

Organische Ester



Bildquelle: Pexels.com

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1	Organik	Ester / Säure	unterschiedlich

Aufgabenstellung

In dieser Versuchsanleitung wollen wir Ihnen einige mehr oder weniger bekannte Experimente um das Thema der Ester vorstellen. Ein schülergerechtes Thema, da Aromen und auch Parfüms allen Schülern bekannt sind.

An welche Stelle können diese Versuche in den Unterricht integriert werden?
Welche Voraussetzungen müssen die Schüler haben?

- ▶ Die homologen Reihen der gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffe muss im Unterricht ausführlich besprochen worden sein.
- ▶ Der Begriff der Isomerie sollte ausführlich behandelt worden sein.
- ▶ Die Schüler haben unterschiedliche Kohlenwasserstoffe mit den Molekülbaukästen gebaut.
- ▶ Die funktionelle Gruppe der Alkanole (auch mehrwertige Alkohole gehören natürlich dazu) sollte im Unterricht ausführlich behandelt worden sein.
- ▶ Ebenso sollten die Karbonsäuren in Herstellung, Vorkommen und Verwendung ausführlich behandelt worden sein.
- ▶ Die funktionelle Gruppe der Aldehyde muss nicht unbedingt vorher besprochen worden sein.
- ▶ Polarität, Dipol und Wasserstoffbrückenbindung sollten schon eingehend im Unterricht behandelt worden sein.

Sachanalyse sowie Hintergrundinformationen

Ester bilden eine Stoffgruppe organischer Verbindungen, die formal oder tatsächlich durch die Reaktion einer Sauerstoffsäure und eines Alkohols unter Abspaltung von Wasser (eine Kondensationsreaktion) entstehen. Es gibt Ester von organischen Säuren (z. B. Carbonsäuren, Sulfonsäuren) und solche von anorganischen Säuren (z. B. Phosphorsäure, Borsäure).

Die Bezeichnung Ester wurde von dem Chemiker Leopold Gmelin im Jahre 1850 aus dem Begriff „Essigäther“, einem historischen Namen für Ethylacetat, gebildet. Die Dämpfe von Ethylacetat wirken betäubend, ähnlich denen von „Äther“ (Diethylether), daher der Begriff „Essigäther“. Im Gegensatz zu Essigsäure ist Ethylacetat nur wenig mit Wasser mischbar und seine Dämpfe wirken betäubend, ähnlich denen von „Äther“ (Diethylether). Diese Ähnlichkeit sollte sich im Namen Essigäther (ein Äther-artiger Stoff aus Essig) widerspiegeln.

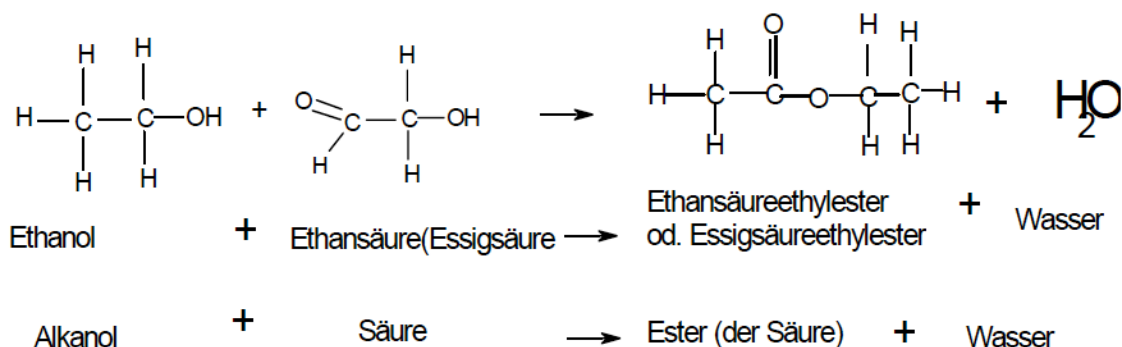
Der Ester-Geruch ist überwältigend, man denkt sofort an Bonbons und Parfümerien, dabei ist es nur der Eingang eines grauen Gebäudes in einem Gewerbegebiet. Hier produziert ein großer Aromahersteller Geschmack pur: für Soßen, Säfte, Süßigkeiten und Erdbeerjoghurt. Denn mit den Erdbeeren alleine ist es nicht getan. Um einen Becher Joghurt so zu aromatisieren, dass er den gewohnten

Erdbeergeschmack hat, müssten mehr Früchte verarbeitet werden, als in den Becher passen. Bevor das Erdbeeraroma in großen Mengen produziert wird, ist Kopfarbeit angesagt. Für dieses Rezept braucht der Aromaentwickler 45 verschiedene Zutaten, von denen keine einzige nach Erdbeere schmeckt. Die Kombination macht es. In der Aromaindustrie werden die Moleküle auch der verschiedenen Ester identisch nachgebaut. Danach werden die Komponenten gemischt. Ob dies den Chemikern gelungen ist, prüft überprüft ein Kollege in der Testküche. Ein Gramm des flüssigen Aromas reicht, um ein Kilo Fruchtzubereitung für Joghurt richtig nach Erdbeeren schmecken zu lassen. Und dem sieht man den Geschmack aus dem Reagenzglas nicht mehr an...



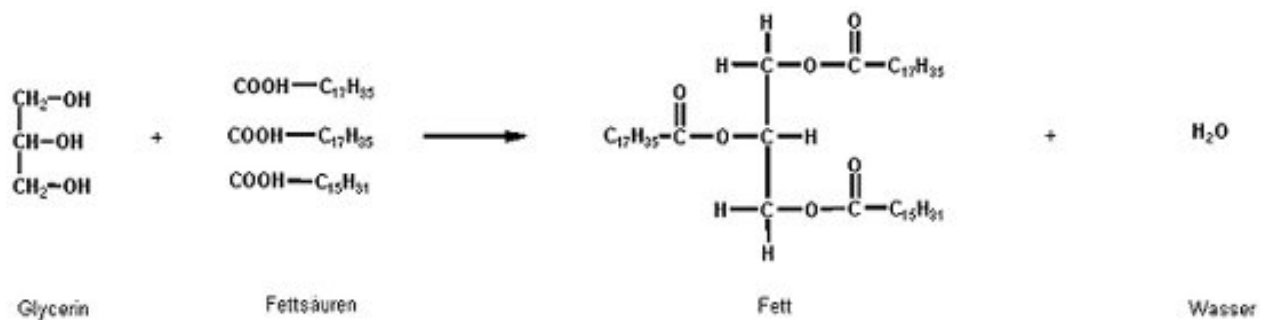
Ester sind das Reaktionsprodukt aus einem Alkohol und einer organischen oder anorganischen Säure, wobei letztere mindestens ein O-Atom beinhalten muss. Man unterscheidet zwischen niedrigen und höheren Karbonsäureestern, sowie zwischen Schwefel-, Salpeter- und Phosphorsäureestern. Sie zeichnen sich durch den Alkylrest und dessen Verknüpfung über ein O-Atom mit dem Säurerest aus.

Die niedrigen Karbonsäureester entstehen, indem man einen kurzkettigen Alkohol mittels einer kurzkettigen Karbonsäure verestert. Ester würden meist erst nach einigen Tagen entstehen. Um die Reaktion zu beschleunigen, gibt man als Katalysator immer etwas konz. Schwefelsäure hinzu.



Alle Ester sind alle wasserunlöslich, in Benzin oder anderen unpolaren Lösungsmitteln hingegen gut löslich. Je nach dem welchen Alkohol und welche Karbonsäure man reagieren lässt, kann man unterschiedliche Gerüche aus der Natur nachstellen, sowie auch neue Aromen kreieren.

Die höheren Ester entstehen durch die Veresterung von Alkoholen und langkettigen Karbonsäuren. Ester, die sich aus Propantriol oder Glycerin sowie langkettigen Karbonsäuren bestehen, nennt man Fette und Öle.



Die allgemeine Bezeichnung ist Triglyceride. Die Fette sind alle wasserunlöslich, lediglich in organischen Lösungsmitteln lösen sie sich sehr gut. Die Karbonsäureester, die sowohl aus einer oder mehreren langkettigen Karbonsäuren als auch aus einem langkettigen Alkohol bestehen, werden als Wachse bezeichnet. In der Industrie gibt es zahlreiche Verfahren zur Fett- und Wachsgewinnung aus tierischen pflanzlichen Resten.

Ausgangsstoffe	Beispiele (Anzahl der C-Atome	Verwendung
Kurzkettige Karbonsäuren und Kurzkettige Alkanole	Butansäure (Buttersäure) (4) Ethanol (2)	 Lösemittel Fruchtaromen
Langkettige Karbonsäuren und langkettige Alkanole	Hexadekansäure (Palmitinsäure) (16) Myricylalkohol (31)	 Wachse (Bienenwachs, Überzüge auf Früchten)
Karbonsäuren Propantriol	Ölsäure (18) Propantriol (Glycerin)	 Fette

Vorkommen

Die niedrigen Karbonsäureester kommen in Natur selbst sehr zahlreich vor. Aber so viele Früchte und Kräuter wie wir für die Herstellung der „guten Düfte“ brauchten, stehen uns schon lange nicht mehr in diesen Mengen aus der Natur zur Verfügung oder die Gewinnung daraus wäre einfach zu kostspielig. Fette aber auch Wachse gehören ebenfalls zu den Estern.

Verwendung

Die meisten niedrigen Karbonsäureester sind als Aromastoffe in vielen Süßwaren, Kosmetika und anderen chemischen Erzeugnissen enthalten. Viele Pharmawirkstoffe

liegen als Ester vor, und Ester spielen infolge ihres Wohlgeruchs in der Parfümerie eine wichtige Rolle.

Über 80% der weltweiten Fettproduktion dienen der Ernährung. Einige Fette, wie Butter oder Schmalz können sofort verzehrt werden, andere hingegen, wie viele der flüssigen, ungesättigten, pflanzlichen und tierischen Fette können erst nach ihrer "Härtung"

Einführung in das Thema

Impuls:

Ein geschlossenes Gefäß mit ein paar Tropfen Buttersäure (verschlossen) wird einigen Schülern zum vorsichtigen „Riechen“ gereicht. Schnell wird es unruhig und es fallen einige Unmutsäußerungen, da auch bei so schwacher Konzentration sich die „Düfte“ im Raum ausbreiten.

2. Impuls

Die Lehrkraft bereitet vor der Einführungsstunde einige Fruchttester vor. Die Gefäße werden kommentarlos herumgereicht. Die Schüleräußerungen werden an der Tafel gesammelt.

Versuchsreihe: Darstellung von Fruchtestern

Diese Versuche können auch in Schülerkleingruppen durchgeführt werden. Allerdings sollte nur der Lehrer die Schwefelsäure hinzugeben!

Versuch: Butansäureethylester

Material:

- ▶ Reagenzglas
- ▶ 2 Pipetten
- ▶ Becherglas

Chemikalien:

- ▶ Butansäure (Buttersäure, die Schüler sollen am Gefäß riechen!)
- ▶ Ethanol
- ▶ Schwefelsäure (konz.)

Durchführung:

2 Schüler kommen nach vorne (Sicherheitsregeln beachten!) und geben in ein Reagenzglas 2ml Buttersäure, dann gibt man 2 ml Ethanol (C_2H_5OH) sowie 2ml konz. H_2SO_4 (dies macht der Lehrer!) hinzu.

In ein auf $60^\circ C$ erhitztes Wasserbad (Becherglas) gibt man diese Mischung und lässt beide Schüler nach kurzer Zeit riechen!

Beobachtung:

Die stinkende Buttersäure hat sich in ein wohlriechendes Ananasaroma verwandelt! Die Schüler kamen in mehreren Klassen auf Ananas!

Organische Chemie: Ester***Versuch: Benzoesäureethylester***

Material:

- ▶ Reagenzglas
- ▶ Pipette
- ▶ Spatel
- ▶ Bunsenbrenner
- ▶ Filterpapier
- ▶ Becherglas

Chemikalien:

- ▶ Benzoesäure
- ▶ Ethanol
- ▶ H_2SO_4 (konz.)
- ▶ Wasser

Durchführung:

In ein Reagenzglas gibt man eine Spatelspitze Benzoesäure und dann etwas 3ml Ethanol. Man vermischt und gibt dann (unbedingt vom Lehrer ausführen lassen!) einige Tropfen (circa 10) H_2SO_4 .

Jetzt wird dieses Gemisch sehr vorsichtig über einer kleinen Bunsenbrennerflamme erhitzt. Nach circa 2 Minuten gießt man den Inhalt des Reagenzglases in ein Becherglas mit 100ml Wasser.

Jetzt lässt man einen Schüler den Rand eines Filterpapiers in das auf dem Wasser schwimmende Gemisch tauchen.

Beobachtung:

- ▶ Das vorbereitete Gemisch vermischt sich nicht mit dem Wasser und schwimmt.
- ▶ Der Geruch erinnert an Nelken

Organische Chemie: Ester

Versuch: Essigsäurebutylester

Material:

- ▶ Reagenzglas
- ▶ Pipette
- ▶ Bunsenbrenner
- ▶ Becherglas
- ▶ Filterpapier

Chemikalien:

- ▶ Butanol (2ml)
- ▶ Essigsäure (2ml)
- ▶ H₂SO₄ konz.
- ▶ 100ml Wasser

Durchführung:

In ein Reagenzglas geben wir jeweils 2ml Butanol und Essigsäure. Dann gibt man unter Schütteln einige Tropfen konz. Schwefelsäure hinzu.

Das Gemisch wird vorsichtig erwärmt. Nach 1-2 Minuten gießt man den Inhalt des Becherglases in ein vorbereitetes Becherglas mit 100ml Wasser.

Nun nimmt man ein Filterpapier und taucht es in das auf der Wasseroberfläche schwimmende Gemisch, dabei riecht man:

Versuch: Löslichkeitsprüfung von Estern

Materialien:

- ▶ 9 Reagenzgläser
- ▶ Pipetten
- ▶ Reagenzglasständer
- ▶ 3 Messzylinder



Chemikalien:

- ▶ Essigsäureethylester
- ▶ Öl
- ▶ Benzin
- ▶ Wasser
- ▶ Ethanol
- ▶ Essigsäure

Durchführung:

Reihe 1:

Zuerst füllen die Schüler jeweils 2ml Essigsäure in 3 Reagenzgläser. Man gibt dann in das 1.RG Wasser, in das 2. Öl und in das 3. Reagenzglas Benzin. Schüler notieren ihre Beobachtungen.

Reihe 2:

Dann füllen die Schüler jeweils 2m Ethanol in 3 Reagenzgläser. Man gibt dann in das 1.RG Wasser, in das 2. Öl und in das 3.Reagenzglas Benzin. Die Schüler notieren ihre Beobachtungen!

Reihe 3:

Man gibt einige Milliliter des Esters (man könnte auch – falls genügend hergestellt – vom vorher hergestellten Ester entnehmen!) jeweils in die 3 Reagenzgläser. Dann füllt man in das erste Reagenzglas Öl, in das zweite etwas Benzin und in das 3. Reagenzglas Wasser.

Die Reagenzgläser werden geschüttelt...

Beobachtung:

Die Schüler sollen ihre Beobachtungen sammeln und notieren. Außerdem sollten die Schüler sich Begründung für Löslichkeit oder Nichtlöslichkeit überlegen.

Vertiefungsphase

Es ist wichtig die Schüleräußerungen strukturiert zu sammeln und dann zur eigentlichen Esterreaktion überzuleiten. An einer Reaktion wird gemeinsam die Reaktionsgleichung zur Veresterung erstellt.

Gerade am Beispiel des Ethanol- sowie Ethansäuremoleküls (hydrophile Gruppe, kurze Kohlenstoffkette) muss den Schülern verdeutlicht werden, dass das Estermolekül diese hydrophile Gruppe nicht mehr besitzt!

Vertiefende Schüleraufgaben:

Die Schüler sollen folgende Ester aus den entsprechenden Säuren und Alkanolen bauen (mit dem Molekülbaukasten in Partnerarbeit) und in ihr Heft die entsprechenden Reaktionsformel schreiben:

- ▶ Methansäureethylester
- ▶ Butansäurepropylester
- ▶ Pentansäuremethylester