

# Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

WS 08/09

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent: Jan Schäfer

Name: Sarah Henkel

Datum: 09.12.2008

Gruppe 11: Naturstoffe und Lebensmittel

Versuch: Margarine mit Emulgatoren aus Hühnereidotter (Assi)

## Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 15 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

## Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Formel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schul-einsatz
Palmin		100 g	-	-	-	S I
Pflanzenöl		4 EL	-	-	-	S I
Milch		4 EL	-	-	-	S I
Hühnerei		1 Eigelb	-	-	-	S I

## Geräte

- Plastischüssel (500 mL, hohe Form)
- Handmixer
- Esslöffel

## Aufbau



Abb. 1: Schematischer Versuchsaufbau. <sup>[12, 13]</sup>

## Durchführung

In einer Plastischüssel werden 100 g Palmin zunächst (mithilfe einer Mikrowelle) verflüssigt und dann mit einem Rührgerät zu einer geschmeidigen Masse verrührt. Dazu werden 4 Esslöffel Pflanzenöl gegeben, die gleichmäßig untergerührt werden sollen. Beim Hühnerei wird das Eiweiß vom Eigelb abgetrennt und das Eigelb in die Schüssel gegeben und eingerührt. Zu dieser Masse werden 4 Esslöffel Milch gegeben. Das Gemisch wird solange gerührt, bis eine homogene Masse entstanden ist. Für den Verzehr kann die Margarine noch mit etwas Salz gewürzt werden. Zum Erkalten kann die Margarine in den Kühlschrank oder ein Eisbad gestellt werden. Zwischen durch muss immer mal wieder umgerührt werden, um eine Entmischung der Bestandteile zu vermeiden.

## Beobachtung

Das farblose Palmin wird beim Erhitzen durchsichtig und flüssig. Mit dem Öl ist es gut mischbar und es entsteht eine leicht gelbe Masse, deren Farbe durch das Eigelb verstärkt wird. Beim Hinzugeben der Milch ist zu erkennen, dass sich Tröpfchen in der Masse bilden und dass sich zunächst ein heterogenes Phasengemisch gebildet hat. Nach einiger Zeit scheint sich jedoch ein homogenes Gemisch gebildet zu haben. Es muss hin und wieder umgerührt werden, da es sich wieder entmischt. Die Margarine wird im Kühlschrank sehr schnell hart.

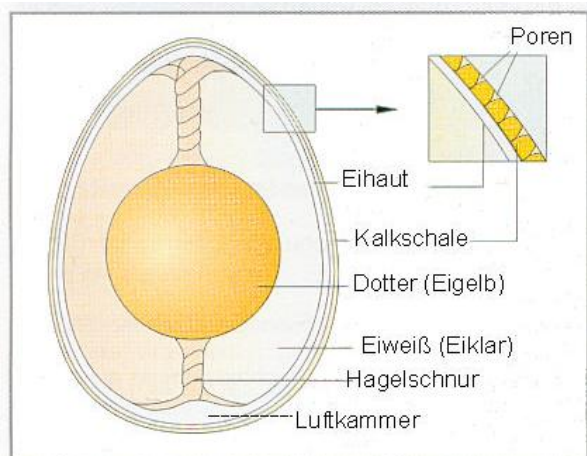
## Entsorgung

Die Margarine kann entweder verzehrt oder in den Restmüll gegeben werden.

## Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Margarine ist ein Butterersatz, der durch partielle Hydrierung von Pflanzen- oder Fischölen hergestellt wird. Durch die Hydrierung werden Wasserstoffatome an die Doppelbindungen in ungesättigten Fettsäuren addiert. Dadurch kommt es zur Fetthärtung. Die Fetthärtung findet solange statt, bis die gewünschte Konsistenz erhalten wird. Aus diesem Grund müssen die Hydrierungsbedingungen immer sorgfältig kontrolliert werden, damit keine vollständige Fetthärtung stattfindet. Eine Reduzierung aller Doppelbindungen würde zu einem so harten Fett führen, dass so hart ist, wie Rindertalg. Bei der Fetthärtung werden Platinkatalysatoren eingesetzt. Je größer der Anteil an ungesättigten Fettsäuren innerhalb eines Fettes ist, desto flüssiger ist es. Öle enthalten aus diesem Grund mehr ungesättigte Fettsäuren als feste Fette. Die Doppelbindungen stören im Fettmolekül die reguläre Anordnung und führen dazu, dass diese Stoffe bei Raumtemperatur flüssig sind. Butter wird im Gegensatz zu Margarine aus tierischen Fetten gewonnen. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die meisten Fette tierischer Natur sind. Öle haben ihren Ursprung dagegen meist in Pflanzen.

Das Hühnerei dient eigentlich der Fortpflanzung der Hühner. Der Mensch hat jedoch im Hühnerei ein wertvolles Nahrungsmittel gefunden. Zunächst scheint der Aufbau ganz einfach, da jeder weiß, dass das Ei aus drei verschiedenen „Stoffen“ besteht - dem Eiweiß, dem Eigelb



und der Eierschale. Beim genauen Betrachten fällt jedoch auf, dass dies nur ein Teil des Aufbaus eines Eis ist. Umgeben ist das Ei von einer Kalkschale, die dem Ei die feste Form gibt. Unter der Schale befindet sich eine weitere „Schale“ bzw. Hülle, die das eigentliche Ei umgibt - die Eihaut. Innerhalb der Eihaut befinden sich das Eiweiß und das Eigelb. Damit das Eigelb aber in der „Schwebe“ gehalten wird, ist es mit der Hagelschnur befestigt, die

Abb. 2: Aufbau eines Hühnereis. <sup>[10]</sup>

vom einen Ende der Eihaut zum anderen Ende reicht. Das Eigelb (auch Dotter genannt) ist wiederum von der Dotterhaut umgeben (in Abbildung 2 nicht eingezeichnet), die dafür sorgt,

dass auch das Eigelb seine runde Form beibehält. Am unteren Teil des Eis befindet sich eine Luftkammer, die die Schale vom eigentlichen Ei abtrennt. Die Prozentuale Verteilung liegt etwa bei 10 % Kalkschale, 60 % Eiklar und 30 % Eidotter.

Eier enthalten eine Vielzahl von bedeutsamen Nährstoffen. Besonders das Eigelb ist reich an Mineralstoffen wie Eisen und Calcium und Vitaminen. Es enthält sogar mehr „Eiweiß“ als das Eiklar. Die allgemeine Zusammensetzung des Eies besteht aus 74 % Wasser 13 % Eiweiß, 12 % Fett und 1 % Kohlenhydrate. Es ist deutlich zu sehen, dass Wasser den größten Anteil des Eies ausmacht. Beschränkt man sich jedoch bei der Betrachtung der Zusammensetzung nur auf das Eigelb, so ist nur noch ein Wassergehalt von 48,7 % vorhanden. Dagegen sind 32,6 % Fette und Lipide enthalten. Etwa ein Drittel des Fettanteils im Eidotter wird von Phospholipiden (Phosphatide) gebildet. Diese wiederum bestehen zu 75 % aus Phosphatidylcholinen (Lecithinen).

Der Begriff Lecithine kommt aus dem Griechischen *λεκιθος (lékithos)* und bedeutet Dotter.  $\alpha$ -Lecithine kommen in den Zellmembranen aller Lebewesen vor. Eine Ausnahme sind die Archaeobakterien. Es kommt vor allem im Eidotter, im Herzmuskel, im Blutplasma, im Hirn- und Nervengewebe, im Sperma, in Pilzen, in Hefen und ölartigen Pflanzensamen vor.

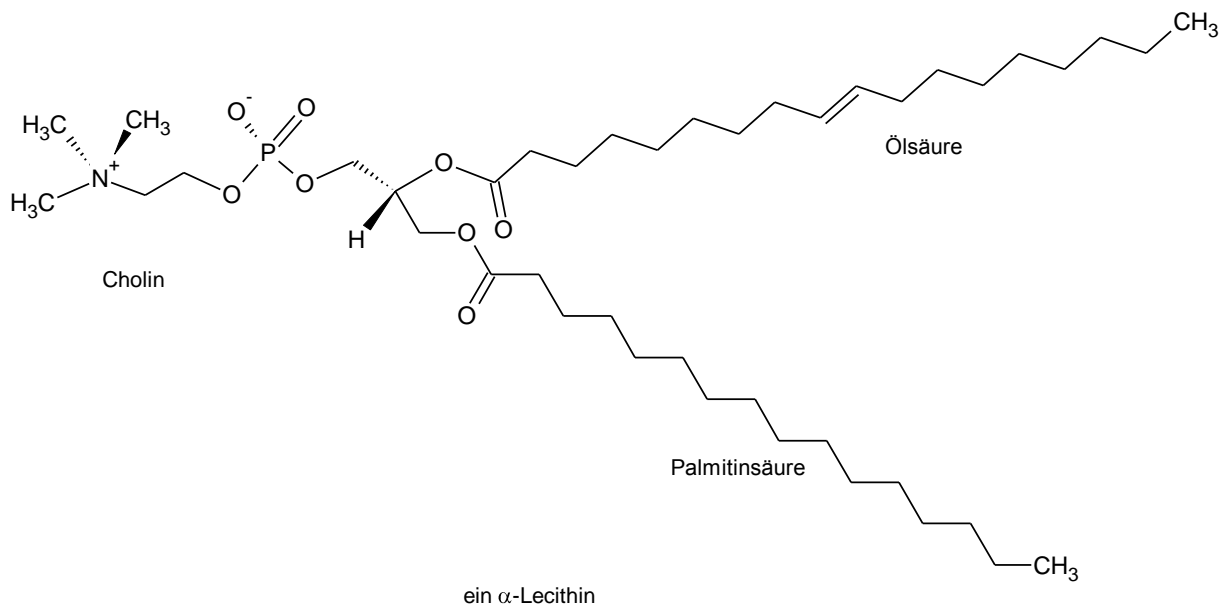


Abb. 3: Strukturformel eines  $\alpha$ -Lecithins.

Anhand der Strukturformel in Abbildung 3 ist zu sehen, dass ein Lecithin-Molekül aus einem apolaren hydrophoben Teil, den Kohlenwasserstoffketten, und einem polaren hydrophilen Teil, dem Cholinrest und der Phosphatgruppe bestehen. Durch diesen amphiphilen Aufbau der Moleküle sind sie dazu befähigt, sich im wässrigen Medium so anzuordnen, dass der hydrophile Teil den Wassermolekülen zugewandt ist und die hydrophoben Teile vieler Lecithin-

Moleküle sich zusammenschließen. Auf diese Weise bildet sich an einer Wasseroberfläche eine Monoschicht, bei der die hydrophilen Teile der Lipide ins Wasser ragen und deren hydrophobe Teile das Wasser meiden. Aus der Monoschicht können sich kugelförmige Micellen bilden, die in der Regel kleiner als 20 nm sind. Neben diesen beiden Formen existiert auch noch die Form der Doppelschicht, bei der zwei Monoschichten aneinander gelagert sind. Aus diesen Doppelschichten können wiederum kugelförmige Vesikel (Liposomen) entstehen.

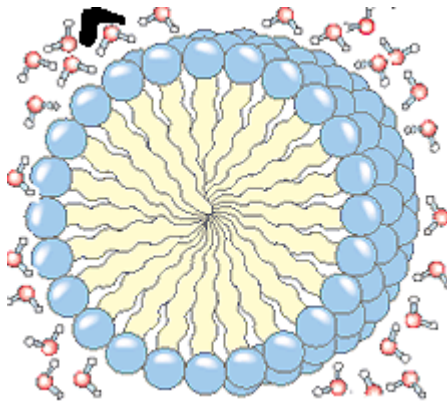


Abb. 4: Micelle in Wasser. <sup>[11]</sup>

Durch diese Eigenschaften werden Lecithine auch als Emulgatoren bei der Herstellung von Lebensmitteln wie zum Beispiel Margarine oder Mayonnaise eingesetzt. Sie verhindern, dass sich die wässrige und die nichtwässrige Phase voneinander trennen. Der Inhaltsstoff Lecithin in manchen Lebensmitteln wird mit der Bezeichnung E322 kenntlich gemacht. Lecithin gehört zu den natürlichen Emulgatoren. Neben diesen gibt es auch noch die künstlichen Emulgatoren. Emulgatoren sind im All-

gemeinen Stoffe, die die Mischung zweier nicht mischbaren Flüssigkeiten ermöglichen. Sie reichern sich an der Grenzfläche zwischen den beiden Phasen an. Es ergibt sich folglich eine Emulsion. Dies ist ein heterogenes Stoffgemisch aus zwei Flüssigen Phasen. Lecithine werden als Nebenprodukte bei der Raffination von pflanzlichen Ölen gewonnen. Die Hauptquelle ist Sojaöl.

Es gibt zwei Arten von Emulsionen, die vom Mengenanteil von Öl und Wasser abhängig sind. Ist der Gehalt des Öls geringer als der des Wassers, handelt es sich um eine Öl-in-Wasser-Emulsion. Im umgedrehten Fall ist es eine Wasser-in-Öl-Emulsion.

In diesem Versuch dient das Lecithin, das im Hühnereigelb enthalten ist der Emulsion von Öl und Wasser. Die Mischung aus Palmin, Pflanzenöl, Eigelb und Milch bleibt bestehen, da das Lecithin sich in dem Gemisch so anordnet, dass es die wässrige und die ölige Phase miteinander verbindet. Das hier vorkommende Wasser kommt aus der Milch, die selbst eine Emulsion aus Öl in Wasser ist.

## Methodisch-Didaktische Analyse

### **1 Einordnung**

Dieses Themengebiet gehört zum übergeordneten Themenbereich der „Angewandten Chemie“. Sowohl im Grund- als auch im Leistungskurs können im zweiten Halbjahr der Jahrgangsstufe 12 bestimmte Themen aus der chemischen Anwendung in den Unterricht integriert werden. Darunter fällt auch das Themengebiet der Grenzflächenaktiven Substanzen. Bei diesem Thema können zum einen Waschmittel und Tenside aber auch Emulgatoren behandelt werden, die vom Prinzip her den gleichen Molekülaufbau besitzen.

### **2 Aufwand**

Sowohl der materielle als auch der zeitliche Aufwand sind ziemlich gering. Die Materialien müssen zwar zuvor gekauft werden, damit die Margarine auch für den Verzehr geeignet ist. Ansonsten muss nur dafür gesorgt werden, dass genügend Rührgeräte und Schüsseln zur Verfügung stehen. Diese könnten natürlich auch von den Schülern mitgebracht werden. Wenn das Aushärten der Margarine im Kühlschrank stattfindet, geht dies auch sehr schnell vonstatten.

### **3 Durchführung**

Die Durchführung sollte in jedem Fall interaktiv mit den Schülern erfolgen, da keine gefährlichen Chemikalien verwendet werden und alles natürlicher Herkunft ist. Da dieser „Versuch“ sehr schnell geht (wenn das Palmin verflüssigt wurde), ist er durchaus in einer Einzelstunde durchzuführen. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die Theorie, die hinter dem Versuch steht, nicht zu kurz kommt. Von daher würde eine Doppelstunde das Thema besser abrunden und ein Ausgleich zwischen Theorie und Praxis wär möglich. Es wäre sogar möglich, die Margarine für einen bestimmten Anlass herzustellen und diese dann im gemeinsamen Kreis zu probieren. Dafür würde sich ein außerschulisches Treffen oder eine Stunde vor den Ferien anbieten.

## Literatur

- [1] NiU 18/2008 Heft Nr. 102.
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Hessischer Lehrplan: Chemie. 2008.
- [4] Mortimer, Charles, E. und Ulrich Müller: Das Basiswissen der Chemie. 8., komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. Thieme Verlag. Stuttgart 2003.

- [5] Beyer, Walter: Lehrbuch der Organischen Chemie. 24., überarbeitete Auflage mit 155 Abbildungen und 24 Tabellen. S. Hirzel Verlag. Stuttgart **2004**.
- [6] Gossauer, Albert: Struktur und Reaktivität der Biomoleküle. Eine Einführung in die Organische Chemie. WILEY-VCH. Zürich **2006**.
- [7] Bruice, Paula Y.: Organische Chemie. 5., aktualisierte Auflage. Pearson Studium. München **2007**.
- [8] Wiechoczek, Dagmar: Emulsionen: Gemische, die es eigentlich nicht geben dürfte. In: Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie.  
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/milch/emulsion.htm>. (05.01.2009).
- [9] Adam, Katrin: Experimentalvortrag. Das Hühnerei.  
[www.chids.de/dachs/expvotr/731Ei\\_Adam.ppt](http://www.chids.de/dachs/expvotr/731Ei_Adam.ppt). (05.01.2009).
- [10] INBAS GmbH: Qualifizierungsbaustein: Frühstücksbuffet. Element: Eier und Streichfette  
[www.ausbildungsvorbereitung.de/download/2430\\_ma\\_pf\\_qb\\_exfruehst\\_ab\\_08\\_1-7.pdf](http://www.ausbildungsvorbereitung.de/download/2430_ma_pf_qb_exfruehst_ab_08_1-7.pdf). (05.01.2009).
- [11] Wasser als Lösungsmittel, Lösungsvorgänge.  
<http://www.zum.de/Faecher/Materialien/beck/chemkurs/cs11-19.htm>. (05.01.2009).
- [12] Kidsvilla: <http://www.kidsvilla.de/ameise/ameisrez.htm>. (03.01.2009).
- [13] Landesbildungsserver Baden-Württemberg: [http://www.schule-bw.de/schularten/sonderschulen/unterstuetzte\\_kommunikation/nichtwann/traubenbaum.html](http://www.schule-bw.de/schularten/sonderschulen/unterstuetzte_kommunikation/nichtwann/traubenbaum.html). (03.01.2009).