

Technische Universität Braunschweig

Institut für Physikalische und Theoretische Chemie

## **Seminararbeit zum Thema: Mikro-/ Emulsionen**

PC V: Physikalische Chemie der Grenzflächen

Dr. Rudolf Tuckermann

Sebastian Heinze

Matrikel-Nr.: 2795470

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Emulsionen	
1.1 Grundlagen	3
1.2 Stabilität	5
1.3 Wichtige Größen	6
1.4 Herstellung von Emulsionen	7
2. Emulgatoren	
2.1 Grundlagen	8
2.2 Der HLB-Wert	11
3. Mikroemulsionen	12
4. Ergänzendes	
4.1 Versuche	
4.1.1 Herstellung einer Makroemulsion mit Weiterverarbeitung zu einer Mikroemulsion	13
4.1.2 Herstellung einer Mikroemulsion aus Milch	14
4.2 Anwendungsbeispiele	
4.2.1 Allgemein	
4.2.1.1 Makroemulsionen	14
4.2.1.2 Mikroemulsionen	14
4.2.2 Speziell	
4.2.2.1 Milch	15
4.2.2.2 Seife	16
5. Literaturverzeichnis	17

# 1. Emulsionen

## 1.1 Grundlagen

Emulsionen gehören zu den dispersen Systemen.

Unter einer Emulsion versteht man im Allgemeinen ein fein verteiltes Gemisch von zwei oder mehreren verschiedenen, nicht mischbaren Flüssigkeiten.

Die eine der flüssigen Phasen, die äußere (auch kontinuierliche Phase), bildet dabei das Dispersionsmittel, in dem die andere Phase, die innere (auch disperse Phase), in Form feiner Tröpfchen verteilt ist.

Es gibt auch so genannte feste Emulsionen die aus einer Flüssigkeit, fein verteilt in einem Feststoff bestehen.

Die meisten Emulsionen bestehen aus Wasser und Öl/Fett (Kohlenwasserstoffe).

Anstelle von Wasser kann aber auch eine andere polare, protische oder aprotische Flüssigkeit Anwendung finden.

Je nach Zusammensetzung und Verhältnis der Phasen ergeben sich zwei Möglichkeiten der Verteilung:

Ist Wasser das Dispersionsmittel, liegt eine Öl-in-Wasser-Emulsion (O/W-Emulsion) vor, deren Eigenschaften stärker durch das Wasser bestimmt werden.

Ist Öl das Dispersionsmittel, liegt eine Wasser-in-Öl-Emulsion (W/O-Emulsion) vor, wobei die Eigenschaften stärker vom Öl geprägt sind.

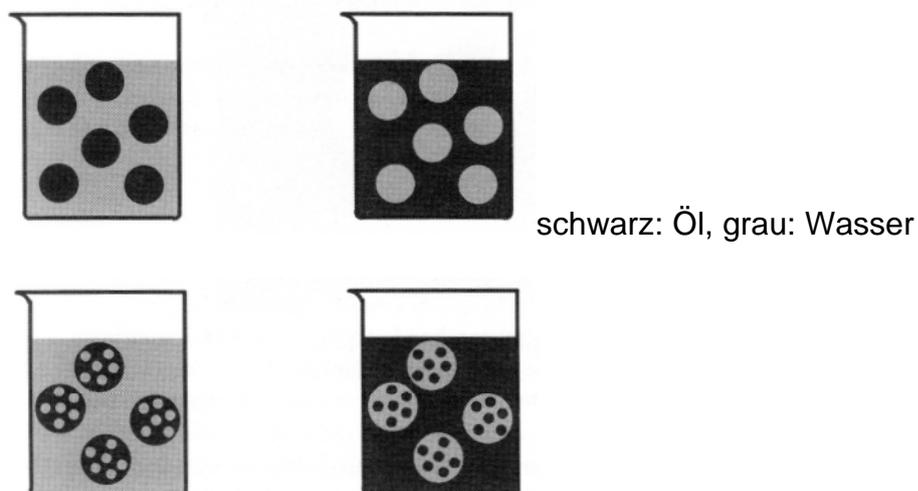


Abb1: (oben) Die zwei einfachsten Fälle von Emulsionen (O/W) und (W/O), (unten) die nächst komplexere Form der Emulsion (O/W/O) und (W/O/W) jeweils schematisch dargestellt.

Es gibt zum einen Makroemulsionen und zum anderen Mikroemulsionen.

Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass die Teilchengrößen der dispergierten Phase unterschiedlich sind; bei Makroemulsionen sind die Teilchen durchschnittlich zwischen 1 und 90  $\mu\text{m}$  groß und bei Mikroemulsionen liegen die Größen zwischen 10 und 200 nm. Der aus der verschiedenen Teilchengröße resultierende Stabilitätsunterschied der Emulsion wird noch beschrieben.

Die Partikelzahl pro Volumeneinheit und die Partikelgröße sind die wichtigsten Charakteristika für Makroemulsionen.

Wenn mehrere Flüssigkeiten in einem Dispersionsmittel fein verteilt vorliegen, ist die Rede von einer multiplen Emulsion: Wasser-in-Öl-in-Wasser (W/O/W) bzw. Öl-in-Wasser-in-Öl (O/W/O) (siehe Abb1) und Wasser-in-Öl-in-Wasser-in-Öl (W/O/W/O) bzw. Öl-in-Wasser-in-Öl-in-Wasser (O/W/O/W).

Zum Beispiel in einer W/O/W-Emulsion fungiert das Öl nicht nur als dispergierte Phase (für die äußere Wasserphase), sondern gleichzeitig auch als Dispersionsmittel für die innere Wasserphase. Im Allgemeinen werden Emulsionen ab einem Volumenanteil von über 75% polydispers.

Es gibt drei Methoden zur Analyse des Emulsionstyps:

die Kontaktmethode, die Leitfähigkeitsmethode und die Farbstoffmethode.

Bei der Kontaktmethode wird der Emulsion entweder das Wasser oder das Öl, welches zu deren Herstellung verwendet wurde hinzugefügt. Wenn es eine O/W-Emulsion ist, vereinigen sich die Tröpfchen der Emulsion mit dem Wasser durch Koaleszenz.

Im Falle einer W/O-Emulsion tritt das gleiche mit dem Öl ein.

Die Leitfähigkeitsmethode beruht auf dem Prinzip der Stromleitung von Wasser unter der Zugabe von geringen Mengen von Elektrolyten (NaCl, AgNO<sub>3</sub>, etc.). Bei der O/W-Emulsion wird Strom geleitet, bei der W/O-Emulsion hingegen wirkt das Öl als Isolator.

Wird für die Farbstoffmethode eine W/O-Emulsion mit einem nur in Wasser löslichen Farbstoff versetzt, färben sich die Wassertröpfchen und sind unter dem Mikroskop sichtbar, ebenso wie die Tröpfchen einer O/W-Emulsion mit einem öllöslichen Farbstoff.

## 1.2 Stabilität

Die dispergierte Phase in einer ungeschützten Emulsion hat immer das Bestreben sich wieder zu einer einheitlich Phase zu vereinen. Solange das System nur aus Dispersionsmittel und dispergierter Phase besteht wird die Emulsion ungeschützt genannt. Flüssige Emulsionen mit großen dispergierten Tröpfchen ( $>1\ \mu\text{m}$ ) entmischen sich also mit der Zeit von selbst.

Thermodynamisch betrachtet sind solche Emulsionen instabile Systeme.

Bei einer geschützten Emulsion ist immer ein weiterer Stoff vorhanden, ein Emulgator.

Es handelt sich somit um ein Dreikomponentensystem.

Durch den Emulgator wird die Stabilität einer grobdispersen Emulsion (Makroemulsion) erhöht.

Die chemische Betrachtung einer Emulsion liefert die Erklärung für die Instabilität.

Flüssigkeiten können entweder gut mit Wasser mischbar sein (sie sind hydrophil (= wasserliebend) und lipophob (= fettmeidend)) oder sie können gut mit Öl mischbar sein (sie sind lipophil (= fettliebend) und hydrophob (= wassermeidend)).

Dies liegt daran, dass Wassermoleküle polar sind und zwischenmolekulare Kräfte, in erster Linie so genannte Wasserstoffbrücken ausbilden, während die unpolaren Fettmoleküle hauptsächlich die schwächeren Van-der-Waals-Kräfte ausbilden.

Stabilität von Emulsionen (am Beispiel einer (O/W)-Emulsion):

Emulsionen sollen meist für einen bestimmten Zeitraum (zwischen wenigen Stunden und einigen Jahren) und unter bestimmten Bedingungen (Temperaturbereich, pH-Bereich) stabil bleiben. Zerfällt eine Emulsion, so geschieht dies in einzelnen, oft jedoch auch gleichzeitig ablaufenden Phasen.

1. Phase: Stabile Emulsion

beispielsweise Fetttropfchen sind in der äußeren Phase (Wasser) dispergiert.

2. Phase: Aufrahmung oder Sedimentation (reversibel)

aufgrund der Gravitationskraft erfolgt eine Trennung der gemischten Phasen in die spezifisch leichtere und die spezifisch schwerere.

3. Phase: Ostwald Reifung (Ripening)

durch das Bestreben des Systems, ein Minimum an Oberflächenenergie zu erreichen, „wachsen“ größere Teilchen und die Menge der kleineren Tröpfchen wird immer geringer.

#### 4. Phase: Aggregation (reversibel)

die Fetttropfchen bilden Aggregate, der Teilchendurchmesser wird vergrößert und nach dem Stokes'schen Gesetz:

$$u_R = 2gr^2 (d_1 - d_2)/9n$$

erhöht sich die Sedimentationsgeschwindigkeit der dispergierten Fetttropfchen.  $U_R$ = Aufrahmgeschwindigkeit,  $g$ = Gravitationskonstante,  $r$ = Tropfenradius,  $(d_1 - d_2)$ = Dichtedifferenz der Flüssigkeiten,  $n$ = Viskositätskoeffizient des Dispersionsmittels.

#### 5. Phase: Koaleszenz

Die Fetttropfchen vereinigen sich; dies kann im Extremfall zum Brechen der Emulsion (vollständige Entmischung) führen, da die große Grenzflächenenergie der Tropfchen verringert und das Volumen der Tropfchen maximal wird.

### 1.3 Wichtige Größen

Die wichtigsten Größen bei der Betrachtung von Emulsionen sind das Phasenvolumenverhältnis (der Quotient aus dem Volumen der inneren Phase zu jenem der äußeren), die mittlere Teilchengröße ( $D_m$ ) sowie die Teilchengrößenverteilung. Bis zu einem Phasenvolumenverhältnis von 0,3/0,7 (30% innere Phase, 70% äußere Phase), hängen die Eigenschaften der Emulsion im Wesentlichen von den Eigenschaften der äußeren Phase ab. Die Tropfchen können sich fast unabhängig voneinander in der äußeren Phase bewegen und auch die Viskosität entspricht ungefähr jener der äußeren Phase.

Mit steigendem Phasenvolumenverhältnis kommen die Eigenschaften der inneren Phase deutlich mehr zum Tragen. Wird der Volumenanteil der inneren Phase zu hoch, so kann die Phasenlage umschlagen. Eine O/W-Emulsion wird zu einer W/O-Emulsion und umgekehrt. Man spricht von einer so genannten Phaseninversion. Zur Inversion einer O/W-Emulsion kann es auch durch Temperaturerhöhung kommen, da höhere Temperaturen die hydrophilen Wechselwirkungen des Emulgators mit dem Wasser schwächen, so dass die lipophilen Wechselwirkungen relativ gestärkt werden. Somit lässt sich eine energetisch günstigere Situation im System vorfinden, indem die Ölphase die kontinuierliche Phase bildet, in der die Wasserphase emulgiert vorliegt.

Emulsionen sind niemals monodispers, vielmehr sind die Tröpfchengrößen innerhalb einer gewissen Spanne verteilt (polydispers). Deshalb lassen sich in einer Emulsion höhere Raumerfüllungen realisieren, als dies in einer monodispersen, hexagonal dichtesten Packung möglich wäre. Zwischenräume zwischen den größeren Tropfen werden dabei mit kleineren Tröpfchen aufgefüllt. Der mittlere Teilchendurchmesser ( $D_m$ ) in Emulsionen liegt normalerweise zwischen 100 Nanometer und 1 Millimeter. Je größer der mittlere Teilchendurchmesser und je breiter die Teilchengrößenverteilung, desto stärker ist die milchig-weiße Trübung der Emulsion. Emulsionen wie zum Beispiel Milch wirken im Auflicht bläulich, im Durchlicht teils deutlich rot.

#### **1.4 Herstellung von Emulsionen**

Die Herstellung von Makroemulsionen beruht auf der Schaffung neuer Grenzflächen/größerer Oberflächen durch Verkleinerung der Tröpfchengrößen. Während das Vermischen bei Feststoffen meist schon durch Rühren gelingt, muss bei nicht miteinander mischbaren Flüssigkeiten aufgrund von Dichteunterschieden die zu dispergierende Flüssigkeit bis zu einer gewissen Tröpfchengröße zerkleinert werden, da sie sich ansonsten sehr schnell wieder von der anderen Flüssigkeit trennt. Die Überwindung der Grenzflächenspannung erfordert Arbeit, die mechanisch in das System eingebracht werden muss. Durch dabei auftretende Scherkräfte werden die Tröpfchen immer kleiner. Um die für die Emulgierung benötigte Arbeit in das Medium einzutragen, gibt es eine ganze Reihe an möglichen Methoden:

1. schnelle Rührwerke
2. Hochdruckhomogenisatoren
3. Schüttler
4. Vibrationsmischer
5. Ultraschallgeneratoren
6. Emulgierzentrifugen
7. Kolloidmühlen
8. Zerstäuber

## 2. Emulgatoren

### 2.1 Grundlagen

Emulgatoren senken die Energie der Phasengrenze (Grenzflächen- oder Oberflächenspannung) und wirken so einer Entmischung entgegen. Sie gehören zur Gruppe der Tenside.

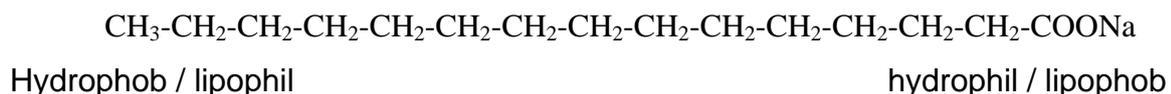
Ein Emulgator sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- a) Der Emulgator muss über grenzflächen- bzw. oberflächenaktive Eigenschaften verfügen, um sich an der Grenzschicht zwischen den Phasen anzureichern und so die Grenzflächenspannung der nichtmischbaren Phasen zu reduzieren.
- b) Der Emulgator muss entweder die Teilchen aufladen, so dass sie sich gegenseitig abstoßen oder eine stabile Schutzschicht um die Teilchen bilden.

Strukturelles Kennzeichen von Emulgatoren ist ihr meist amphiphiler Aufbau.

Amphiphilie beschreibt die chemische Eigenschaft einer Substanz, sowohl hydrophil als auch lipophil zu sein. Ein Emulgatormolekül besitzt also mindestens eine polare und eine unpolare (apolare) Gruppe.

Möglicher Aufbau eines Emulgators:



Die polare (hydrophile) Gruppe ermöglicht die Affinität zu polaren Flüssigkeiten, insbesondere die Löslichkeit in Wasser. Die unpolare (lipophile) Gruppe ermöglicht die Löslichkeit in unpolaren Flüssigkeiten, z.B. organischen Lösungsmitteln geringer Polarität. Emulgatoren wie zum Beispiel Seife können zwischen diesen beiden Substanzklassen vermitteln. Der polare Teil kann Wasserstoffbrücken ausbilden und sich mit hydrophilen Stoffen verbinden, während der unpolare Teil des Moleküls Van-der-Waals-Kräfte ausbildet und sich mit lipophilen Stoffen verbindet. Dies erklärt auch die gute Waschwirkung der Seife: Sie löst die Oberflächenspannung des Wassers und erlaubt es auch Öl-lösliche Stoffe mit Wasser abzuwaschen. Bei Milch sind die Emulgatoren die umfassenden Proteine.

Durch einen Emulgator lässt sich die Grenzflächenspannung drastisch senken. Der Emulgator soll auch verhindern, dass die neu entstandenen Tröpfchen wieder koaleszieren. Dazu muss er möglichst schnell an die neue Grenzfläche diffundieren. Synthetische Emulgatoren schaffen dies in einigen Millisekunden. Große Emulgatormoleküle, die noch dazu die Viskosität deutlich erhöhen (z.B. Stärke) benötigen einige Minuten bis zu einer halben Stunde, um den neuen Tropfen vollständig zu umhüllen. Eine höhere Viskosität hat jedoch auch einen stabilisierenden Einfluss, da die Bewegung der Tröpfchen und somit die Möglichkeit einer Koaleszenz erschwert wird.

Eine genauso zu beachtende Eigenschaft bei der Auswahl eines geeigneten Emulgators ist seine Spreitungsgeschwindigkeit. Die Grenzfläche eines neuen Tropfens ist zunächst nur teilweise von Emulgator belegt. Dieser spreitet nun zu jenem Teil der Grenzfläche, der zunächst noch unbelegt war. So entsteht zunächst ein Emulgatorkonzentrations-Gradient an der Grenzfläche, der je nach Spreitungsgeschwindigkeit mehr oder weniger schnell zu einer gleichmäßigen Emulgatorverteilung ausgeglichen wird. Weil die Konzentration des Emulgators an der Grenzfläche aber insgesamt zu gering ist (größere Grenzfläche benötigt mehr Emulgator), muss Emulgator nachdiffundieren, bis ein Konzentrationsmaximum erreicht wird.

Normalerweise bleibt jene Phase, in der sich der Emulgator besser löst, die äußere Phase. Bei einem HLB-Wert (Definition folgt) von 3-6 wird die Emulsion eine W/O-Emulsion, von 8-18 eine O/W-Emulsion (Bancroft-Regel). Die benötigte Menge des Emulgators hängt wesentlich von der gewünschten Tröpfchengröße (kleinere Tröpfchen -> mehr Oberfläche -> mehr Emulgator) und dem Phasenvolumenverhältnis ab. Fast immer liegt die Emulgatorkonzentration deutlich oberhalb des entsprechenden Mizellbildungspunktes cmc (engl.: critical micelle concentration).

Der hydrophile Teil lagert sich an der Grenzfläche zwischen Öl und Wasser am Wasser an, während der hydrophobe Teil im Öl (Fett) steckt. Man unterscheidet Öl-in-Wasser-(O/W-) und Wasser-in-Öl-(W/O-)Emulgatoren.

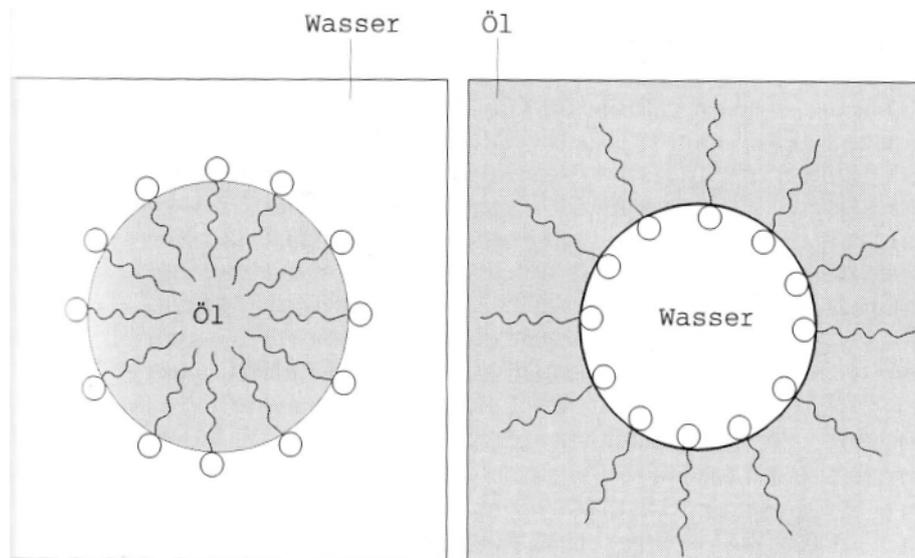


Abb2: links: O/W-, rechts: W/O-Makroemulsion im Modell (durch Emulgatormoleküle an der Grenzfläche der Tröpfchen geschützt)

Mit der Gibbs-Gleichung

$$\Gamma_i = - \frac{1}{RT} \frac{d\gamma}{d \ln c_i}$$

Kann die Menge des in der Lösung gebrauchten Emulgators berechnet werden.

Der Emulsionstyp (O/W bzw. W/O) wird nicht durch den Wasseranteil der Emulsion bestimmt, sondern durch den verwendeten Emulgator. Emulgatoren, bei denen die wasserfreundlichen Gruppen überwiegen, führen zu Öl-in-Wasser-Emulsionen. Überwiegen dagegen die fettfreundlichen Gruppen, so entstehen Wasser-in-Öl-Emulsionen.

Wird der Emulgator „überdosiert“, kann es zur Bildung von Mischphasen aus Wasser, Emulgator und Öl kommen. Die Eigenschaften der Emulsion treffen dann nicht mehr zu.

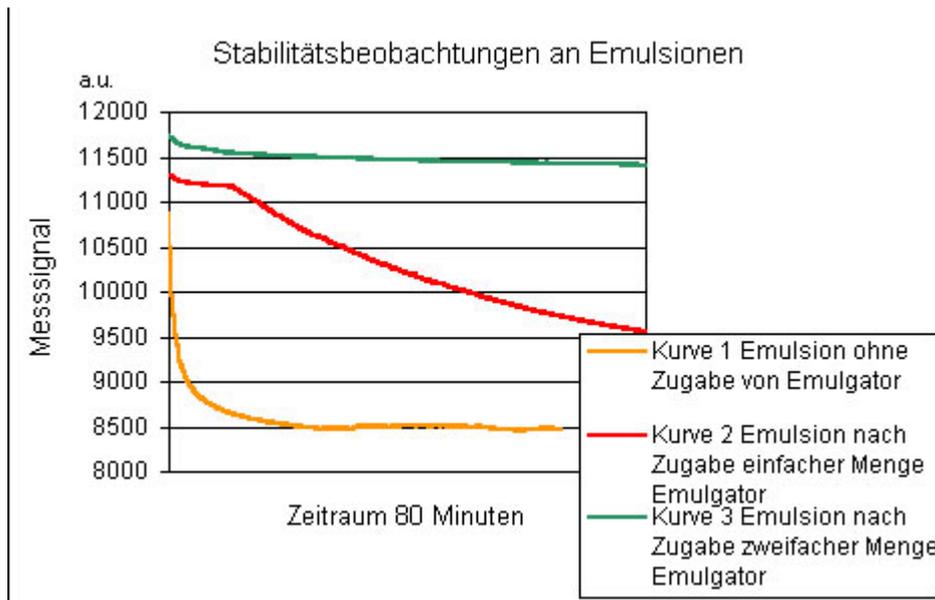


Abb3: Durch kräftiges Rühren wird Öl in Wasser dispergiert, so dass eine Emulsion entsteht. Nach Abstellen des Rührers tritt sofort der Entmischungsvorgang ein, der in Kurve 1 des untenstehenden Diagramms beobachtet wird. Kurven 2 und 3 stellen dar, wie durch unterschiedliche Mengenzugaben eines Emulgators die Stabilität der Emulsion beeinflusst wird.

Unter Normalbedingungen löst sich ein Emulgator in einer der beiden Phasen besser, was durch den HLB-Wert beschrieben wird.

## 2.2 Der HLB-Wert

Um die Eigenschaften der Tenside besser quantifizieren zu können, wurde von Griffin, der HLB-Wert entwickelt. Der H(ydrophilic)-L(ipophilic)-B(alance)-Wert gibt an, wie ausgeprägt das Gleichgewicht zwischen den hydrophilen Kopfgruppen und den hydrophoben Kohlenwasserstoffresten ist.

Für die Klassifizierung wählte er eine willkürliche Skalierung zwischen 0 und 20, welche die bevorzugte Löslichkeit in Öl (0) oder Wasser (20) angibt.

HLB = 10 bedeutet, dass sich das Tensid gleichermaßen in Öl und Wasser löst.

Es gilt:

$$HLB = 20 \cdot M_h / M$$

Mit:  $M_h$ : Molmasse des hydrophilen Moleküls

M: Gesamtmolmasse

Zu beachten ist, dass es sich bei dem HLB-Wert lediglich um eine Richtgröße handelt, die nur grob die grundsätzlichen Eigenschaften eines Tensids numerisch kennzeichnet.

### **3. Mikroemulsionen**

Unter einer Mikroemulsion versteht man eine thermodynamisch stabile, optisch isotrope Dispersion, die zwei nicht mischbare Flüssigkeiten, Flüssigkeitsgemische oder Lösungen enthält und durch mindestens eine amphiphile Komponente (Emulgator) stabilisiert wird.

Durch ihre thermodynamische Stabilität grenzen sich Mikroemulsionen von Makroemulsionen ab. Die Tröpfchen in einer Mikroemulsion sind mit 10 bis 200 nm sehr viel kleiner als die in einer Makroemulsion, weshalb Mikroemulsionen transparent erscheinen (die Tröpfchen sind sogar im Verhältnis zur Wellenlänge des sichtbaren Lichts sehr klein). Hier wird auch von Nanophasen gesprochen.

Sie bilden sich ohne die für die Herstellung von Emulsionen sonst nötige hohe Energiezufuhr. Allerdings werden meist zur Herstellung einer Mikroemulsion zusätzlich Cotenside oder Cosolventien (z.B. n-Pentanol, allgemein ein mittelkettiger Alkohol) benötigt.

Mikroemulsionen können wie herkömmliche Emulsionen bei Änderung des Phasenvolumenverhältnisses umschlagen. Wenn zusätzlich unter Einfluss der Temperatur eine Umkehrung des Emulsionstyps (von O/W nach W/O) stattfindet, so wird diese Temperatur Phaseninversionstemperatur (PIT) genannt.

Zusätzlich zu den von den Makroemulsionen bekannten W/O- und O/W- gibt es bikontinuierliche Mikroemulsionen mit gleichzeitig vorliegenden kontinuierlichen Phasen von Wasser und Öl. Anschaulich lässt sich die bikontinuierliche Mikroemulsion mit einem Schwamm vergleichen. Der Schwammkörper stellt die Wasserphase und die Luft im Schwamm die Ölphase dar. Auf der Oberfläche des Schwamms befinden sich Emulgatormoleküle, welche die Wasser- und die Ölphase voneinander abgrenzen. Allerdings ist dieses System dynamisch, d.h. der Schwamm als Modell kann nur als Momentaufnahme angesehen werden.

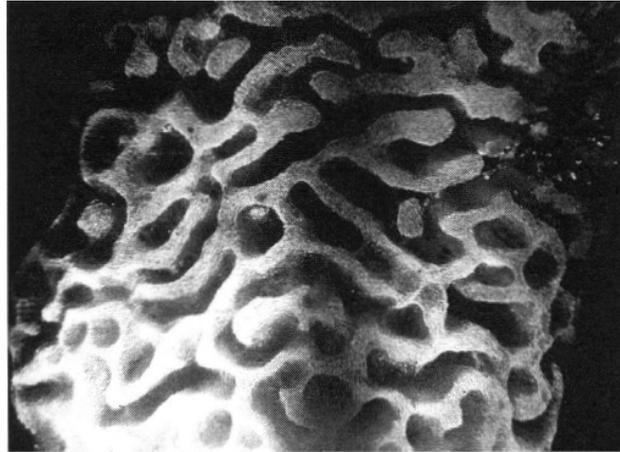


Abb4: Schematische Abbildung eines bikontinuierlichen Systems

In der Kosmetik konzentrieren sich Mikroemulsionen auf die Hautreinigung, z. B. in Form fettstoffhaltiger Reinigungs-, Duschgels und Schaumbäder.

Um Mikroemulsionen weiter einzuteilen wird auf die verwendeten Tenside eingegangen: Anionische, kationische und nichtionische Mikroemulsionen können unterschieden werden.

Nichtionische Mikroemulsionen bestehen meist nur aus Wasser, Öl und Niotensid (Dreikomponentensystem).

## **4. Ergänzendes**

### **4.1 Versuche**

#### **4.1.1 Herstellung einer Makroemulsion mit Weiterverarbeitung zu einer Mikroemulsion**

In einem Reagenzglas befinden sich Wasser und Öl. Da die Flüssigkeiten nicht mischbar sind, bilden sich zwei Phasen. Durch schütteln bildet sich eine ungeschützte Makroemulsion, welche schnell wieder koalesziert.

Wird nun ein Emulgator (der Einfachheit halber Spülmittel, Seife oder Waschmittel) hinzugefügt und nochmals geschüttelt, bildet sich eine geschützte, stabilisierte Makroemulsion, was am Verschwinden der Phasengrenze und der Trübung zu

erkennen ist. Durch Zugabe eines Cotensids (n-Pentanol) bildet sich spontan eine transparente Mikroemulsion.

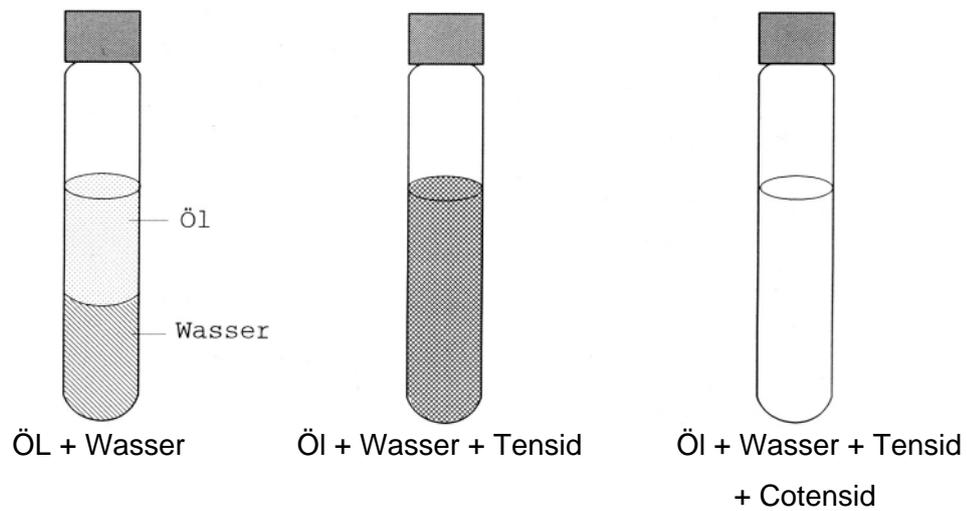


Abb5: Demonstrationsversuch

#### 4.1.2 Herstellung einer Mikroemulsion aus Milch

Milch ist bereits eine geschützte Emulsion bestehen aus Öl, Wasser und Emulgator (siehe Abb5 Mitte). Wenn dazu ein Cotensid (n-Pentanol) gegeben wird, bildet sich eine transparente Mikroemulsion (Abb5 rechts).

### 4.2 Anwendungsbeispiele

#### 4.2.1 Allgemein

##### 4.2.1.1 Makroemulsionen

Sie werden als technische Emulsionen in der Pharmazie, in der Lebensmittelindustrie und im Pflanzenschutz verwendet.

Es gibt Photoemulsionen, die in der Filmindustrie Verwendung finden und Makroemulsionen werden zur Emulsionspolymerisation als Medium benutzt.

#### **4.2.1.2 Mikroemulsionen**

Sie werden als Reaktionsmedium verwendet und ebenso bei Emulsionspolymerisationen.

Auch zur Herstellung spezieller Katalysatoren werden Mikroemulsionen benutzt. Des Weiteren werden so „Nanotabletten“ bzw. „Nanokapseln“ hergestellt, die auch in der Pharmazie und im Pflanzenschutz verwendet werden.

#### **4.2.2 Speziell**

##### **4.2.2.1 Milch**

Bei unbehandelter Milch sammelt sich das Fett nach einiger Zeit an der Oberfläche und bildet eine Rahm-Schicht. Durch die Homogenisierung (hierbei wird die Rohmilch unter hohem Druck (150-300 bar) durch eine feine Düse gegen eine Stahlwand gespritzt, wodurch die ursprünglich relativ großen Fetttropfchen so stark zerkleinert werden, dass die Trennung von Fett und Wasser (Rahmbildung) nach diesem Verfahrensschritt ausbleibt) wird dies verhindert, indem die Größe der Fetttropfchen auf unter 1 µm Durchmesser reduziert wird. Unter Homogenisierung versteht man die Herstellung einer einheitlichen (homogenen) Mischung verschiedener, nicht ineinander löslicher Komponenten.

Nun ist die natürliche Milch ein sehr komplexes System, in dem unter anderem Stoffe wie Phospholipide und Eiweiße eine Stabilisierung der Fett-Tröpfchen in der wässrigen Molke ermöglichen. Diese Stoffe konzentrieren sich insbesondere in den Grenzflächen zwischen Fett und Wasser und verhindern so ein Zusammenfließen der Fett-Tröpfchen (Aufrahmung).

Obwohl sie die gleiche Aufgabe haben wie die Emulgatoren der Neuzeit, sind ihre Funktionen wesentlich vielfältiger und vor allem durchweg physiologischer Natur.

#### **4.2.2.2 Seife**

Ein Kernseifenstück besteht vereinfacht praktisch aus einem reinen Emulgator, der in Verbindung mit Wasser Fette aufnehmen kann. Die Kernseife dient daher der Hautreinigung, d. h. der Entfernung von fettigen Verunreinigungen, aber auch von überschüssigem Hautfett. Mit demselben Emulgator können durch Mischen mit pflegenden Ölen, Wasser und wässrigen Pflegestoffen Öl-in-Wasser-Cremes (O/W-Creme) hergestellt werden. Diese Pflegecremes waren lange unter der Bezeichnung "Stearatcremes" bekannt; vereinzelt findet man sie heute noch, z. B. mit hohen Anteilen freier Stearinsäure im Hautschutzbereich. Sie sind abgelöst worden von meist rein synthetischen Emulgatoren, die eine Reihe Vorteile hinsichtlich ihrer Gebrauchseigenschaften bieten.

## **5. Literaturverzeichnis**

Hans-Dieter Dörfler, Grenzflächen- und Kolloidchemie, VCH, Weinheim, 1994

Laurier L. Schramm, Emulsions, Foams and Suspensions, VCH-Wiley, Weinheim, 2005

Julia Schlüpen, Entwicklung und Charakterisierung von Mikroemulsionen mit aromatischen Heterozyklen für die Elektropolymerisation, Forschungszentrum Jülich, Düsseldorf 2001

<http://www.optimags.de/Websitedeutsch/Applikationen/PharmaundKosmetik/Stabilitaet%20Emulsionen.htm>, 17.06.2006