

Emulsionen aus dem Alltag

Einfache Analyse auf Wasser- und Fettanteil

Helga Voglhuber

Bekanntlich sind Experimente mit Produkten, die den Schülern/innen aus dem Alltag bekannt sind, sehr beliebt. Salben, Cremes, Lotionen, fettreduzierte Margarinearten, Sprühsahne, Soßen usw. haben durch den Alltagsbezug eine hohe Schüler- und Schülerinnenrelevanz.

Im folgenden Abschnitt soll eine analytische Vorgangsweise vorgestellt werden, um einfach und schnell Emulsionen aus dem Alltag auf deren Wasser- bzw. Fettgehalt grob quantitativ zu untersuchen.

Zum Einstieg in die experimentelle Einheit sei vorweg eine fachliche Kurzinformation über Emulsionsarten dargestellt. In den Emulsionen¹⁾ sind zwei nicht miteinander mischbare oder lösliche Flüssigkeiten ineinander zerteilt (dispergiert). Neben Wasser werden als lipophile Substanzen im pharmazeutischen Bereich Paraffinöle, „fette“ Öle oder andere lipophile Flüssigkeiten, im Lebensmittelsektor Speiseöle und Speisefette verwendet. In der Emulsionskurzbezeichnung bedeutet W die hydrophile Phase, O die lipophile Phase.

O/W bedeutet Öl in Wasser Emulsion. Das Wasser ist der „Hauptträger“, das Dispergiermittel, in dem Lipidtröpfchen eingebettet sind, welche die innere disperse Phase bilden. Die Öltröpfchengröße kann 1 μm betragen, aber auch kleiner sein. O/W Emulsionen sind mit Wasser abwaschbar, lassen sich mit Wasser verdünnen, nicht aber mit Öl. Als Hautpflegeprodukt erzeugen sie keinen Fettfilm und ziehen rasch in die Haut ein. Im Lebensmittelsektor stellen z.B. Milch, Mayonnaise, Schlag- und Kochsahne diesen Emulsionstyp dar.

W/O bedeutet Wasser in Öl Emulsion. Das Öl ist der „Hauptträger“, das Dispergiermittel, kleine Wassertröpfchen sind darin dispergiert. Solche pharmazeutischen Produkte fühlen sich „fett“ an, ziehen langsam in die Haut ein, hinterlassen einen Fettglanz, sind mit Öl, aber nicht mit Wasser mischbar und folglich auch nicht mit Wasser abwaschbar.

Im Lebensmittelsektor können z.B. Diätmargarinearten mit unterschiedlichen Wasseranteilen in der Fettphase²⁾ zu den W/O Emulsionen gezählt werden. Ohne Emulgatoren ist eine stabile Emulsion nicht möglich. Emulgatoren sind

amphiphile Substanzen³⁾ und folglich aufgrund der Molekülstruktur in der Lage, sowohl mit Wasser als auch mit Öl in Verbindung zu treten. Überwiegt der hydrophile Strukturteil im Emulgator, so ist er bevorzugt im Wasser löslich. Überwiegt hingegen der lipophile Strukturteil⁴⁾, so erfolgt die bevorzugte Löslichkeit im Öl. Demnach ist die Wahl des Emulgators entscheidend für die Herstellung einer W/O oder einer O/W Emulsion. Überwiegen die lipophilen Gruppen im Emulgator, so erhält man eine W/O Emulsion, überwiegen die hydrophilen Gruppen, so ist eine O/W Emulsion herstellbar. Zu hohe Erwärmung lässt die Emulsionen wieder aufbrechen.

Im Pharmaziebereich werden bereits fertige Salbengrundlagen verwendet, die je nach Rezeptur des Arztes weiter verarbeitet werden. Entscheidend ist auch, ob der miteingearbeitete Wirkstoff hydrophil oder lipophil ist. Für pflegende Arzneiformen bzw. Körperpflegemittel gibt es spezielle Arten von O/W bzw. W/O-Emulsionsgrundlagen.

Ultrabas

W/O Emulsionsgrundlage mit 30 % Wasser, 70 % Fett, nicht ionogen, nicht konserviert. Durch intensives Rühren bei Raumtemperatur können bis 35 % Wasser eingearbeitet werden, wobei W/O Salben resultieren. Fettkomponenten können bis 40 % eingebracht werden. Ultrabas ist selbstkonservierend, was durch den hohen Dispersitätsgrad bedingt ist. Die Tröpfchen der Wasserphase haben einen Durchmesser von 1 μm , sodass eventuell eingebrachte Keime nicht eindringen können und absterben. Der hohe Dispersitätsgrad wird durch Erhitzen über 25 °C aufgehoben.

Ultrasicc

O/W Emulsionsgrundlage mit 30 % Fett, 70 % Wasser, konserviert mit Paraben⁵⁾, ionogen. Daher gibt es Inkompatibilitäten mit Säuren, Basen und Salzen. Auf Wasserzusatz entstehen bis 50 % stabile O/W Cremes, darüber hinaus instabile Mischungen. Freifließende Milchverdünnungen

1) Vgl.: GRAF, E.; BEYER, Chr.; Propädeutische Arzneiformenlehre; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart 1993; S 30

2) becel®, Du-darfst® und viele andere

Dr. Helga Voglhuber, Pädagogische Hochschule Kärnten – Viktor Frankl Hochschule, Klagenfurt, E-Mail: helga.voglhuber@ph-kaernten.ac.at

3) Ein Molekül ist amphiphil, wenn es sowohl ein hydrophiles als auch ein hydrophobes Strukturelement aufweist. Ein einfaches Beispiel wäre Spülmittel.

4) Vgl.: ELSÄSSER, S.; *Körperpflegekunde und Kosmetik*; Springer Verlag; S 123 f

5) Ester der para-Hydroxybenzoesäure (kurz PHB-Ester); antimikrobielle und fungizide Wirkung

bilden sich erst bei sehr hohen Verdünnungen, sodass ein Fettanteil von unter 9 % resultiert, welcher therapeutisch uninteressant ist. Fettkomponenten können bis 20 % ebenfalls unter Bildung von O/W Cremes eingearbeitet werden.

Ultraphil

Ambiphile Grundlage (wie auch Decoderm und Cordes RK) mit 40 % Wasser, 60 % Fett, konserviert mit Benzylalkohol und ionogen. Mit 10 % Wasser entstehen ambiphile Cremes⁶⁾, darüber O/W Milchen (Vorteil: es kommt zu einer starken Viskositätsverringern bei geringem Wasserzusatz – es entstehen fettreiche flüssige Zubereitungen). Es können maximal 20 % Wasser bzw. 70 % Fett eingearbeitet werden wobei O/W Milchen bzw. W/O Salben entstehen.

Ultralip

Einphasenfettsalbe. Sie enthält keine Emulgatoren, ist nicht konserviert und nimmt kaum Wasser auf.

Methoden zur Bestimmung des Emulsionstyps

Verdünnungsmethode

Diese Methode beruht auf der Mischbarkeit der O/W Emulsion mit Wasser. An einer W/O Emulsion perlt Wasser ab. Nivea® ist eine W/O Emulsion, Tagescremen sind O/W Emulsionen.

Farbstoffmethode

In der Literatur^{7), 8)}, werden zur Erkennung der O/W bzw. W/O Emulsionen der hydrophile Farbstoff Methylenblau und der lipophile Farbstoff Sudanrot angeführt. Beide Farbstoffe sind für den Einsatz im Schülerlabor nicht unbedenklich, daher ungeeignet. Sudanrot und Methylenblau können aber leicht durch hydrophile Ostereier- oder Lebensmittel-farben sowie durch lipophile Kerzenwachs-farben⁹⁾ ersetzt werden. Aus Gründen der Vereinfachung genügt aber durchaus der Einsatz einer Farbstoffart, z.B. der hydrophilen Ostereier- oder Lebensmittelfarbe, da durch das Lösungsverhalten in einer Emulsionsprobe eindeutige Rückschlüsse auf den Emulsionstyp bzw. auf die ungefähre Fett- und Wasserzusammensetzung des zu untersuchenden Produktes gezogen werden können.

6) Ambiphile Cremes stellen weder eine reine O/W noch eine reine W/O-Emulsionen dar. Sie sind fetter als O/W Emulsionen, Fett- und Wasserphase sind etwa gleich groß. Daher werden sie zuweilen auch als „überfette“ Cremes bezeichnet. Sie können sowohl mit Wasser als auch mit Fett weiterverührt werden.

Vgl.: <http://www.pta-aktuell.de/praxis/news/2929-Salbengrundlagen-Teil-II/> (Letztzugriff: 14.6.2013)

7) Vgl.: SOMMER, K.; PFEIFER, P.; REISS, J.; *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011; S 165

8) Vgl. http://www.chids.de/dachs/expvortr/550Galenik_Stilgebauer_Scan.pdf (Letztzugriff 15.6.2013)

9) In Bastelgeschäften zum Einfärben von flüssigem Kerzenwachs

Versetzt man kleine Emulsionsmengen mit ein paar¹⁰⁾ Körnchen roter Ostereierfarbe, so löst sich je nach Wassergehalt der Emulsion die Ostereierfarbe in unterschiedlich roter Intensität¹¹⁾. Liegt eine reine Fettphase vor, so sind die kleinen roten, ungelösten Ostereierfarbstoffkörnchen erkennbar. Zur besseren Sichtbarmachung der Farbstoffteilchen kann eine Lupe herangezogen werden. Diese Durchführung kann mit lipophiler Kerzenwachs-farbe wiederholt werden^{12), 13)}. Zwecks besserer optischer Unterscheidbarkeit empfiehlt es sich, bei der Kerzenwachs-farbe eine andere Wahl zu treffen, z.B. blau (Abb. 1).

Leitfähigkeitsmethode¹⁴⁾

Eine O/W Emulsion zeigt elektrische Leitfähigkeit infolge der kontinuierlichen Wasserphase. Die W/O Emulsion hat keinen elektrolytischen Charakter, da Öl als kontinuierliche Phase vorliegt und nicht Strom leiten kann. Diese Methode kann auch zur Untersuchung der Emulsionsstabilität herangezogen werden. Emulsionen sind physikalisch-chemisch betrachtet instabil, sie sind metastabil. Instabile Emulsionen haben zur Folge, dass sich die Ölphase nach oben absetzt. In der darunter liegenden Wasserphase steigt die Leitfähigkeit an.

Gemessen wird die Leitfähigkeit der Emulsionsproben, die man in kleine Schälchen gibt, mit einem Leitfähigkeitsstab (oder Kohleelektroden) bei ca. 10 – 15 V Wechselspannung. Das Amperemeter soll auf den Stromstärkenmessbereich von 1 mA ~ eingestellt werden.



Abb. 1: Emulsionsanalyse mit roter Ostereierfarbe
Links: Diätmargarine mit hohem Wasseranteil
Rechts: Ceres® reines Palmfett

10) Das ist für das Gelingen eines brauchbaren analytischen Ergebnisses sehr wichtig. Größere Mengen, also ein paar Körnchen zu viel, können die analytischen Ergebnisse verfälschen!

11) Zu O/W Emulsionen mit eher geringem lipophilen Anteil gehören z.B. Handcremen oder Körperlotionen

12) Die zu untersuchenden Emulsionsproben sollten nicht zu alt sein, denn in Aufbewahrungsdosen können speziell die O/W Emulsionen Wasser anziehen

13) Die genaue Durchführung siehe Arbeitsblätter

14) Vgl.: SOMMER, K.; PFEIFER, P.; REISS, J.; *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011; S 166

Arbeitsblatt: **Unterscheidung von W/O und O/W-Emulsionen in Körperpflegemittel**

Arbeitsauftrag:

Vor dir liegen verschiedene Körperpflegemittel in Form von O/W und W/O Emulsionen. Ordne den Proben mittels der Farbstoffmethode den entsprechenden Emulsionstyp zu. Zur Verfügung stehen rote Ostereierfarbe und blaue Kerzenwachsfarbe.

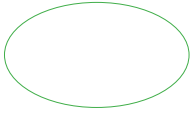
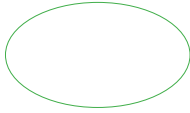
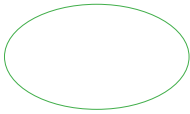
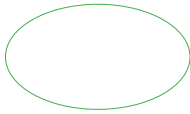
Materialien:

Foliertes Blatt (oder weißer Teller), Körpercreme (z.B. Nivea), Handcreme, Vaseline, Hautpflegemittel nach Wahl, Zahnstocher oder Glasstab, Lebensmittelfarbe rot; die Lebensmittelfarbe¹⁵⁾ in ein Schnappdeckelglas füllen und mit einem Stück dünnen Polyamidstrumpfstück und Gummiband verschließen (als Farbstoffstreuer einsetzbar).

Durchführung:

- Auf das folierte Blatt die Kosmetika in kleinen Portionen auftragen (ca. 1-2 cm³)
- Mit dem Schnappdeckelglas als Farbstoffstreuer ein wenig Farbe auf die Proben streuen¹⁶⁾
- Ca. eine Minute einwirken lassen und anschließend mit dem Zahnstocher oder Glasstab umrühren
- Gut beobachten und das Ergebnis in die Zeichenvorlage eintragen

Beobachtungen/Ergebnisse:  **Zeichne deine Ergebnisse mit Farbe ein!**

	Nivea		Handcreme
A		B	
	Vaseline		Produkt nach Wahl
C		D	

Deutung der Ergebnisse:

Da ich weiß, dass die rote Lebensmittelfarbe im Wasser im Fett löslich ist, kann ich aus der Färbung der Lebensmittelprouben Folgendes schließen:

Deutung der Ergebnisse in die Felder A, B, C, D eintragen

	Nivea		Handcreme
A		B	
	Vaseline		Produkt nach Wahl
C		D	

Reine Fettprobe ist: _____

Folgende Proben sind Emulsionen: _____

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ O/W

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ W/O

Weiterführende Arbeitsaufträge:

- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, bei Verwendung von Kerzenwachsfarbe statt Lebensmittelfarbe? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!
- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, wenn du ein wenig Ostereierfarbe und Kerzenwachsfarbe auf die Proben streuen würdest? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!

15) vgl.: SCHUNK, A., NITSCHKE, E.; *Energie aus Lebensmitteln* (Seite 28); In: Praxis der Naturwissenschaften Chemie; Heft 61, Jahrgang 2012

16) Statt des Farbstoffstreuers kann man auch ein wenig Farbe auf den Stiel des Kunststofflöffels geben und nicht zu viel Farbe auf die Proben streuen.

Arbeitsblatt: **Untersuchung von Speisefetten auf den Wasser und Fettgehalt**

Arbeitsauftrag:

Stelle grobquantitativ den Wasser- bzw. Fettanteil der vorgelegten Speisefettproben mittel der Farbstoffmethode fest. Zur Verfügung steht rote Ostereierfarbe.



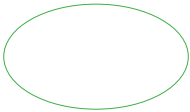
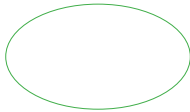
Materialien:

Foliertes Blatt (oder weißer Teller), Margarine, Butter, verschiedene Diätmargarinen, Bratfett Ceres®, Zahnstocher oder Glasstab, rote Lebensmittelfarbe im Schnappdeckelglas (als Farbstoffstreuer).

Durchführung:

- Auf das folierte Blatt die Butter und Margarinearten in kleinen Portionen auftragen (ca. 1-2 cm³)
- Mit dem Schnappdeckelglas als Farbstoffstreuer ein wenig Farbe auf die Proben streuen¹⁷⁾
- Ca. eine Minute einwirken lassen und anschließend mit dem Zahnstocher oder Glasstab umrühren
- Gut beobachten und das Ergebnis in die Zeichenvorlage eintragen

Beobachtungen/Ergebnisse:  **Zeichne deine Ergebnisse mit Farbe ein!**

	Butter		Diätmargarine
A		B	
	Margarine		Bratfett/Ceres®
C		D	

Deutung der Ergebnisse:

Da ich weiß, dass die rote Lebensmittelfarbe im Wasser im Fett löslich ist, kann ich aus der Färbung der Lebensmittelproben Folgendes schließen:
Deutung der Ergebnisse in die Felder A, B, C, D eintragen

	Butter		Diätmargarine
A		B	
	Margarine		Bratfett/Ceres®
C		D	

Reine Fettprobe ist: _____

Folgende Proben sind Emulsionen: _____

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ O/W

Die Emulsion(en) _____ ist/sind vom Typ W/O

Welche Beschaffenheit muss ein Brat- bzw. Kochfett haben? Warum ist nicht jedes Speisefett dafür geeignet?

Weiterführende Arbeitsaufträge:

- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, bei Verwendung von Kerzenwachsfarbe statt Lebensmittelfarbe? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!
- Wie würden deine experimentellen Ergebnisse ausfallen, wenn du ein wenig Ostereierfarbe und Kerzenwachsfarbe auf die Proben streuen würdest? Plane das Experiment zur Überprüfung deiner Vermutungen!

¹⁷⁾ Statt des Farbstoffstreuers kann man auch ein wenig Farbe auf den Stiel des Kunststofflöffels geben und nicht zu viel Farbe auf die Proben streuen.

Fachdidaktischer Kommentar

Der Unterricht gewinnt durch den Einsatz von Alltagsprodukten an Authentizität. Die angeführten Experimente können nach unterschiedlichen didaktisch-methodischen Konzeptionen erfolgen¹⁸⁾

Schülerexperiment in Sinne

- des Nacharbeitens einer Versuchsvorschrift
- anwendungsorientierter Aufgaben
- problemlösenden Experimentierens

Basiskonzepte

Stoff-Teilchen, Struktur-Eigenschaften und Energiekonzept

Neben der Inhaltsdimension passend zum Lehrbereich „Chemie und Leben“ ist der Handlungsdimension ein weiterer Spielraum gegeben:

- **Wissen organisieren:**
Recherchieren, Darstellen und Kommunizieren
- **Erkenntnisse gewinnen:**
Fragen, Untersuchen, Interpretieren
- **Konsequenzen ziehen:**
Bewerten, Entscheiden, Handeln

18) Vgl.: Sommer, K.; Pfeifer, P.; Reiß, J.; Praktische Alltagschemie; Aulis Verlag 2011; S 14

Kompetenzmodell zu Emulsionen im Alltag (experimenteller Bereich)

Fachwissen	Erkenntnisgewinn	Kommunikation	Bewertung
<p>Struktur und Aufbau von hydrophilen, lipophilen und amphiphilen Verbindungen</p> <p>Arten und Wirksamkeit der Emulgatoren</p> <p>Emulsionsarten</p>	<p>Polare und unpolare Verbindungen im strukturellen Aufbau unterscheiden können</p> <p>Analysen durchführen, Ergebnisse interpretieren und klassifizieren</p>	<p>Produkte des Alltags und experimentelle Ergebnisse untereinander vergleichen</p> <p>Dokumentation der Ergebnisse</p> <p>Auflistung von Supermarktprodukten bezüglich Ernährung und Kosmetik</p>	<p>Emulsionen des Alltags erkennen und ihre Bedeutung zuordnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sinn und Unsinn von fettreichen und fettreduzierten Brotaufstrichen darstellen • Bedeutung der Emulsionstypen im kosmetischen und pharmazeutischen Hautpflegebereich erkennen

Literatur

GRAF, E; BEYER, Ch.: *Propädeutische Arzneiformenlehre*; Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft

ELSÄSSER, S.: *Körperpflegekunde und Kosmetik*; Springer Verlag

SOMMER, K. Pfeifer, P.; RELLER, A.: *Fettreduzierte Brotaufstriche*; In: Chemie in unserer Zeit 2002/2; S 90 ff; Wiley VCH

SOMMER, K.; PFEIFER, P.; REISS, J.: *Praktische Alltagschemie*; Aulis Verlag 2011

UMBACH, W.: *Kosmetik*; Thieme 1995

VOGLHUBER, H.: *Emulsionen aus dem Alltag – schnell auf den Wasser und Fettanteil analysiert*; In: Chemie&Schule (3) 2009; Verlagszeitschrift des VCÖ; Seeham/Salzburg; wS 16-18