

Unterrichtseinheit Naturstoffe (Basisfach)

Die Stoffklasse der Fette

Informationen für die Lehrkraft

Die Fette werden im Beispielcurriculum vor den Kohlenhydraten und Proteinen unterrichtet. Dafür spricht eine evtl. bessere Anknüpfung an die Gleichgewichtslehre, die oft anhand der Estersynthese eingeführt wird. Zwingend im Sinne einer Voraussetzung für die folgenden Themen ist der Beginn mit dem Thema Fette allerdings nicht.

Im Vorfeld der Unterrichtseinheit sollte sichergestellt sein, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen zu den Alkanolen, Alkansäuren und Estern inkl. der funktionellen Gruppen reaktiviert haben.

Die Thematik „Fette“ kann mit Hilfe einer Lernbox zum größten Teil von den Schülerinnen und Schülern eigenverantwortlich bearbeitet werden. Im Folgenden werden Hinweise zum Einsatz der Lernbox und den darin enthaltenen Versuchen beschrieben. Die einzelnen Themenboxen können allerdings auch einzeln, in kurzen Selbstlernphasen bzw. Praktikumseinheiten eingesetzt werden. Dazu können die jeweiligen Seiten aus dem Gesamtdokument ausgeschnitten werden.

Themenbox 1 Aufbau der Fett-Moleküle

- In der ersten Aufgabe wird die allgemeine Struktur eines Fettes als Triacylglycerin bzw. Triglycerid in den Blick genommen. Dabei werden die schematischen Darstellungen in eine Strukturformel überführt. Es wird dabei klar, dass Fette „Dreifachester“ sind. Die genaue Struktur der Fettsäuren wird hier noch außer Acht gelassen, die Reste werden mit Halbstrukturformeln dargestellt.
- In der zweiten Aufgabe rücken dann die Fettsäuren mit ihren spezifischen Strukturmerkmalen in Bezug auf die gesättigten bzw. ungesättigten Fettsäuren in Blick. Dabei werden auch die wichtigsten Fettsäuren anhand ihrer Halbstrukturformeln unterschieden.

Themenbox 2

Die Eigenschaften von Fetten

Mithilfe zweier recht einfacher Versuche werden wichtige Eigenschaften der Fette untersucht. In Aufgabe 1 sollen die Schülerinnen und Schüler Vorhersagen zum Löslichkeitsverhalten von Fett in verschiedenen, ihnen bekannten Lösungsmitteln treffen. Die Hypothesen sollen dann experimentell für Heptan, Wasser und Ethanol überprüft werden.

Materialien: **Heptan, Ethanol, Wasser, Fett**

3 Reagenzgläser und Reagenzglasgestell, Spatel, 3 Stopfen

Hinweis: Es ist dabei darauf zu achten, dass wirklich nur mit sehr kleinen Mengen an Fett gearbeitet wird, so dass tatsächlich auch ein merkliches Lösen wahrgenommen werden kann. Beginnend mit jeweils sehr kleinen Fett-Portionen kann somit auch das Löslichkeitsverhalten abstuft beobachtet werden.

Für die Fettfleckprobe eignet sich eine Auswahl an verschiedenen Lebensmitteln: **Käse, Wurst (Salami), Karotte, Gurke, Kuchen, Brot** etc. Um die Proben jeweils zu trocknen, sollte ein **Fön** bereitgelegt werden.

Um den Einfluss der Doppelbindung in den Fettsäureresten auf den Schmelzbereich besser verstehen zu können, können die Schülerinnen und Schüler mithilfe des Molekülbaukastens entsprechende Modelle bauen. Damit ist die erschwerte dichte Packung der Fett-Moleküle ausgehend vom Knick in der C-Atomkette auch haptisch erfahrbar. Ein Vergleich zu Molekülen mit gesättigten Fettsäureresten macht die schwächeren Wechselwirkungen verständlich.

Themenbox 3

gesättigte und ungesättigte Fettsäuren

Hier steht der Nachweis der ungesättigten Fettsäuren im Mittelpunkt. Dieser erfolgt durch die Entfärbung einer Iod-Stärke-Lösung aufgrund der Addition von Iod an die Mehrfachbindung(en) der ungesättigten Fettsäurebausteine.

Die Versuchsidee entstammt einer [Anleitung des Instituts Dr. Flad](#).

Hinweise zur Rechercheaufgabe: Informationen zu [Palmin®](#) und [Kokosfett](#).

In A1 sollen sich die Schülerinnen und Schüler ein experimentelles Vorgehen überlegen, um die sauren Eigenschaften von ranzigem Fett zu überprüfen. Es ist zunächst nicht daran gedacht, dies auch experimentell durchzuführen. Die QR-Codes am Rand führen zu Internetseiten von Prof. Blume, wo verschiedene Möglichkeiten beschrieben sind. Für interessierte Schülerinnen und Schüler kann evtl. ein vergleichender Nachweis von frischem und ranzigem Fett (das sich oft aufgrund der extrem langen Lagerzeit im Kühlschrank der Chemie-Sammlung gebildet hat) erfolgen.

Themenbox 4

Wozu sind Fette gut?

Ausgehend von der Alltagsvorstellung, Fett sei ungesund und eher zu meiden, sollen hier auch die Vorteile des Speicherstoffs Fett im Vergleich zu Kohlenhydraten dargestellt werden. Würden die Menschen den gleichen Energiemenge in Kohlenhydraten im Vergleich zu Fetten speichern, so bräuchten wir dazu die ca. 2,3-fache Masse!

Ergänzend kann nach [Franke-Braun](#) in einem Demo- oder auch Schülerversuch der Energiegehalt von verschiedenen Brotsorten ermittelt werden. Das dafür benötigte Low-Cost Kalorimeter findet sich in vielen Chemie-Sammlungen. Der Versuchsaufbau entspricht zu großen Teilen dem bekannten Vorgehen zur Bestimmung der Verbrennungsenthalpie von Holzkohle.

Statt mit einer Sauerstoffgasflasche, kann auch mit Gasbeuteln (Infubags) aus der Medizintechnik gearbeitet werden. Dabei werden statt der Gasflasche mehrere Gasbags zu Beginn des Versuchs mittels Hahnbank oder Dreiwegehahn an die Apparatur gekoppelt. Durch leichten Druck auf den Beutel kann der Sauerstoffdurchfluss geregelt werden. Ist ein Beutel leer, wird an der Hahnbank auf den nächsten noch vollen Beutel umgestellt. Leere Beutel können so auch während des Versuchs durch die Lehrkraft wieder nachgefüllt werden.

In A1 und A2 geht es um den Einsatz von Pflanzenölen als Treibstoffe und deren Umesterung an konkreten Beispielen. Hiermit kann ein Bezug zur Bildung für nachhaltige Entwicklungen (BNE) hergestellt werden.

Themenbox 5

Vertiefung: Fetthärtung

Die Fetthärtung wird vom Bildungsplan nicht verlangt, stellt aber eine überaus interessante und gut anzubindende fachliche Erweiterung dar. In den vorherigen Themenboxen haben sich die Schülerinnen und Schüler intensiv mit den Auswirkungen der Doppelbindungen in den Fettsäureresten beschäftigt. Bei der Fetthärtung, durch Hydrierung der Doppelbindungen, kommt es zu einer Erhöhung des Schmelzbereichs des Fettes bzw. Öls. Damit können aus Pflanzenölen sogenannte Pflanzencremes und auch Margarine hergestellt werden.

Versuch:

Materialien: **Reagenzglas und Gestell, konz. Schwefelsäure, dest. Wasser, Olivenöl, Zinkpulver, Becherglas mit kaltem Wasser, PE-Pipetten (1 ml und 3 ml)**

In dem Versuch kann das Härten eines Pflanzenöls durch Hydrierung der Doppelbindungen nachvollzogen werden. Als Pflanzenöl sollte dabei ein Öl mit einer hohen Anzahl an ungesättigten Fettsäure-Bausteinen dienen. Evtl. wurden hierzu in Themenbox 3 schon Untersuchungen angestellt und eine reflektierte Auswahl kann auf der Grundlage dieser Versuchsergebnisse erfolgen.

Für den Versuch müssen unbedingt die Schutzmaßnahmen (Schutzkittel, Schutzbrille und Abzug) beachtet werden! Ein Becherglas mit kaltem Wasser zum abschließenden Kühlen sollte bereitgestellt werden. Der Versuch dauert ca. 30 min. bis die Reaktion der Schwefelsäure mit dem Zink beendet ist und die Mischung abgekühlt ist. Daher ist ein Betrachten der Versuchsergebnisse erst in der darauffolgenden Stunde sinnvoll. Wurde zu viel Zinkpulver zugegeben, so sammeln sich die Reste in dem deutlich viskoser vorliegenden lipophilen Anteil als graue Klumpen. Wird zu wenig Zinkpulver zugegeben (was bei Schülerinnen und Schülern eher nicht der Fall ist), ist die Härtung kaum wahrnehmbar.

Materialien: **Reagenzglas und Gestell, konz. Schwefelsäure, dest. Wasser, Olivenöl, Zinkpulver, Becherglas mit kaltem Wasser**

Themenbox 6 Esterspaltung und Verseifung

Hier geht es um die Herstellung von Seife aus Fett, die in Lage ist, Fett von den Händen abzuwaschen.

Der einführende Text liefert die Grundlagen und unterscheidet dabei die Natrium- und Kalium-Salze der Fettsäuren.

Im Zentrum der Themenbox steht aber die Herstellung von Seife im Handversuch: Vorbereitend machen sich die Schülerinnen und Schüler Gedanken zum Vorgehen, indem sie die Versuchsschritte zunächst chronologisch ordnen sollen. Der Versuch selbst ist relativ einfach. Es ist darauf zu achten, dass das Schnappdeckelglas zusätzlich in einen Ziplockbeutel eingepackt wird. Bei der Verseifungsreaktion kann es zu einem leichten Überdruck kommen und das Gläschen ist dann nicht mehr ganz dicht. Die auslaufende Flüssigkeit (hauptsächlich Natronlauge) kann dann im Ziplockbeutel aufgefangen werden und es entsteht kein direkter Hautkontakt. Schon nach kurzer Schüttelzeit setzt sich am oberen Rand des Gläschens ein Feststoff ab, den man in A2 mit entmineralisiertem Wasser versetzt. Durch Schütteln lässt sich ein Aufschäumen beobachten.

Ergänzend zu dem einfachen Handversuch kann in einem doppelstündigen Praktikum Seife im Kaltverfahren hergestellt werden. Die dabei entstehenden Seifen sind äußerst dekorativ und auch tatsächlich zum Händewaschen geeignet. Die ausgetüftelte Versuchsanleitung wurde von Dr. Tanja Kolly (Kantonschule Baden) bei vielen Lehrerfortbildungen vorgestellt und ist in der Unterrichtssituation mehrfach erprobt.



Seifenherstellung_Kalt
verfahren_Kolly.pdf

Als weitere **Vertiefung** der Verseifungsreaktion kann abschließend der **Reaktionsmechanismus** betrachtet werden. Dabei kann entweder dieser zunächst recherchiert oder als Input gegeben werden, bevor in einer Anwendungsaufgabe dieser konkret auf die Spaltung des Essigsäureethylesters angewandt wird.