

Seife aus Chips – wie man mithilfe von Fetten Fettflecken entfernt

Jochen Hermanns, Würselen

Niveau: Sek. I/II

Dauer: etwa 3–4 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler¹ können ...

- chemische Konzepte auswählen und diese anwenden.
- Modelle zur Erklärung chemischer Vorgänge nutzen.
- chemische Sachverhalte sachlich fundiert begründen.
- übergeordnete Prinzipien zur Lösung chemischer Probleme beschreiben.
- Hypothesen aufgrund von Theorien, Konzepten und Modellen generieren.
- theoretische Überlegungen in korrekter Fachsprache dokumentieren.

Der Beitrag enthält Materialien für:

- ✓ Schülerexperimente
- ✓ Hausaufgaben
- ✓ Vorbereitung auf die Qualifikationsphase

II/C

Hintergrundinformationen

Die Veresterung, meist durchgeführt anhand der Herstellung von Ethylacetat, ist in Hinblick auf die Thematik des Gleichgewichts eine der Klassiker der Schulchemie. In der Regel werden im Laufe eines Schülerlebens auch die Tenside angesprochen. Im besten Fall stellen die Schüler dabei fest, dass Fettsäuren eigentlich gute Tenside wären. Mit etwas Glück bleibt dann bei der Behandlung des chemischen Gleichgewichts noch genügend Zeit, die Rückreaktion der Veresterung – die Verseifung – zu besprechen. Wie wäre es jedoch, wenn die Schüler all dies in einem Experiment verbinden könnten und so erfahren, wie eng die Beziehung zwischen Fett und Tensid wirklich ist? Zugegeben, das Experiment der Verseifung ist nicht neu zu erfinden, es jedoch lebensnäher zu gestalten, hat sich in den letzten Jahren als erfolgsbringend erwiesen.

Dazu kam mir klassischerweise zunächst Butter in den Sinn. Die bei sommerlichen Temperaturen freigesetzte Buttersäure – erfahrungsgemäß kommt man zeitlich vorher nicht dazu, den Versuch zu thematisieren – brachte mich dazu, Ersatzstoffe zu suchen. Teewurst als eines der fettigsten Lebensmittel schien mir geeigneter, doch leider ist sie den Schülern eher unbekannt. Ich ließ meine Schüler kurzerhand selbst wählen, wobei die Wahl am häufigsten auf Chips und Salami fiel.

Als Gesundheitsbeauftragter ergänzte ich den Vergleich zwischen einem normalen und einem Lightprodukt. Die immer noch esslöffelgroßen Fettportionen im Lightprodukt machen den Versuch ebenso unvergesslich wie die nach Pizza duftende Seife, mit der man sich tatsächlich die Hände waschen kann.

¹ Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Der Versuch kann prinzipiell in der Sekundarstufe I eingesetzt werden. Wenn in Klasse 7 die Trennverfahren besprochen werden, ist beispielsweise das relativ gefahrlose Ausschütteln von Fett mit Ethanol möglich. Im Anschluss lässt man das Lösemittel im Abzug abdampfen oder trennt alternativ durch Destillation Fett und Ethanol. Zusätzlich können Sie für den Lehrerversuch Lauge hinzugeben und die Lösung schließlich aufkochen, bis sie schäumt. Dabei ist es wichtig, den Schülern zu erörtern, dass aus dem Fett Seife wird. Eine Thematisierung der Gemische ist hierbei sinnvoll, um dabei festzustellen, dass sich Gleiches in Gleichem löst – z. B. Fette in Tensiden, die wiederum aus Fetten hergestellt wurden.

Fachübergreifend lässt sich der Versuch auch für Wahlpflichtbereiche durchführen. Beispielsweise kann im Bereich der Gesundheitserziehung ermittelt werden, in welchen Lebensmitteln wie viel Fett enthalten ist. Der geschichtliche Hintergrund liefert die Vermutung, dass Fleisch einst auf der Feuerstelle Fett abgab, das wiederum auf Pottasche traf und in der Hitze zu schäumen begann. Selbstverständlich kann im Anschluss hier das professionelle Seifensieden mit feinsten Parfums und ätherischen Ölen geübt werden.

Primär ist dieser Versuch für die Sekundarstufe II vorgesehen. Wenn Sie mit der Reihe zum chemischen Gleichgewicht am Ende angelangt sind und die Veresterung dabei thematisiert haben, sollten Sie nun die Grundstruktur aller Fette erklären. Meist haben Schüler hierzu viele Fragen. Auf solche wie „Welches Fett ist das gesündeste?“, „Was sind (un-)gesättigte Fette?“ oder „Was bedeutet Fetthärtung/Hydrierung?“ sollten Sie vorbereitet sein. Geben Sie Ihren Schülern nun ein paar Beispiele für Fettsäuren. Unter dem Suchbegriff „Fettsäuren“ können Sie oder die Schüler als vorbereitende Hausaufgabe im Internet zahlreiche Übersichten finden. Lassen Sie die Lernenden zur Übung ruhig ein paar einfache Triglyceride mit verschiedenen Säuren zeichnen oder diesen ihre Namen zuordnen. Ob Sie dabei auf den Sättigungsgrad oder *cis/trans*-Isomerie eingehen, hängt vom Kenntnisstand der Schüler ab. Spannend sind auch die Unterschiede zwischen Ölen und Fetten und die begründeten Zusammenhänge mit tierischem oder pflanzlichem Ursprung. Seien Sie hier offen und kreativ für Fragen, Ideen, Anregungen und Reaktionen der Schüler.

Durchführung

In der ersten Stunde der Einheit werden Fette und ihre Gewinnung (**M 1a und b**) genauer betrachtet. Wenn Sie Fett mittels eines Soxhlet-Aufsatzes (**M 1a**) extrahieren möchten, rechnen Sie für den Versuch eine Doppelstunde ein (Aufbau, Befüllen, Aufheizen und fünf Durchläufe) und etwa 30 Minuten, wenn Sie mit Ethanol direkt extrahieren lassen (Wirbelextraktion **M 1b**). Den Aufbau der Soxhlet-Apparatur sollte man, wenn überhaupt, nur versierten Schülern anvertrauen. Hinweise zum Umgang mit einer Soxhlet-Apparatur finden Sie bei den Literaturhinweisen. Dort sind auch Quellen für die Versuchsvorschriften angegeben. Bedenken Sie, dass der Aha-Effekt am größten ist, wenn Sie nicht erwähnen, dass Seife hergestellt wird, sondern die Schüler beim Schäumen der Suspension (**M 2**) plötzlich aufmerksamer beobachten.

Stellen Sie als Einstieg zunächst die Frage, welche Fette untersucht werden sollen. Geben Sie Gelegenheit zu einer kurzen Murrephase. Ob Sie dabei die Vorgaben machen, z. B. ein pflanzliches und ein tierisches Fett oder ein reines und ein verarbeitetes Fett zu untersuchen, ist Ihnen überlassen. Da Chips und Salami(-pizza) schülernahe Lebensmittel sind, können Sie diese jedoch auch vorgeben. Es empfiehlt sich, hier die Schüler einzubeziehen und diese die Lebensmittel mitbringen zu lassen. Das erhöht das Interesse und die Identifikation mit dem Versuch und dem Produkt. In der folgenden Doppelstunde müssen Sie zügig arbeiten. Stellen Sie dem Plenum nun die möglichen Extraktionsmethoden vor: das Ausschütteln von Lösungen oder die Soxhlet-Extraktion. Sicherlich hängt dies auch von den gegebenen Möglichkeiten ab. Bei

der Soxhlet-Extraktion sollten Sie mindestens fünf Extraktionsdurchläufe abwarten. Das Lösungsmittel können Sie nun bis zur nächsten Stunde im Abzug abdampfen lassen, falls Sie das Fett auswiegen wollen, um die Menge an zuzusetzender Natronlauge zu berechnen (**M 3**, Expertenaufgabe). Die Soxhlet-Extraktion ist dank des heißen Lösungsmittels deutlich effektiver, aber auch zeitintensiver.

In der nächsten Stunde, bis zu der das Lösungsmittel auch vollständig verdampft sein sollte, wird das Fett mit Natronlauge mindestens 10 Minuten gekocht (s. **M 2**). Nach dem Abkühlen im Wasserbad scheidet sich Kernseife ab. Waschen Sie diese mit etwa 100 ml kaltgesättigter Kochsalzlösung (Haushaltssalz genügt) pH-neutral. Sie können auch zum Abkühlen direkt kalte Salzlösung hinzugeben (vgl. **M 2**).

Tipp: Salzen Sie vor dem Unterricht selbst aus, damit in der letzten Stunde der Einheit die Seife untersucht werden kann. Geben Sie ein Stückchen Seife in ein Reagenzglas und schütteln Sie es nach Wasserzugabe. Der Schaum lässt die meisten Schüler errahnen, was geschehen ist. Wer möchte, kann hier noch auf den Tyndall-Effekt oder auf die Bildung von Mizellen eingehen. Abschließend ist ein Vergleich mit kommerziellen Seifen sinnvoll. Geben Sie auf ein paar identische Stoffstücke etwas von dem fettigen Lebensmittel und reiben Sie das Fett vor den Augen der Schüler in den Stoff ein. In verschiedenen Bechergläsern mit warmem Waschwasser können nun die Seifen gegeneinander antreten. Während freiwillige Schüler mit Glasstäben die Waschmaschine simulieren, kann die Thematik der anionischen und kationischen Tenside angerissen werden. Um den Prozess zu beschleunigen und vor Ende der Stunde ein Ergebnis zu erhalten, kann ein Fön helfen. Erfahrungsgemäß lässt sich das Fett mit allen Seifen auswaschen, der Farbstoff in Chips (z. B. Carotinoide wie das Capsanthin) jedoch nicht.

Sind Leerlaufphasen zwischen den Verfahrensschritten oder möchten Sie vorbereitende Hausaufgaben geben, nutzen Sie dazu das Arbeitsblatt **M 3** oder Ausschnitte aus den in der Literatur genannten Texten zu Tensiden, Seifen, Vergrauung usw. Die Aufgaben hier sind optional und gehen auf alle möglichen Aspekte eines Fettes ein.

In **M 4** können Zweier- oder Viererteams den Vorgang der Verseifung anhand eines sich gegenseitig ergänzenden Arbeitsblattes in einem kniffligen Wettbewerb beschreiben und erklären (Dauer etwa 25 Minuten).

II/C

Literatur

Die nachfolgenden Werke sind Schulbücher, aus denen man einzelne Abschnitte gut verwenden kann:

Asselborn, Wolfgang u. a.: Chemie heute S II. Schroedel. Braunschweig 2007. S. 326ff.

Immer noch mein Favorit für den Oberstufenunterricht, der mit der Geschichte der Seifen beginnt und experimentell über den Tyndall-Effekt zu synthetischen Tensiden und Gewässerschutz kommt. Das Experiment in **M 2** ist daran angelehnt.

Demuth, Reinhard u. a.: Chemie im Kontext. Cornelsen. Berlin 2006. S. 32ff, 38ff, 364ff.

Das Thema „Seife und moderne Tenside“ bietet eine gute und sehr einfache Übersicht über Tenside und den Zusammenhang mit der Wasserhärte. Die Seiten 38ff. liefern einen Eindruck von der Weiterentwicklung der Kernseife zu modernen Kosmetika. Ab Seite 364 folgt eine Übersicht über die Struktur und Eigenschaften von z. B. Öl-Wasser-Emulsionen.

Gietz, Paul u. a.: Elemente Chemie Oberstufe. Klett Verlag. Stuttgart 2015. S. 285ff. Das Kapitel liefert einen fachlich anspruchsvollen Überblick über den Mechanismus der Esterbildung und -spaltung. Es folgt die alternative Vorgehensweise – die Umesterung zu Biodiesel.

Tausch, Michael; von Wachtendonk, M.: Chemie 2000+ – SII C.C.Buchver. Bamberg 2007. S. 367ff.

Hier wird die Thematik der Weiterentwicklung von Tensiden über Mizellen zu Zellwänden beschrieben.

Internetquellen zur Soxhlet-Extraktion:

http://www.chids.de/dachis/praktikumprotokolle/PE0129Extraktion_von_Fetten.pdf

Skript der Uni Marburg zur quantitativen Extraktion von Fett aus Erdnüssen mit Chloroform

<http://www.chemieunterricht.de/dc2/milch/fettgeha.htm>

Skript für Schüler mit Aufbau und Hinweisen von Prof. Blume.

<http://www.seilnacht.com/versuche/extrah.html>








Versuchshinweise zu beiden Extraktionsmethoden mit vielen Fachbegriffserklärungen von Herrn Seilnacht.

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch

Die **Gefährdungsbeurteilungen** finden Sie auf  **CD 61**.

M 1a	LV#	Die Extraktion mithilfe des Soxhlet-Verfahrens	
⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/>	Extraktionsgut	<input type="checkbox"/>
⌚ D: 75 min	<input type="checkbox"/>	(etwa 5–20 g, z. B. Chips)	Soxhlet-Apparatur mit Hülse für Extraktionsgut
	<input type="checkbox"/>	Lösungsmittel (Menge je nach Apparaturgröße, i. d. R. 250 ml, z. B. Ethanol)  	<input type="checkbox"/>
			Waage
			<input type="checkbox"/>
			Feststofftrichter
			<input type="checkbox"/>
			Mörser und Pistill
			<input type="checkbox"/>
			Rückflusskühler mit Schläuchen für Kühlwasser
			<input type="checkbox"/>
			Wärmequelle (z. B. Heizpilz)
M 1b	SV#	Die Gewinnung von Fett durch Wirbelextraktion	
⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/>	Extraktionsgut	<input type="checkbox"/>
⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/>	(etwa 5–20 g; z. B. Chips)	Gefäß zum Extrahieren (vorzugsweise 250-ml-Einhalbrundkolben oder -Erlenmeyerkolben)
	<input type="checkbox"/>	Lösungsmittel (Menge je nach Gefäßgröße, aber i. d. R. reichen 250 ml, z. B. Ethanol)  	<input type="checkbox"/>
			Feststofftrichter
			<input type="checkbox"/>
			Trichter und Filterpapier, um Raffinat abzutrennen
M 2	SV#	Die Spaltung von Fettsäureestern mittels Natronlauge	
⌚ V: 5 min	<input type="checkbox"/>	weißes Fett (z. B. aus Chips extrahiert oder Butter)	<input type="checkbox"/>
⌚ D: 15 min	<input type="checkbox"/>	Ethanol  	Wärmequelle (z. B. Heizpilz oder Magnetrührer)
	<input type="checkbox"/>	Natronlauge (10%ig) 	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	Kochsalz	passendes Gefäß (z. B. Rundkolben oder Becherglas)
	<input type="checkbox"/>	destilliertes Wasser	<input type="checkbox"/>
			passender „Deckel“ (z. B. Rückflusskühler oder Uhrglas)
			<input type="checkbox"/>
			Siedesteine oder Glasstab
			<input type="checkbox"/>
			Becherglas für die Aufarbeitung (250 ml)
			<input type="checkbox"/>
			Trichter
			<input type="checkbox"/>
			Filterpapier (oder Nutsche)
M 3	Ab	Vorsicht, heiß und fettig – Aufbau und Eigenschaften von Fetten	
M 4	Ab	Fit für den Leistungskurs? – Ein Wettbewerb zur Erklärung der chemischen Hintergründe des Versuchs	

II/C

Minimalplan

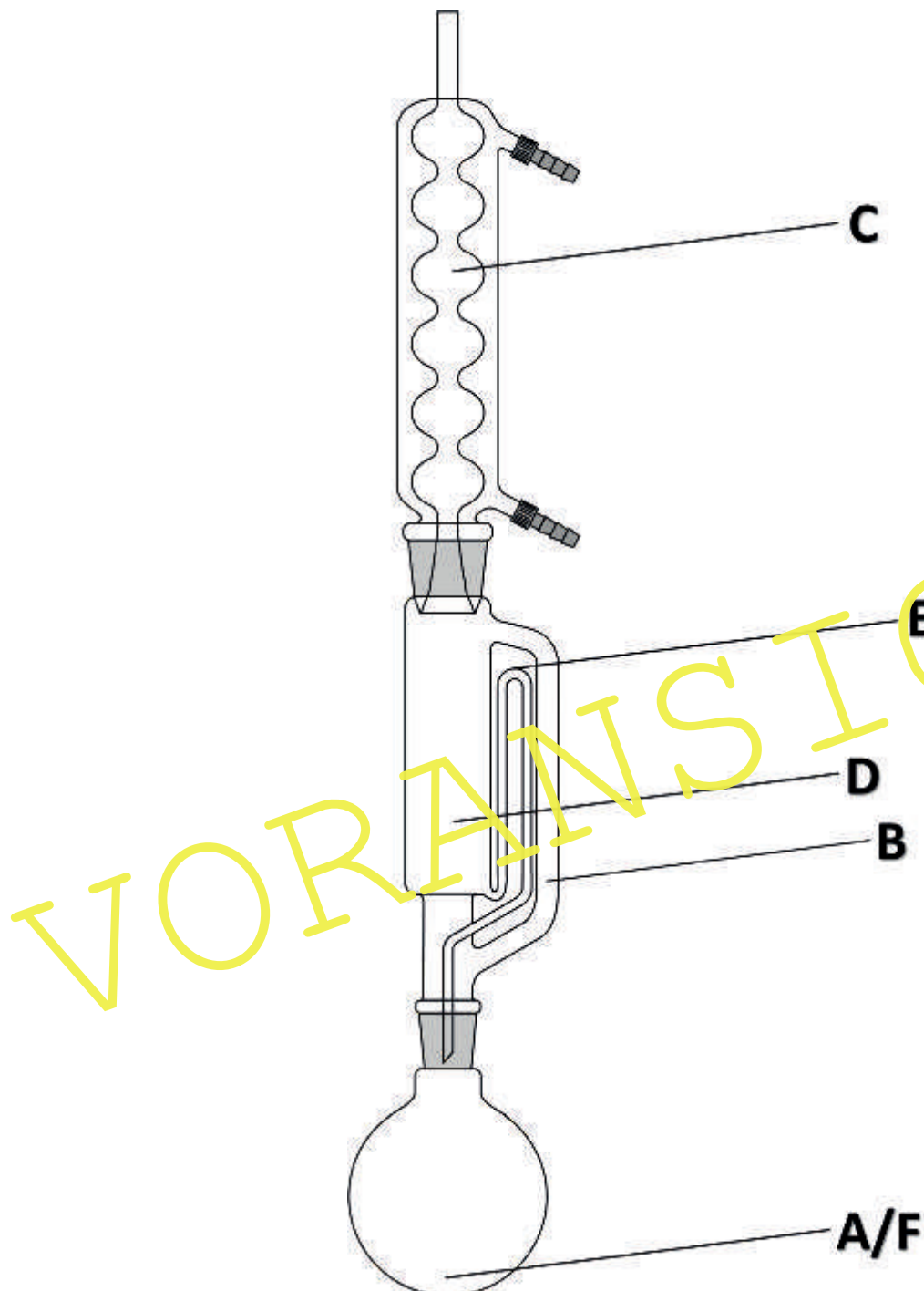
Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auf **drei bis vier Stunden** kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

1. Stunde (M 2 und M 3)	<p>Verseifen Sie ein fertiges reines, selbst mitgebrachtes Fett, z. B. Butter oder Rapsöl und stellen Sie anschließend durch Schaumbildung die Herstellung einer Seife fest. Verzichten Sie dabei auf das Aus-salzen. Das kann zum Vergleich parallel mit verschiedenen Fetten geschehen und ist in einer Unterrichtsstunde als Lehrerdemo- oder Schülerexperiment machbar.</p> <p>Vorbereitende Hausaufgabe: M 3, Aufgabe 4</p> <p>Anschließende Hausaufgabe: M 3, Aufgaben 1–3</p>
2. Stunde (M 3)	<p>Greifen Sie die Beobachtungen (Schaumbildung) auf und geben Sie im Lehrervortrag einen Abriss über Kern- und Schmierseifen und die Geschichte der Seifensiederei (etwa 15 Minuten).</p>
3. Stunde (ggf. 4. Stunde) (M 4)	<p>Besprechen Sie die Hausaufgabe (z. B. Vergleich in Kleingruppen, eine Gruppe überträgt auf Folie und stellt vor) und identifizieren Sie zur Wiederholung das Grundgerüst eines Fettes (etwa 10 Minuten).</p> <p>Lassen Sie in Partnerarbeit M 4 bearbeiten, sammeln Sie die Ergebnisse am Ende der Stunde ein, wenn keine Möglichkeit mehr zum Vergleich bleibt und verschieben Sie den Vergleich auf eine vierte Stunde, sonst folgt der Vergleich direkt in Partnerarbeit und anschließend im Plenum.</p>

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 14.

I/C

VORANSICHT

M 1a Die Extraktion mithilfe des Soxhlet-Verfahrens

II/C

Aufgabe

Ermitteln Sie durch Vermutungen und/oder Beobachtungen, was in welchem Teil der Soxhlet-Apparatur geschieht und welche Funktion die jeweiligen Bauteile haben. **Beschreiben** Sie die Vorgänge beginnend bei den Buchstaben A/F. **Erklären** Sie auch, warum A und F an derselben Stelle vorliegen.

M 2 Die Spaltung von Fettsäureestern mittels Natronlauge



© Thinkstock/iStock

Einen Ester haben Sie bereits mittels eines sauren Katalysators hergestellt und auch erfahren, dass er sich in einer Gleichgewichtsreaktion wieder spaltet. Doch was geschieht, wenn Sie einen besonderen Ester, ein Fett, mithilfe von Natronlauge spalten, wird Sie überraschen!

Schülerversuch: Spaltung von Fettsäuren mittels Natronlauge

🕒 Vorbereitung: 5 min 🕒 Durchführung: 15 min



Chemikalien/Gefahrenhinweise

- weißes Fett (z. B. aus Chips extrahiert oder Butter)
- Ethanol
- Natronlauge (10%ig)
- Kochsalz
- Leitungswasser

Geräte

- Wärmequelle (z. B. Heizpilz oder Magnetrührer)
- passendes Gefäß (z. B. Rundkolben oder Becherglas, etwa 250 ml)
- passender „Deckel“ (z. B. Rückflusskühler oder Uhrglas)
- Siedesteine oder Glasstab
- Becherglas für die Aufarbeitung (250 ml)
- Trichter
- Filterpapier (oder Nutsche)

⚠ Achtung: Tragen Sie unbedingt eine Schutzbrille! Es wird mit heißer Lauge gearbeitet! Arbeiten Sie mit Handschuhen!

Entsorgung: Überschüssige Kochsalzlösung kann über den Abfluss entsorgt werden. Alle anderen Lösungen müssen in das Gefäß für organische halogenfreie Lösungsmittel. Sollten Feststoffe anfallen, können diese im Restmüll entsorgt werden.

Versuchsaufbau

