

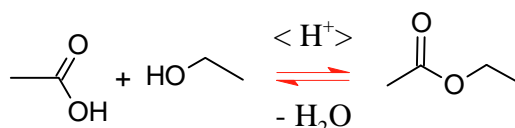
# Organisch Chemisches Grundpraktikum Lehramt WS 2007/08

Name: Jan Schäfer

Datum: 9.1.08

## Gruppe 8 Fruchtesterherstellung

### Reaktionsgleichung:



### Zeitbedarf:

Vorbereitung: 5 min

Durchführung: 2 min

Nachbereitung: 5 min

### Eingesetzte Substanzen:

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	Gefahrensymbole	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Essigsäure	CH <sub>3</sub> COOH	3 mL	C	10-35	1/2-23-26-45	S 1
Propionsäure	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH	3 mL	C	34	1/2-23-36-45	S 1
1-Pentanol	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	3 mL	Xn	10-20	2-24/25	S 1
1-Octanol	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> OH	3 mL	Xi	36/38	2-23	S 1
1-Butanol	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	3 mL	Xi	10-20	2-24/25	S 1
Natriumhydrogensulfat	NaHSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	3 mL	Xi	41	2-24-26	S 1

### Materialien:

Reagenzgläser, Spatel, Bunsenbrenner

### Durchführung:

Man gibt in jedes verwendete Reagenzglas eine kleine Spatelspitze Natriumhydrogensulfat als Katalysator. Danach gibt man immer etwa 1 mL der Säure und 1 mL der Alkohole hinzu. Dieses Gemisch erhitzt man bis zum leichten kochen über der leuchtenden Bunsenbrennerflamme und fächelt sich mit der Hand den aufsteigenden Dampf zu um eine Geruchsprobe zu nehmen.

Hergestellt wurden folgende Ester:

Pentanol + Ethansäure = Pentylethanoat (Ethansäurepentylester): riecht nach Banane

Octanol + Ethansäure = Octylethanoat (Ethansäureoctylester): riecht nach Orange

Butanol + Propansäure = Butylpropanoat (Propansäurebutylester): riecht nach Rum

### Beobachtung:

Beim Erhitzen kann eine Gasentwicklung im RG beobachtet werden. Der aufsteigende Duft ist für jeden Ester charakteristisch und intensiv.

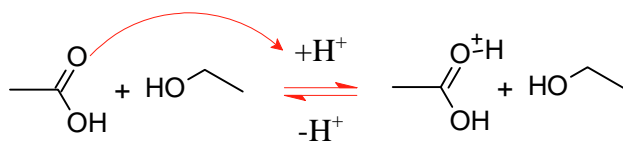
### Entsorgung:

Die Reste in den Reagenzgläsern können in die organischen Lösungsmittelabfälle entsorgt werden.

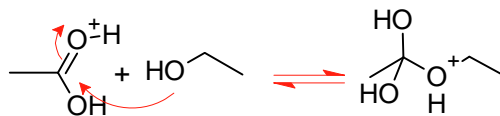
### Fachliche Analyse:

Hier der Mechanismus der Esterbildung:

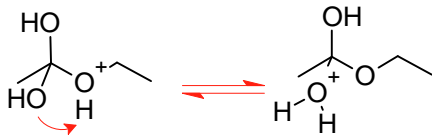
1. Protonierung des Carboxylsauerstoffs



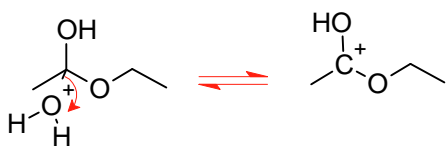
2. Nucleophiler Angriff des Alkohols am Carboxylkohlenstoff



3. Intramolekulare Protonenwanderung



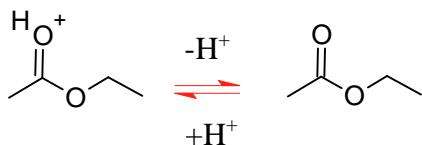
4. Wasserabspaltung



5. Restabilisierung des Carbokations



6. Deprotonierung und Katalysatorwiederherstellung



Die ganze Reaktion ist eine typische Gleichgewichtsreaktion bei der das Gleichgewicht meiste auf der Seite der Edukte liegt. Die Gleichgewichtskonstante beträgt je nach Ester etwa 0,25.

Die Reaktion kann auf die Seite der Produkte verschoben werden, wenn man eine der für die Rückreaktion benötigten Komponenten, wie hier z.B das Wasser, dem Reaktionsgemisch entzieht. Aus diesem Grund verwendet man gerne Schwefelsäure für die Veresterung, weil die hygroskopische Schwefelsäure mit dem Wasser ein sehr stabiles Salz ( $\text{HSO}_4^- \text{H}_3\text{O}^+$ ) bildet und somit eine hohe Esterausbeute erzielt werden kann.

Ester sind eine sehr wichtige Naturstoffklasse, die unser Leben und unsere Umgebung entscheidend bestimmen.

So sind unsere PET-Flaschen aus **Polyethylenterephthalat**. Dieser unkaputtbare Polyester wird durch die Polykondensation von Glycol mit Terephthalsäure hergestellt.

Des Weiteren finden wir Estergruppen im Bienenwachs und die wichtigen Energiespeicherstoffe der Natur, die Fette, sind Triglyceridester, die durch die Veresterung von Glycerin mit unterschiedlichen langkettigen Fettsäuren entstehen. Auch in fast allen lebenswichtigen Molekülen wie der Hämgruppe im Hämoglobin oder im Chlorophyll finden wir immer wieder Estergruppen.

Außerdem kann man auch die am höchsten entwickelten Biomoleküle, die Proteine als Polyesterketten verstehen. Nur dass hier nicht eine Carbonsäure mit einem Alkohol, sondern mit einer Aminogruppe zur Peptidbindung reagiert. Die Peptidgruppe besitzt allerdings viele Analogien zur Estergruppe wie die Wasserabspaltung oder die Hydrolyse, sowie die Gleichgewichtskonstante und die Mesomeriestabilisierung usw.

Und sind Ester eben auch wichtige Geruchsstoffe, so wurde z.B Cyclon B noch Bromessigsäuremethylester als Warnfaktor hinzugemischt.

Aber auch die Nicht-Carbonsäureester finden vielseitige Anwendung. So z.B die Ester der Schwefelsäure mit langkettigen Alkoholen, sind wichtige Tenside der Waschmittelindustrie und werden auch in Kosmetika verwendet.

Des Weiteren finden Ester noch Verwendung als Sprengstoffe (Nitroglycerin), Kampfstoffe (Sarin, Tabun, Soman) und als Wirkstoffe (Aspirin, Cocain).

Hier nun noch einige Geruchsester

Benzylacetat	Erdbeere
Butylbutyloat	Orange
Ethylbutyloat	Banane
Ethylheptanoat	Aprikose, Kirsche
Ethylpentanoat	Apfel
Ethylnonanoat	Grapefruit
Isopropylacetat	Fruchtig
Ethyllactat	Butter

Und es gibt noch so viele andere.

Schöner Link: <http://en.wikipedia.org/wiki/Ester>

### **Didaktische Analyse:**

Der Versuch ist in der 11G.1.4 anzusiedeln, da hier die Alkansäuren und ihre Derivate behandelt werden. Des Weiteren könnte man den Versuch auch in der 12G.2 durchführen, zur Erklärung des Chemischen Gleichgewichts. Dafür müsste man den Versuch allerdings noch modifizieren.

Der Mechanismus der Esterbildung ist ein mechanistischer Klassiker und einer der wenigen die überhaupt in der Schule ausführlicher behandelt werden. Des wegen soll ihm hier besondere Aufmerksamkeit zukommen. An ihm können die Schüler viele typische Abläufe für organische Reaktionen verfolgen. So z.B die Kondensation. Also das Austreten eines kleinen stabilen Moleküls (meist wie hier auch Wasser) aus dem Hauptmolekül, zur Stabilisierung.

Daneben kann man das Auftreten des Gleichgewichts und das Massenwirkungsgesetz hier gut einbringen. Hinzu kommt die Möglichkeit, die Reaktion in eine bestimmte Richtung zu steuern (Reaktionskontrolle).

Der Versuch ist gut dafür geeignet das Interesse der Schüler zu wecken, da man hier viele schöne Gerüche selber herstellen kann. Somit wird auch noch ein zusätzlicher Sinn angesprochen, der den Lernerfolg nur verbessern kann.

Den Schülern soll so auch der Zusammenhang zwischen Struktur und physiologischer Wirkungsweise etwas klarer werden.

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist nicht sehr hoch.  
Der finanzielle Aufwand ist auch sehr gering.

Die Reaktion kann sehr gut beobachtet bzw. gerochen werden.

Der Versuch ist sehr gut als Schülerversuch durchführbar. Man könnte auch keine genaue Vorgabe geben und den Schülern freie Wahl zwischen den unterschiedlichen Kombinationen zwischen Säuren und Alkoholen lassen. Die unterschiedlichen Kombinationen und deren Gerüche können dann im Protokoll festgehalten und verglichen werden.

Der zeitliche Aufwand ist nicht sehr groß.

### **Literatur:**

- Soester Liste Version 2.7
- Hessischer Lehrplan G8 der Chemie für Gymnasien