

II.C.42

Vielfalt organischer Verbindungen

Echt duftend und aromatisch – von den Alkoholen zu den Estern

Sylvia Pross, Weimar (Lahn)



© RAABE 2019

© Thinkstock/istock

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 zugrunde liegenden Mechanismus im Kontext der Duftstoffe schülernah über die Oxidationsreihen der 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 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 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 Riehzellen, während der Mensch über ca. 20 Millionen verfügt.

Beim Geruchseindruck wird zwischen der Aufmerksamkeitsschwelle, ab der man sich eines Duftes bewusst wird, der Erkennungsschwelle, bei der ein Duft 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 zu Handlungen 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 in der Natur nachgewiesen werden können. Naturidentische und künstliche Aromastoffe werden durch chemische Synthesen gewonnen. Naturidentische Stoffe sind chemisch gleich zu einem natürlichen Aromastoff oder einer 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. im Zuge einer Projektwoche.

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 erhalten 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 Parfumherstellung 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 Filmszene des Films *Das Parfum* 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 geschriebenen 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 Parfums und definiert dabei die Kopf-, Herz- und Basisnote.)

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

Filmszene III: Mazeration und Enfleurage froid (Madame Arnulfi schreitet durch die Reihen der Gesellen, die Blüten in auf Rahmen gestrichenes Fett drücken. Druot schickt Grenouille los, um zu überprüfen, 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. Anhand einer vorgegebenen 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** leiten die Lernenden den Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung anhand des Donator-Akzeptor-Prinzips her. 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 R/S-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. Schrödel Verlag. Stuttgart 2009*
- ▶ http://www.chemie.de/lexikon/%C3%84therisches_%C3%96l.html
- ▶ https://www.chemie-schule.de/KnowHow/%c3%84therisches_%c3%96l
- ▶ http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/12_05.htm
Informationen zu ätherischen Ölen.
- ▶ 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_aramen-54440.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

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

Parfumherstellung

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

Chemikalien:	<input type="checkbox"/> Ethanol  
	<input type="checkbox"/> Mindestens 3 ätherische Öle
Geräte:	<input type="checkbox"/> Schutzbrille
	<input type="checkbox"/> Verschließbares, dunkles Glasfläschchen
	<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)

Chemikalien:	<input type="checkbox"/> Orangenöl
	<input type="checkbox"/> Palmarosaöl
	<input type="checkbox"/> Vanilleöl
Geräte:	<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

Chemikalien:	<input type="checkbox"/> Wasser
	<input type="checkbox"/> Öl
	<input type="checkbox"/> Ethanol  
	<input type="checkbox"/> Heptan    
Geräte:	<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 das Wasserbad (mind. 150 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 Buttersäure****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.

M 1

Duft- und Aromastoffe

Duft- und Aromastoffe begleiten uns in fast allen Bereichen des Lebens. Ob es nun das Lieblingsparfum, duftende Cremes, der Duft von frisch aufgebrühtem Kaffee oder von frischen Früchten ist.



Aufgaben

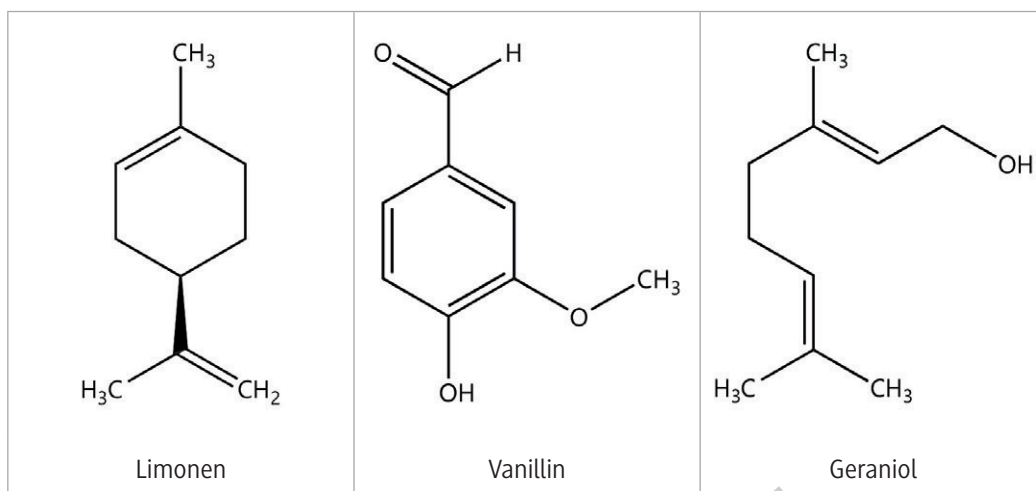
- Notieren** Sie innerhalb von 30 Sekunden alle Begriffe, die Ihnen zu den unten aufgeführten Oberbegriffen einfallen:
z. B.: Strand → Meer, Sand, Strandkrabbe, Flip-Flops, Muscheln etc.
- Vergleichen** Sie in einer 4er-Gruppe die Begriffe und **streichen** Sie doppelt oder mehrfach genannte **an**. Dieses Vorgehen wird unter den 4er-Gruppen anschließend wiederholt. Für die nur einmal genannten Begriffe erhält die 4er-Gruppe einen Punkt.

Oberbegriffe einzeln aufdecken:

Parfum	Gestank
Alkohol	Aromastoffe
Aldehyd	ätherisches Öl
Wasserdampfdestillation	Vanille
Kosmetik	Duftstoffe

M 4

Die Kopf-, Herz- und Basisnote



Sie sehen hier die Strukturformeln der Schlüsselaromastoffe der ätherischen Öle aus der Orange, der Vanille und der Geranie (Palmarosa).

Aufgabe 1

Formulieren Sie eine Hypothese (begründete Vermutung), zu welcher Note (Kopf-, Herz-, Basisnote) die drei ätherischen Öle jeweils gehören. **Überprüfen** Sie anschließend Ihre Hypothese mit einem einfachen Flüchtigkeitstest.

Schülerversuch: Parfumkreation

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

**Chemikalien**

- Orange ätherisches Öl
- Palmarosa ätherisches Öl
- Vanille ätherisches Öl

Geräte

- Schutzbrille
- Filterpapier
- Stoppuhr
- Pipette

Entsorgung: Die Filterpapiere können im Hausmüll entsorgt werden

Versuchsdurchführung

Tropfen Sie mit einer Pipette jeweils einen Tropfen des Stoffes A und B auf je ein Filterpapier. Es wird die Zeit gemessen, bis der entstandene Fleck nicht mehr sichtbar ist.

Aufgabe 2

Werten Sie den Versuch aus.