

## II.C.42

### Vielfalt organischer Verbindungen

# Echt duftend und aromatisch – von den Alkoholen zu den Estern

Sylvia Pross, Weimar (Lahn)



Duft- und Aromastoffe begleiten uns in fast allen Bereichen des Lebens. Ob es nun das Lieblingsparfum, duftende Cremes oder Duschgels, der Duftanhänger im Auto, das duftende Waschmittel, Reinigungsmittel mit Zitronenduft oder auch der Duft eines gegrillten Hähnchens oder frisch aufgebrühten Kaffees. Mit der Unterrichtseinheit bieten Sie Ihren Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, die Ester und den zugrundeliegenden Mechanismus im Kontext der Duftstoffe schülernah über die Oxidationsreihenfolge von Alkohole zu erarbeiten.

#### KOMPETENZPROFIL

**Klassenstufe:** 10–12

**Dauer:** 10–12 Unterrichtsstunden

**Kompetenzen:** 1. Die Schülerinnen und Schüler können Hypothesen aufgrund von Konzepten generieren; 2. Kenntnisse über organische Stoffe erlangen und diese im Sinne der Struktur-Eigenschafts-Beziehungen einordnen; 3. zwischenmolekulare Wechselwirkungen unterscheiden und ihre strukturelle Grundlage erläutern

**Thematische Bereiche:** Organische Chemie, Alkohole, Ester, Oxidation

**Medien:** Texte, Schülerexperimente, offene Unterrichtsformen

## Hintergrundinformationen

Duft- und Aromastoffe begleiten uns in fast allen Bereichen des Lebens. Ob es nun das Lieblingsparfüm, duftende Cremes oder Duschgels, der Duftanhänger im Auto, das duftende Waschmittel, Reinigungsmittel mit Zitronenduft oder auch der Duft eines gegrillten Hähnchens oder der frisch aufgebrühten Kaffees ist.

Riechbare Moleküle zeichnen sich durch ihre Flüchtigkeit aus, die wiederum mit dem überwiegend unpolaren Charakter (bis auf osmophile Gruppen) und der geringen Molekülgröße zusammenhängt. Duftstoffe sind demnach kleine, flüchtige, mäßig wasserlösliche Verbindungen, die eine interessante oder angenehme Geruchsempfindung auslösen.

Menschen zählen zu den sogenannten Mikrosmaten, da sie ein nur schwach ausgeprägtes Riechsystem besitzen. Raubtiere dagegen haben einen sehr guten Geruchssinn, da das Riechepithel bei ihnen eine große Fläche einnimmt und stark gefaltet ist. Außerdem exprimieren sie mehr Rezeptoren und ihr Riechhirn ist größer. Ein Schäferhund besitzt z. B. ca. 220 Millionen Riechzellen, während der Mensch über ca. 20 Millionen verfügt.

Beim Geruchseindruck wird zwischen der Aufmerksamkeitschwelle, ab der man sich eines Duftes bewusst wird, der Erkennungsschwelle, bei der ein Stoff sicher festgestellt werden kann, und der Erträglichkeitsschwelle, bei der ein Geruch als lästig bis unerträglich empfunden wird, unterschieden.

Die Konzentration eines Duftstoffes ist dabei entscheidend.

Düfte lösen Emotionen aus und können damit Zustimmungen anregen oder sie unterstützen. Sie dienen der Selbstdarstellung und des Selbstbewusstseins und sind dementsprechend, z. B. bei der Partnerwahl, mitbestimmend. Sie vermitteln aber auch ein Zugehörigkeitsgefühl in einer Familie. Unangenehme Gerüche dienen ebenfalls als Warnsystem beispielsweise vor Krankheiten oder auch unverträglichen Lebensmitteln.

Aromastoffe werden ebenso wie Duftstoffe über das Riechepithel des Nasenraumes wahrgenommen (orthonasales Riechen). Natürliche Aromen sind Stoffe, die, wie der Name schon verrät, natürlich vorkommen und ihrer Natur nachgewiesen werden können. Naturidentische und künstliche Aromastoffe werden durch chemische Synthesen gewonnen. Naturidentische Stoffe sind chemisch gleich zu einem natürlichen Aromastoff, nur eine Komponente eines natürlichen Aromastoffes, während künstliche Aromastoffe dies eben nicht sind.

## Hinweise zur Didaktik und Methodik

Der Kontext Duft- und Aromastoffe soll die Lernenden als roter Faden von den Alkoholen zu den Estern begleiten. Die Unterrichtseinheit kann im Unterrichtsverlauf durchgeführt werden oder z. B. als Bestandteil einer Projektarbeit.

### Teil I

Mit dem Spiel „Was sagst Du dazu?“ (**M 1**) sollen erste Assoziationen zum Thema Duft- und Aromastoffe geweckt werden. Das Spiel kann am Ende der Einheit wiederholt werden, um den Lernenden den Lernerfolg zu verdeutlichen.

An dieser Stelle sollte auch schon die Skelettformel oder Gerüstformel zur Darstellung organischer Verbindungen thematisiert werden.

Die Materialien **M 2–M 6** dienen zur Herstellung eines Lernplateaus. Die Materialien umfassen Übungen zur Wiederholung oder Festigung grundlegender Themen wie der IUPAC-Nomenklatur der Alkane, der Struktur-Eigenschafts-Beziehung in Bezug auf intermolekulare Wechselwirkungen

(Wasserstoffbrücken und Van-der-Waals-Wechselwirkung), der Siedepunkte sowie der Löslichkeit. Die Lernenden sollen hier den Zusammenhang zwischen der Flüchtigkeit sowie der Löslichkeit von Stoffen und deren molekularen Aufbau erkennen. Sie planen in diesem Zusammenhang Versuche, werten sie aus und leiten allgemeine Grundsätze der Chemie ab. Hierbei wird immer wieder ein Bezug zum Rahmenthema Duft- und Aromastoffe hergestellt.

Außerdem werden die wichtigsten funktionellen Gruppen je nach Kenntnisstand angesprochen oder wiederholt. Die tabellarische Auflistung soll den Lernenden verdeutlichen, dass sich nur die funktionelle Gruppe ändert, während das jeweilige Alkan das Grundgerüst bildet. Des Weiteren ermutigen die Schülerinnen und Schüler Übung im Zeichnen der funktionellen Gruppen. So wird den Lernenden deutlich, dass die Fülle an organischen Verbindungen geordnet und strukturiert werden kann.

### Hinweise für den Unterricht (M 1–M 6)

Für die Parfumerstellung in **M 3** sind im Internet zahlreiche Rezepte für Damen- und Herrenparfums zu finden. Hierbei kommt es darauf an, welche und wie viele verschiedene ätherische Öle vorliegen.

Ein paar Rezeptideen sind z. B. hier zu finden:

<https://www.smarticular.net/dein-natuerlicher-duft-parfum-selbst-herzustellen-ist-einfach-kreativ-und-unglaublich-preiswert/>

Die Lernenden können auch selbst experimentieren, müssen allerdings auf die Gefahrenhinweise von ätherischen Ölen in konzentrierter Form hingewiesen werden.

Für diese Unterrichtsstunde kann die erste Filmreihe des Videos herangezogen werden, die auf der nächsten Seite angegeben ist. Die Filmszene, in der Grenouille für Baldini das Parfum Armor und Psyche zusammenmischt und es verbessert, kann als Einstieg in die Stunde verwendet werden.

Bei der Versuchsplanung von **M 4** ist zu beachten, dass sich das Orangenöl innerhalb von 10–15 min verflüchtigt, das Palmarosaöl allerdings einen Tag benötigt. Das Vanilleöl verdunstet erst nach 2–3 Tagen. Dementsprechend kann der Versuch erst mit einem Tag Verspätung ausgewertet werden. Die Filterpapiere können natürlich auch von den Lernenden mit nach Hause genommen und beobachtet werden.

Didaktisch reduziert wird die Tatsache, dass Vanillin zwar ein Schlüsselaromastoff in der Vanille ist, aber kein Hauptbestandteil. Dementsprechend müssen im Vanilleöl noch weitere Stoffe mit polaren Gruppen vorkommen, die die Flüchtigkeit reduzieren.

**M 5** ist als Lernen an Stationen geplant. Je nach Kursgröße müssen die Stationen doppelt aufgebaut werden.

**M 6** sollte als arbeitsteilige Gruppenarbeit durchgeführt werden, da die einzelnen Filmszenen zwar unterschiedliche Methoden der Duftstoffgewinnung behandeln, aber denselben theoretischen Hintergrund haben.

Da die Filmszenen relativ kurz sind, sollten sie gemeinsam angesehen werden. So können die Lernenden in der anschließenden Präsentationsrunde die Präsentationen der selbst beschriebenen Filmszenen besser einordnen und bewerten.

Anschließend wählen die Lernenden eine Filmszene aus, die sie bearbeiten.

#### Filmszenen:

*Filmszene I:* Kopf-, Herz- und Basisnote (Baldini erklärt Grenouille den Aufbau eines Parfüms und definiert dabei die Kopf-, Herz- und Basisnote.)

*Filmszene II:* Wasserdampfdestillation (Baldini erklärt Grenouille die Wasserdampfdestillation von Rosenblütenöl. Grenouille experimentiert daraufhin mit verschiedenen Blüten und versucht deren Duft zu extrahieren.)

*Filmszene III:* Mazeration und Enfleurage froid (Madame Arnulfi schreitet durch die Reihen der Gesellen und drückt Blüten in auf Rahmen gestrichenes Fett drücken. Druot schickt Grenouille los, um zu prüfen, wie weit die Mazeration der Blüten fortgeschritten ist.)

#### Teil II

In **M 7** entwickeln die Lernenden eine Erklärung (mit Hilfestellungen) der Versuchsbeobachtungen zum Versuch der Oxidation des primären Alkohols Propanol mit Kupferoxid als Oxidationsmittel. Sie erkennen dabei die ablaufende Reaktion als Elektronenübertragungsreaktion.

In **M 8** wird die Oxidation primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole thematisiert. Dazu wird ein neues Oxidationsmittel eingeführt. Anna soll eine vorgegebene Redoxreaktion formulieren. Die Lernenden Regeln zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen. Hierbei zeigen sie anhand der Oxidationszahlen, dass es sich um eine Elektronenübertragungsreaktion handelt (Donator-Akzeptor-Konzept). An dieser Stelle kann der entsprechende Versuch durchgeführt werden.

Die dritte Elektronenübertragungsreaktion ist die Fehling-Probe bzw. die Oxidation eines Aldehyds zur Carbonsäure (**M 9**). Diese wird als Nachweisreaktion der Aldehydgruppe vorgestellt. In **M 10** sollen die Lernenden den Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung anhand des Donator-Akzeptor-Prinzips herleiten. Dabei sollen Sie ein Grundprinzip kennenlernen, das ihnen hilft, Schritte von Reaktionsmechanismen vorherzusagen, nachzuvollziehen oder zu erklären.

### Hinweise für den Unterricht (M 7/M 8)

Wird die Ausbeute bei dem Versuch in **M 7** maximiert durch die Reaktionsbedingungen, kann die Fehling-Probe hier auch als Nachweisverfahren vorgestellt werden.

Das Material in **M 8** kann natürlich um die Verwendung von Teilgleichungen beim Aufstellen von Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen erweitert werden.

Cis/Trans-Isomerie wird in dieser Unterrichtseinheit nicht thematisiert ebenso wenig wie die E-5-Nomenklatur oder die Chiralität (didaktische Reduktion).

### Literatur

- ▶ Süskind, Patrick: *Das Parfum. Die Geschichte eines Mörders*. Diogenes Verlag 1994
- ▶ Legrum, Wolfgang: *Riechstoffe, zwischen Gestank und Duft: Vorkommen, Eigenschaften und Anwendung von Riechstoffen und deren Gemischen*. Vieweg + Teubener Verlag/Springer Fachmedien. Wiesbaden 2011
- ▶ Asselborn, Wolfgang, Jäckel, Manfred, Risch, Karl T.: *Chemie heute SII*. Schöningh Verlag. Stuttgart 2009
- ▶ [http://www.chemie.de/lexikon/%C3%84therisches\\_%C3%91l.html](http://www.chemie.de/lexikon/%C3%84therisches_%C3%91l.html)
- ▶ [https://www.chemie-schule.de/KnowHow/%c3%84therische\\_%c3%91l.html](https://www.chemie-schule.de/KnowHow/%c3%84therische_%c3%91l.html)
- ▶ [http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/12\\_05.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/12_05.htm)  
Informationen zu ätherischen Ölen.
- ▶ [https://www.youtube.com/watch?v=rnzV4SXb\\_g8](https://www.youtube.com/watch?v=rnzV4SXb_g8)  
Video zum Bau einer Duftlampe
- ▶ <http://www.chemie.de/lexikon/Vanillin.html>  
Informationen über Vanillin
- ▶ <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/chemie-abitur/artikel/duft-und-aromastoffe>
- ▶ [https://www.bfr.bund.de/de/aromastoffe\\_und\\_aromen-544487.html](https://www.bfr.bund.de/de/aromastoffe_und_aromen-544487.html)  
Informationen zu Duft- und Aromastoffen
- ▶ <https://www.parfum-ratgeber.com/duftnoten/>  
Kopf-Herz und Basisnote

### Videos und Filme

- ▶ *Das Parfum: Tykwer, Tom*

## Auf einen Blick

Lv = Lehrerversuch Ab = Arbeitsblatt

Sv = Schülerversuch

### 1.–6. Stunde

<b>Thema:</b>	Aus der Welt der Düfte
<b>M 1 (Ab)</b>	Duft- und Aromastoffe
<b>M 2 (Ab)</b>	Das Grundgerüst der Duft- und Aromastoffe
<b>M 3 (Sv)</b>	Das Parfum – ein Duft liegt in der Luft

#### Parfumherstellung

**Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min (eine halbe Wartezeit)

<b>Chemikalien:</b>	<input type="checkbox"/> Ethanol  
	<input type="checkbox"/> Mindestens 3 ätherische Öle
<b>Geräte:</b>	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
	<input type="checkbox"/> Verschließbares, dunkles Glasgefäß
	<input type="checkbox"/> Pipette
	<input type="checkbox"/> Trichter

**M 4 (Sv)** Die Kopf-, Herz- und Basisnote

#### Parfumkreation

**Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min (ein Tag Wartezeit)

<b>Chemikalien:</b>	<input type="checkbox"/> Orangenöl
	<input type="checkbox"/> Patchouliöl
	<input type="checkbox"/> Vanilleöl
<b>Geräte:</b>	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
	<input type="checkbox"/> Filterpapier
	<input type="checkbox"/> Uhr
	<input type="checkbox"/> Pipette

**M 5 (Sv)** Ein Duft in der Nase

#### Extraktion von ätherischen Ölen

**Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min

<b>Chemikalien:</b>	<input type="checkbox"/> Wasser
	<input type="checkbox"/> Öl
	<input type="checkbox"/> Ethanol  
	<input type="checkbox"/> Heptan    
<b>Geräte:</b>	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
	<input type="checkbox"/> Mörser und Pistill
	<input type="checkbox"/> Schere
	<input type="checkbox"/> Reagenzglas und Reagenzglasständer
	<input type="checkbox"/> Pipette

**M 6 (Ab)** Die Gewinnung von ätherischen Ölen in Filmszenen



Die GBU's finden Sie auf der CD 69.



Die GBU's finden Sie auf der CD 69.

**7.–10. Stunde****Thema:** Experimente rund um Duftstoffe**M 7 (Sv)** Synthetische Duftstoffe**Synthetische Duftstoffe****Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min**Chemikalien:**  Propan-1-ol     
 Kupferblechstreifen**Geräte:**  Schutzbrille  
 Tiegelzange  
 Reagenzglas, Reagenzglasständer, Reagenzglashalter  
 Bunsenbrenner  
 Pipette

Die GBUs finden Sie auf der CD 69.

**M 8 (Ab)** Synthetische Duftstoffe**M 9 (Sv)** Vanillin – Vanilleduft aus dem Reagenzglas**Aldehyd-Nachweis****Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min**Chemikalien:**  Wasser  
 Fehling-I-Lösung    
 Fehling-II-Lösung   
 Vanillin-Aroma**Geräte:**  Schutzbrille  
 Reagenzglas, Reagenzglasständer, Reagenzglashalter  
 Pipette  
 Becherglas für Wasserbad (mind. 250 ml)  
 Heizplatte oder Bunsenbrenner mit Dreifuß und Drahtnetz

Die GBUs finden Sie auf der CD 69.

**M 10 (Ab)** Vom Schweißgeruch zum Ananasaroma**Ananasaroma aus Butter säure****Dauer:** Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min**Chemikalien:**  Wasser  
 Ethanol    
 Butansäure   
 konz. Schwefelsäure **Geräte:**  Schutzbrille  
 Reagenzglas mit Stopfen  
 Pipetten  
 Reagenzglashalter  
 Heizplatte  
 1 Becherglas (250 ml)  
 Löschblatt

Die GBUs finden Sie auf der CD 69.

## Das Parfum – ein Duft liegt in der Luft

M 3

Parfums werden im Allgemeinen für ein angenehmes Dufterlebnis und zur Selbstdarstellung, d. h., um den eigenen Stil zu unterstreichen, verwendet. Aber auch um auf das andere Geschlecht attraktiver zu wirken oder unangenehme Körpergerüche zu überdecken.

Ein Parfum (lat.: per = durch, fumum = Rauch, Dampf) ist ein flüssiges Gemisch aus Ethanol (ca. 80 %), Wasser und ätherischen Ölen pflanzlicher oder tierischer Herkunft sowie synthetisch hergestellten Duftstoffen oder aus Naturprodukten isolierte Aldehyde, Ketone, Ester, Alkohole etc. (z. B. Geraniol, Citronellal). Hierbei werden verschiedene Verdünnungsstufen unterschieden (Beispiele siehe Tabelle).

Bezeichnung	Anteil im Parfum
Eau de Cologne	3–5 %
Eau de Toilette	4–8 % (max. bis 10 %)
Eau de Parfum	8–15 %
Parfum	15–30 %

Ein Parfum wird normalerweise aus 30–100 Duftstoffen zusammengestellt. Dabei können die Parfümeure aus ca. 3000 Duftstoffen wählen, die verschiedenen Duftnoten angehören. Die drei Duftnoten oder Duftphasen eines Parfums sind die Kopf-, Herz- und Basisnote, die harmonisch aufeinander abgestimmt sein müssen. Die Kopfnote vermittelt einen ersten Eindruck des Parfums und ist hauptverantwortlich für die Wahl bzw. den Kauf. Diese Note besteht aus intensiven, leicht flüchtigen Duftstoffen, die nur bis 30 Minuten wahrnehmbar sind. Es handelt sich oft um erfrischende oder leichte blumige Duftstoffe wie z. B. Zitrusdüfte. Ist die Kopfnote nicht mehr zu riechen, tritt die Herznote in den Vordergrund. Sie ist das Thema, der eigentliche Charakter des Parfums. Die entwicklungsfähigste und bis zu drei Tagen wahrnehmbar, nachdem die Kopfnote verfliegen ist. Hier werden eher aromatische Duftstoffe verwendet. Für Damenparfums werden oft blumige Düfte verwendet (z. B. Rose, Jasmin), für Herrenparfums eher intensive Kräuterdüfte und/oder zitronigen, holzigen und würzigen Bestandteilen. Sind Kopf- und Herznote verfliegen, kommt die Basisnote, die Basisnote, zum Tragen. Er setzt sich aus lang haftenden, schweren, oft holzigen und würzigen Duftstoffen, die nach einer Woche noch zu riechen sind, zusammen. Bei diesen Duftstoffen handelt es sich um sogenannte Fixateure, die die flüchtigeren Düfte auf der Haut binden sollen.

### Schülerversuch oder Lehrerdemonstration: Parfumherstellung

Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min (eine Woche Wartezeit)

#### Chemikalien

- Ethanol  
- Mindestens drei verschiedene ätherische Öle (Gefahrensymbole beachten)

#### Geräte

- Schutzbrille
- Verschießbares, dunkles Glasfläschchen
- Pipette
- Trichter



#### Vorbereitung und Durchführung

Basisnote, Herznote und Kopfnote werden in das Glasfläschchen getropft. Der Alkohol wird zu den Duftölen gegeben. Schütteln Sie die Lösung und lassen Sie sie für 2 Wochen an einem kühlen Ort stehen.

# M 7

## Synthetische Duftstoffe

Eine Sonderstellung nimmt das Damenparfum Chanel N° 5 in der Geschichte ein. Es wurde 1921 von Ernest Beaux, Parfümeur am russischen Zarenhof, für Coco Chanel kreiert. Das noch heute sehr bekannte Parfum ist eines der ersten, in dem ein synthetischer Duftstoff vorherrschend ist, und zwar eine Mischung im Labor hergestellter Aldehyde (z. B. 2-Methylundecanal, Decanal, Benzaldehyd).

Aldehyde ebenso wie Ketone kommen als Duftstoffe in Parfums, aber auch in Aromastoffen vor. Der Begriff „Aldehyd“ bedeutet so viel wie „dehydrierter Alkohol“, also Alkohol ohne Wasserstoff, von der lateinischen Bezeichnung alcohol(us) dehydrogenatus.

### Schülerversuch: Aldehyd-Herstellung

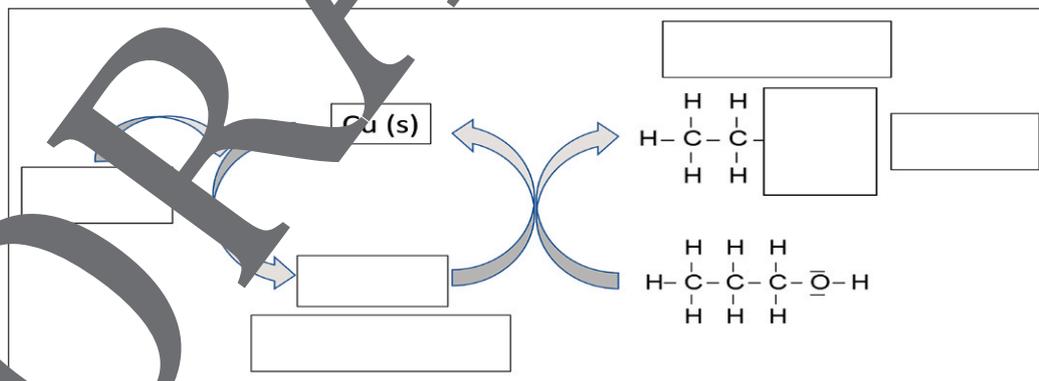
Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min



Chemikalien	Gegenstände
<input type="checkbox"/> Propan-1-ol    <input type="checkbox"/> Kupferblechstreifen	<input type="checkbox"/> Schutzbrille <input type="checkbox"/> Tiegelzange <input type="checkbox"/> Reagenzglas, Reagenzglasständer, Reagenzglasheber <input type="checkbox"/> Bunsenbrenner <input type="checkbox"/> Pipette
Entsorgung: Sammelgefäß für organische Lösungsmittel	

### Versuchsdurchführung:

In ein Reagenzglas werden 2 ml Propanol pipettiert. Ein Kupferblechstreifen wird in die rauschende Gasbrennerflamme gehalten, bis er glüht. Das Kupferblech wird noch warm mit der Tiegelzange in das Reagenzglas mit Propanol gegeben.



### Aufgabe

1. **Notieren** Sie Ihre Beobachtungen und **deuten** Sie die Veränderungen.
2. **Füllen** Sie das abgebildete Schema **aus** und **formulieren** Sie mit dieser Hilfe die Reaktionsgleichungen. **Zeigen** Sie anhand der Oxidationszahlen, dass es sich um eine Redoxreaktion handelt.

## M 10

## Vom Schweißgeruch zum Ananasaroma

Viele Duft- und Aromastoffe sind Vertreter der Stoffklasse der Ester. Zum Beispiel ist der Ester Linalylacetat einer der Hauptbestandteile des Lavendelöls. Der Anteil dieser Komponente ist ein Maßstab für die Qualität des ätherischen Öls. Ester werden durch eine Kondensationsreaktion zwischen einer Carbonsäure und einem Alkohol hergestellt.

Ihre Aufgabe ist es, nun aus einer der am unangenehmsten riechenden Carbonsäuren, der Butansäure, und Ethanol einen Duftstoff herzustellen, der fruchtig nach Ananas riecht.

**Schülerversuch oder Lehrerversuch: Ananasaroma aus Buttersäure**

Vorbereitung: 5 min Durchführung: 15 min



Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Wasser	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
<input type="checkbox"/> Ethanol  	<input type="checkbox"/> Reagenzglas mit Stopfen
<input type="checkbox"/> Butansäure  	<input type="checkbox"/> Pipetten
<input type="checkbox"/> Konzentrierte Schwefelsäure 	<input type="checkbox"/> Reagenzglashalter
	<input type="checkbox"/> Heizplatte
	<input type="checkbox"/> Becherglas (250 ml)
	<input type="checkbox"/> Löschblatt
Achtung: Die konzentrierte Schwefelsäure wird von der Lehrperson pipettiert!	
Entsorgung: Reaktionsprodukte in organische Abfälle	

**Versuchsdurchführung**

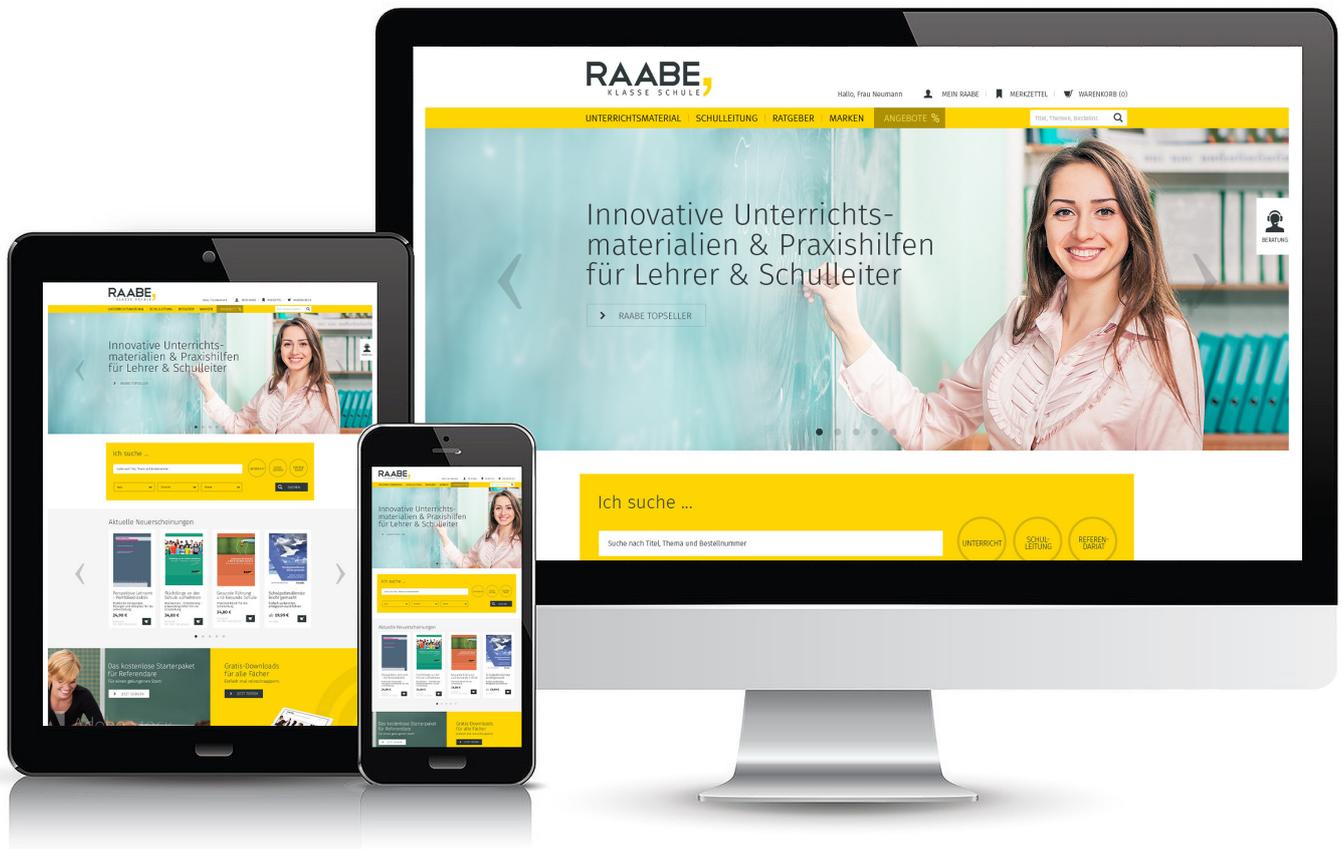
Geben Sie 1 ml Butansäure, 1 ml Ethanol und 1 ml Schwefelsäure in ein Reagenzglas und schwenken Sie es kurz. Erwärmen Sie die Mischung 10 min im 60 °C warmen Wasserbad. Entnehmen Sie mit einer Pasteurpipette einige Tropfen der oberen Phase und geben Sie sie auf ein Löschblatt. Riechen Sie vorsichtig daran.

**Auswertung**

Um die Schritte des Reaktionsmechanismus zur Synthese des Fruchtaromas aus Butansäure und Ethanol nachzuleiten, benötigen Sie folgende Fakten:

- Ein Kohlenstoffatom kann vier Bindungen ausbilden. Sind es nur drei, trägt es eine positive Ladung, da die Anzahl der Elektronen und der Protonen im Kern nicht mehr übereinstimmt.
- Das Kohlenstoffatom einer Carboxylgruppe trägt eine positive Partialladung, da die Sauerstoffatome elektronegativer sind und die Bindungselektronen anziehen. Sie tragen demnach eine negative Teilladung.
- Eine nucleophile (kernliebende) Position in einer funktionellen Gruppe erkennen Sie an freien Elektronenpaaren, einer negativen Partialladung oder einer negativen Ladung. Eine elektrophile (elektronenliebende) Position zeichnet sich dementsprechend durch eine positive Partialladung oder eine positive Ladung aus. Da die elektrophile Position sich durch Elektronenmangel auszeichnet und die nucleophile durch einen Elektronenüberschuss, greift das freie Elektronenpaar des Nucleophils das Elektrophil an. Dies wird mit einem Pfeil symbolisiert.
- Ein Katalysator setzt die Aktivierungsenergie einer Reaktion herab und wird bei einer Reaktion nicht verbraucht, sondern geht unverändert daraus hervor. Bei einer säurekatalysierten Veresterung wirken die Protonen der Schwefelsäure als Katalysator.

## Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



### Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**