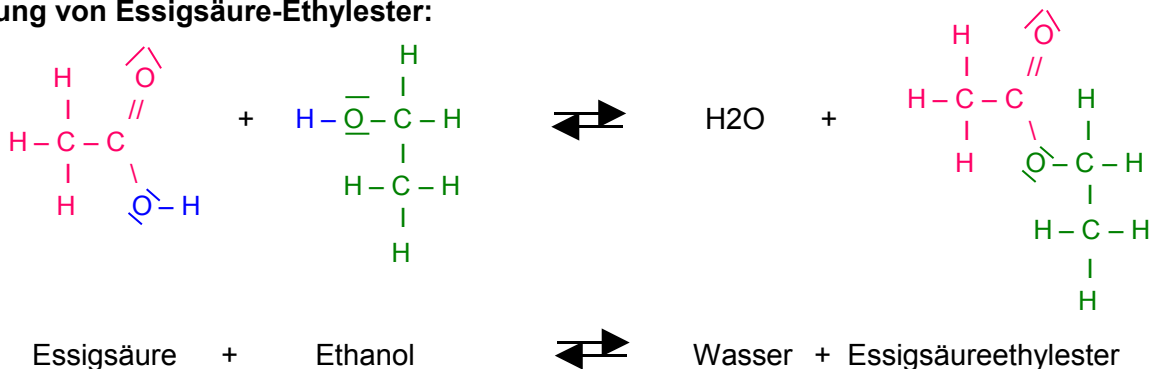
Was sind Ester?

Ester sind Verbindungen mit der funktionellen Gruppe $R_1\text{-COOR}_2$ (R_1 =Rest 1; R_2 =Rest 2)

Ester entstehen bei der Reaktion einer organischen Säure¹ und eines Alkohols. Dabei wird immer Wasser abgespalten (=Kondensation bzw. Hydrolyse genannt).

Das Wort Ester ist aus der Bezeichnungen Essig-Äther abgeleitet (von Ethylacetat), diese Substanz ist kaum wasserlöslich (v.a. im Vergleich zur Essigsäure), aber ihre Dämpfe haben eine ähnlich betäubende Wirkung wie Diethylether.

Bildung von Essigsäure-Ethylester:



Diese Reaktion wird Veresterung genannt. Sie entspricht einer nukleophilen Addition². Veresterungen laufen nicht einfach durch, solange bis kein Ausgangsstoff vorliegt (wie z.B. es bei einer Verbrennung der Fall wäre). Es findet immer auch eine Rückreaktion der Produkte zu den Ausgangsstoffen statt. Man spricht auch von einer Rückreaktion. (Da Seife (welche aus langkettigen Fettsäuren besteht) über eine ähnlichen Rückreaktion hergestellt wird, spricht man bei der Rückreaktion der Veresterung auch von „Verseifung“ bzw. Verseifungsreaktion.

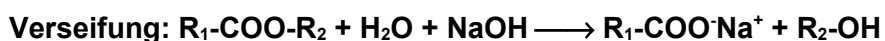
Nach einiger Zeit stellt sich also innerhalb des Reaktionsgemisches ein so genanntes chemischen Gleichgewicht ein. In diesem Zustand liegen alle vier Stoffe gleichzeitig vor.

Bei Veresterungen findet immer auch eine Rückreaktion statt.

Benannt werden Ester

- entweder korrekt nach den beiden Komponenten und der funktionellen Gruppe: \Rightarrow Ethylethanoat
- nach dem Prinzip „Rest des Alkohols“ mit -yl (also hier Ethyl) + Grundkörper der Säure (= Ethan) und der Endung „oat“ gebildet.
- manchmal auch durch Trivialnamen, die sich in der Regel aus den Trivialnamen der Salze der Säuren ableiten: Methylacetat (=Essigsäuremethylester), Ethylbutyrat (=Buttersäureethylester) u.a.

Bei der Seifenherstellung ist man natürlich an einer hohen Produktausbeute interessiert, so dass chemische Gleichgewichte störend sind. Deshalb spaltet man den Ester durch Kochen mit Lauge. Dadurch kommt es zur Neutralisation der Hydroxidionen mit den Protonen der Säuren. Dadurch wird eine Weiterreaktion der Säure unmöglich gemacht, so dass die Esterspaltung dann praktisch vollständig verläuft



¹ es gibt auch Ester von anorganischen Säuren (z.B. Phosphorsäure, Borsäure).

² zuerst greift der Alkohol an das partial positive Kohlenstoffatom der Carboxylgruppe an.

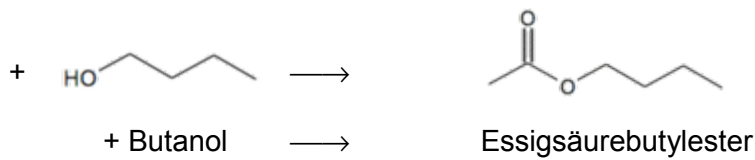
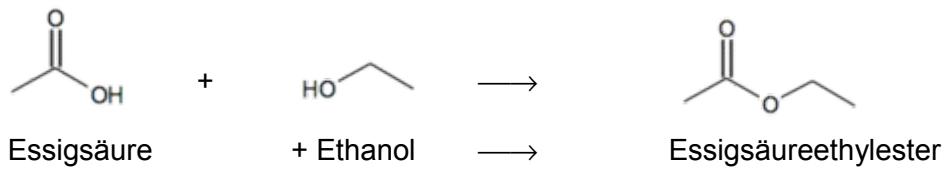
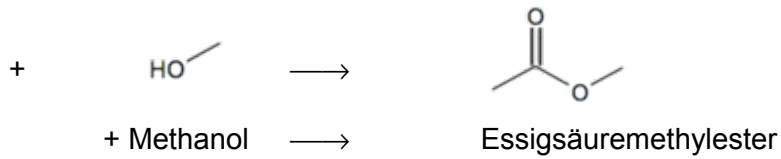
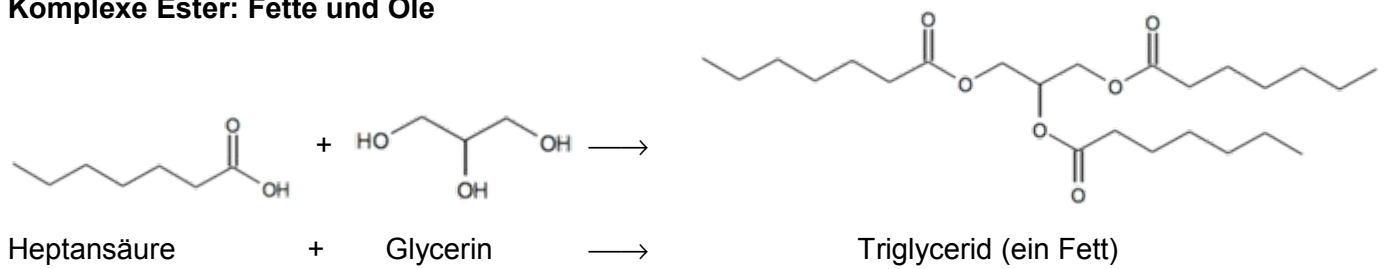
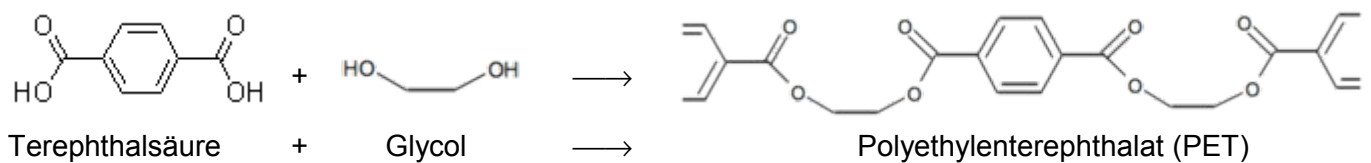
Eigenschaften & Verwendung:

- Carbonsäureester zeigen nur eine geringe Polarität (durch die beiden Sauerstoffatome). Sie lösen sich demzufolge nur minimal in Wasser, was auf der Ausbildung einer WBB zwischen dem Lösungsmittel Wasser und dem herausragenden, freien Sauerstoffatom beruht.
- Je länger allerdings die Kohlenstoffketten werden, desto geringer ist die Wasserlöslichkeit, da die Wirkung des polaren Sauerstoffs im Verhältnis zu den unpolaren Kohlenstoffketten immer kleiner wird.
Zum Vergleich: In 1l Wasser lösen sich 250g Essigsäuremethylester, nur noch 80g Essigsäureethylester und weniger als 1g Essigsäurebutylester. Alle längerkettigen Ester sind also hydrophob.
- In Wasser reagieren sie neutral, also nicht als Säure!
- Ihre Siedepunkte liegen im Vergleich zu Alkoholen bzw. Carbonsäuren gleicher Kettenlänge durch nur geringe Ausbildung von WBBs wesentlich niedriger.
- Die Ester der kurzkettigen Carbonsäuren (C₁ bis C₅) sind stark flüchtig und haben einen angenehmen, fruchtigen Geruch. Das ist nicht zufällig so ;-). Man findet Ester als Aromastoffe in der ganzen Natur - unter anderem auch in reifen Früchten (Fruchtester)³.
- Demzufolge sind Ester für die Lebensmittelindustrie unverzichtbar (u.a. für Aromastoffe für Fastfood, Limonaden, Weingummi, Bonbons)
- Ester werden auch als Lösungsmittel z.B. im Farben und Lacken verwendet.
- Wachse sind Ester aus langkettigen Säuren (z.B. Palmitinsäure) und langkettigen Alkoholen (>26 C-Atome). So besteht Bienenwachs hauptsächlich aus Estern des Myrcylalkohols (C₃₀H₆₁OH)
- Fette und fette Öle sind Glycerinester langkettiger Carbonsäuren
- Da es ja auch Alkohole gibt, welche mehrere Hydroxidgruppen tragen, gibt es logischerweise auch Mehrfachester. Ein Beispiel sind die aus Glycerin gebildeten Phosphoglyceride als Zellmembranbestandteile
- Seifen sind Alkalisalze der höheren Fettsäuren. Sie dissoziieren in Wasser und haben so eine waschaktive Wirkung. Diese Moleküle werden auch Tenside genannt. Sie haben ein polares Ende (COO⁻) sowie ein apolares (durch die lange Kohlenstoffkette)
- Lactone sind eine besondere Form der Ester. Hier liegt nur ein Molekül vor, welches sowohl eine funktionelle Säure- und Alkoholgruppe hat.
- Dicarbonsäuren und Mehrfachalkohole haben neben den Lactonen noch eine besondere Eigenschaft. Sie verestern zu langen Ketten. Man spricht von so genannten Polyestern
- Der bekannteste Polyester ist der Kunststoff PET (PolyEthylenTerephtalat). Auch aus Zellulose, welche ja bekanntlich aus Glucosemolekülen aufgebaut ist und sehr viele Hydroxidgruppen trägt, kann mit Essigsäure prima Polymere bilden (so genannte Celluloseacetate). Sie werden u.a. als Textilfaser verwendet.
- Aus dem Celluloseester Cellulosenitrat (RCO – NO₂) stellt man heute Tischtennisbälle her.
- Man verwendet Ester in Weichmachern für Kunststoffe wie PVC (Geruch nach neuem Auto!)
- Medizinische Verwendung:
Ethylnitrit (CH₃–CH₂–O–N=O) wirkt harntreibend und fiebersenkend, Amylnitrit ((CH₃)₂CHCH₂CH₂–O–N=O) wirkt krampflösend bei Asthma und bei epileptischen Anfällen.
- Verwendung einiger Phosphorsäureester als Insektizid (z.B. Parathion (C₁₀H₁₄NO₅PS) und Dichlorvos (C₄H₇Cl₂O₄P).
- Glycerintrinitrat (O₂NO–H₂C–CH(ONO₂)–CH₂–ONO₂) auch bekannt als Nitroglyzerin, wird für das Erzeugen großer Löcher verwendet.
- Dummerweise werden von Ester auch als militärische Kampfstoffe verwendet.
Tabun (Dimethylphosphoramidocyansäureethylester) (C₅H₁₁N₂O₂P₂)
Soman Methylphosphonofluoric acid) (C₇H₁₆FO₂P),
Sarin (Methylfluorosphonsäureisopropylester) (CH₃P(O)(F)OCH(CH₃)₂)
- Im Saft von Wolfsmilchgewächsen sind Phorbolster enthalten. Sie lösen neben ausgeprägten Hautverätzungen und starken Magenproblemen auch bösartige Tumore aus, da sie das Enzym Proteinkinase C, welches das Wachstumsverhalten von Krebszellen modifiziert stimuliert.

³ Beispiele: Ethansäure-2-butylester (CH₃COOC₄H₉) riecht nach Apfel
Ethansäure-2-methyl-1-propylester (CH₃COOCOOC₃H₇) riecht nach Banane
Ethansäure-2-hexylester (CH₃COOC₆H₁₃) riecht nach Erdbeere.

Zusatzinformationen:

- Eine weitere (technisch bedeutende) Reaktion ist die **Umesterung**. Hierbei wird der Alkohol des bereits bestehenden Esters ausgetauscht. So werden beispielsweise aus einem Molekül Rapsöl, welches eine Glycerinester mit drei langkettigen Fettsäuren ist, drei Moleküle Rapsölmethylester hergestellt. Im Handel erhältlich unter der Bezeichnung **Biodiesel**
- http://de.wikipedia.org/wiki/Ester_%28Chemie%29

Beispiele für Veresterungen**Einfache Ester:****Komplexe Ester: Fette und Öle****Komplexe Ester: Polyester:****Zusatzinformationen:**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ester>