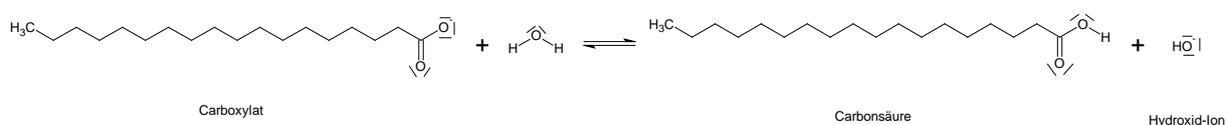


Gruppe 8 – eigener Versuch

Hydrolyse der Seife

Reaktion:



Zeitbedarf:

Vorbereitung: 10 min
 Versuchsdurchführung: 5 min
 Nachbereitung: 5 min

Chemikalien:

Chemikalien	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz (HessGiss)
Methanol	CH ₃ OH	40 mL	11- 23/24/25- 39/23/24/ 25	7-16- 36/37-45	T, F	S 1 (*)
Phenolphthalein	C ₂₀ H ₁₄ · C ₂ H ₅ OH/H ₂ O	wenige Tropfen	11	7-16	F	S 1
Kernseife	C ₁₇ H ₃₅ COONa	2 g	-	-	-	S 1

(*) Ersatzstoffprüfung ist besonders wichtig.

Geräte und Materialien:

- 2x Erlenmeyerkolben (250 mL)
- Becherglas (50 mL)
- Tropfpipette mit Pipettenhütchen
- Messzylinder

Versuchsaufbau:



Abb. 1: Erlenmeyerkolben mit den vorbereiteten Seifenlösungen

Versuchsdurchführung:

In ein Becherglas werden 10 mL Methanol und etwas Kernseife (ca. 2g) gegeben und verrührt, bis die Seife in Lösung gegangen ist. Nun werden je 5 mL dieser alkoholischen Seifenlösung in zwei Erlenmeyerkolben (250 mL) gegeben und beide Lösungsansätze mit je 5 Tropfen Phenolphthalein-Lösung versetzt. In den einen Erlenmeyerkolben werden 30 mL Wasser, in den anderen Erlenmeyerkolben 30 mL Methanol zugegeben.

Beobachtungen:

Die alkoholische Seifen-Lösung war vor Zugabe der 30 mL Methanol bzw. Wasser leicht getrübt und farblos. Nach Zugabe von 30 mL Methanol in den einen Erlenmeyerkolben lag eine klare, farblose Lösung vor. Nach Zugabe der 30 mL Wasser in den anderen Erlenmeyerkolben lag eine leicht getrübt zunächst farblose Lösung vor. Die Lösung färbte sich langsam rosa, bis eine deutliche Färbung wahrnehmbar war. Beim umschwenken bildeten sich Blasen an der Lösungsoberfläche.



Abb. 2: Alkoholische, klare und farblose Seifen-Lösung neben der wässrigen, leicht getrübt, rosafarbenen Seifen-Lösung

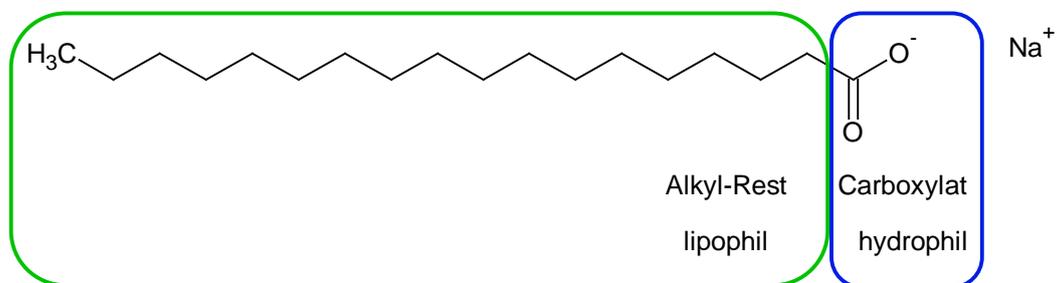
Entsorgung:

Alle Lösungen wurden in den Sammelbehälter für organische Lösungsmittel gegeben.

Fachliche Analyse:

Als Seifen bezeichnet man die Natrium- und Kaliumsalze langkettiger Carbonsäuren. Sie haben die besondere Eigenschaft der Amphiphilie. Mit ihrem Alkyl-Rest haben sie unpolare Eigenschaften und zeigen damit ein lipophiles Verhalten. Gleichzeitig können sie aufgrund ihres Carboxylat-Endes von protischen (H-Brücken bildenden) Lösungsmitteln solvatisiert werden. Sie zeigen mit dieser funktionellen Gruppe hydrophile Eigenschaften.

Salz einer Carbonsäure:



Gibt man das Natrium- oder Kaliumsalz einer langkettigen Carbonsäure in Wasser, so geht es aufgrund der polaren Eigenschaften des Carboxylats in Lösung. Dabei ordnen sich die Moleküle bevorzugt an der Wasseroberfläche an, so dass die Carboxylat-Gruppen in das Wasser getaucht sind, während die Alkyl-Reste aus dem Wasser ragen. Durch diesen Effekt wird die Oberflächenspannung des Wassers herabgesetzt.

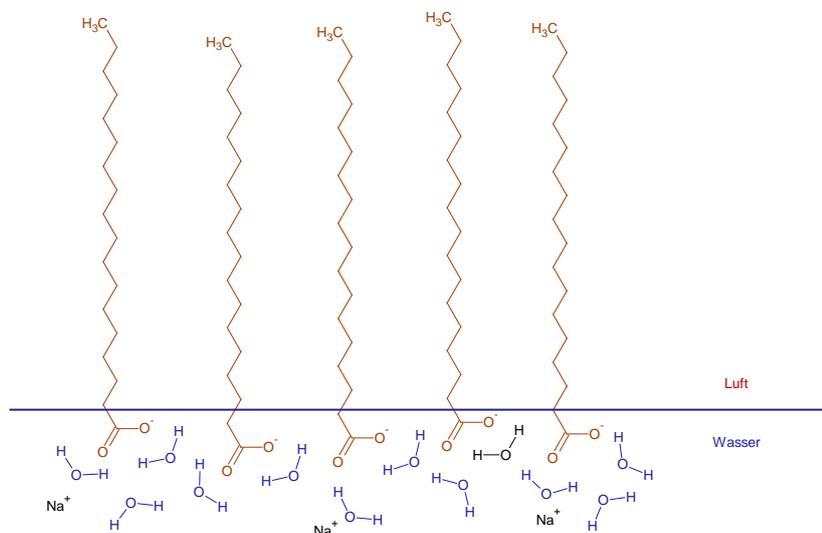


Abb. 3: Ausrichtung der Carbonsäure-Anionen an der Wasseroberfläche.

Ist die Konzentration der Seife so hoch, dass sich keine weiteren Carboxylat-Ionen mehr an der Wasseroberfläche anlagern können, so kommt es zur Bildung von Mizellen. Mizellen sind Aggregationen dieser Moleküle, bei denen alle hydrophoben Alkylketten der Säure versuchen denselben Raum zu besetzen, um den Kontakt zum polaren Wasser soweit wie möglich zu vermeiden. Dabei werden sie von den London-Kräften zusammengehalten.

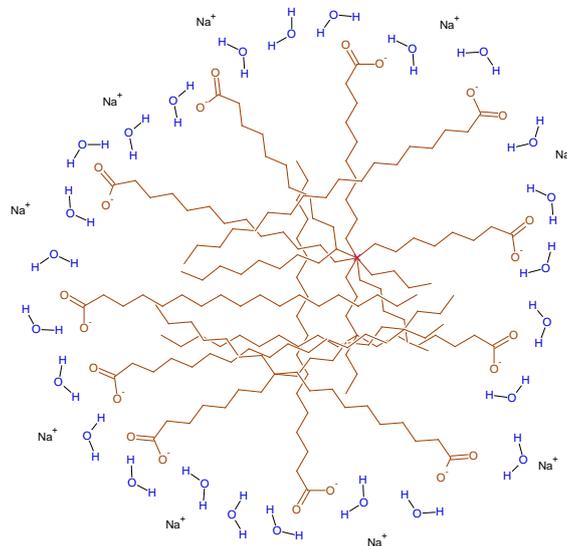


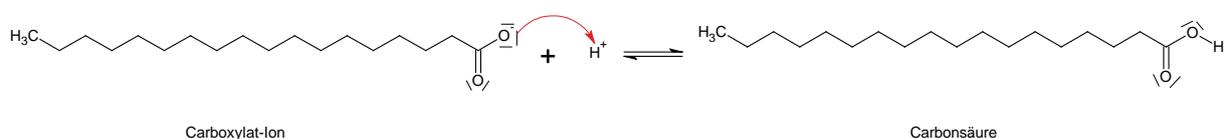
Abb. 4: Von einer Solvathülle umgebene Mizelle

Die polaren „Kopfgruppen“ der Carboxylate bilden einen kugelförmigen Wall um das Kohlenwasserstoffzentrum herum. Die Reinigende Wirkung von Seifen wird dadurch erreicht, dass normalerweise wasserunlösliche Stoffe wie z. B. Öle und Fette sich im kohlenwasserstoffartigen Inneren der Mizellen lösen. Die Mizellen haben somit die Funktion von „Schmutzträgern“ unpolarer Stoffe. Ebenso stellen die Carboxylat-Ionen an der Wasseroberfläche eine Verbindung zwischen unpolaren Flüssigkeiten und der Wasseroberfläche her. Man bezeichnet Seifen deswegen als grenzflächenaktive Substanzen. Sie zählen zur Gruppe der Tenside.

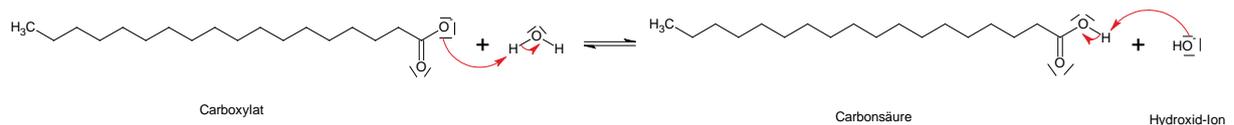
Liegt eine Seife in wässriger Lösung vor, so stellt sich ein System aus chemischen Gleichgewichten ein. Wasser ist ein Lösungsmittel, das ständiger Autoprotolyse unterliegt. Bei diesem Prozess dissoziiert ein Wassermolekül in ein Proton und ein Hydroxid-Ion.



Nähert sich ein Proton einem Carbonsäure-Anion, so reagieren die Ionen in einer Säure-Base-Reaktion zu einem Carbonsäuremolekül. Es handelt sich hierbei ebenfalls um eine Gleichgewichtsreaktion.

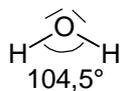


Auch wenn sich dieses Gleichgewicht auf der linken Seite befindet, so reicht der stattfindende Protonenentzug durch die Säurebildung aus, um das Dissoziationsgleichgewicht des Wassers (I) zu stören. Dieses wird durch das Entfernen der Protonen aus dem Gleichgewicht nach dem Prinzip von Le Chatelier auf die rechte Seite gezogen. Es kommt zu einer vermehrten Bildung von Hydroxid-Ionen. Zudem vermag das Carboxylat-Ion dem Wassermolekül unter der Bildung eines Hydroxid-Ions ein H-Atom zu abstrahieren. Durch diese Reaktion wird die Hydroxid-Ionen Konzentration abermals erhöht.

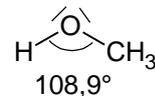


Wurde Phenolphthalein als pH-Indikator zugesetzt, so färbt sich dieser durch die erhöhte Hydroxid-Ionen Konzentration rosa. Damit liegt der pH-Wert der Seifenlösung in einem Bereich von $\text{pH} = 8,3$ bis $\text{pH} = 10$.

Liegt eine Seife-Methanol-Lösung, die ebenfalls mit dem pH-Indikator Phenolphthalein versetzt wurde, vor, so bleibt die Lösung dauerhaft farblos. Methanol ähnelt in seiner Struktur und in seinen Eigenschaften zwar dem Wasser, es neigt jedoch nicht zur spontanen Dissoziation.



Bindungswinkel von Wasser



Bindungswinkel von Methanol

Zudem ist das Carboxylat-Ion eine zu schwache Base, um das H-Atom der Hydroxy-Gruppe des Methanols zu abstrahieren. Es kommt nicht zur Bildung von Hydroxid-Ionen.

Methodisch-didaktische Analyse:

1. Einordnung

Der Versuch kann wie folgt in die Themengebiete des hessischen Lehrplans (G8) eingebettet werden.

Jahrgangsstufe u. Unterrichtseinheit	Themengebiet
12G.1	<u>Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht:</u> Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten an ausgewählten Beispielen (Lösungsgleichgewichte, Gasgleichgewichte, Säure-Base-Gleichgewichte, Redox-Gleichgewichte); Definition des chemischen Gleichgewichts; Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung; Statische und dynamische Vorstellungen.
12G.1	<u>Prinzip vom Zwang:</u> Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten

	durch Druck, Temperatur und Konzentration; Anwendungen des Prinzips vom Zwang in Natur, Technik und Industrie; z.B. Haber-Bosch-Verfahren; Ostwald-Verfahren; Kontakt-Verfahren; Hochofenprozess; Methanolherstellung; Gleichgewichte an Membranen.
12G.2	<u>Grenzflächenaktive Substanzen:</u> Waschmittel: Herstellung, Struktur und Eigenschaften von Seifen / synthetischen Tensiden; Erklärung der Waschwirkung; weitere Waschmittelinhaltsstoffe (z.B. Bleichmittel, Enzyme, Enthärter, Weißtöner); Belastung der Gewässer durch waschaktive Stoffe und ihre Hilfsmittel; Grenzflächenaktive Substanzen in Technik, Kosmetik, Textilindustrie etc..

2. Aufwand

Alle verwendeten Geräte zählen zur Standardausrüstung einer chemischen Sammlung. Die benötigten Chemikalien sind sehr preiswert und werden zudem in kleinen Mengen verbraucht. Der Versuch ist innerhalb einer Schulstunde durchführbar. Aufgrund der einfachen Versuchsanordnung sollte das Experiment auch als Schüllerversuch innerhalb einer Schulstunde durchführbar sein.

3. Durchführung

Der Versuch funktioniert sehr zuverlässig. Das Aufklaren der alkoholischen Seifen-Lösung sowie das Verfärben der wässrigen Seifen-Lösung sind gut aus der Nähe erkennbar. Die Schüler sollten somit nah am Versuchsgeschehen sein, um alle Effekte beobachten zu können. Nach HessGiss sind alle benötigten Chemikalien für Schülerexperimente ab der Sekundarstufe I zugelassen. Eine Ersatzstoffprüfung für Methanol ist vorgeschrieben. Insgesamt eignet sich der Versuch sehr gut für den Einsatz in der Schule. Sollten (z. B. bei kleinen Kursen) ausreichend viele Arbeitsplätze mit einem Abzug zur Verfügung stehen, so eignet sich der Versuch gut als Schülerexperiment.

Literatur:

- Versuchsvorschrift aus: M. Just, A. Hradetzky, **Chemische Schulexperimente, Band 4**, 2. Auflage, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 1977.
- K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore, **Organische Chemie, Dritte Auflage**, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2000.
- Charles E. Mortimer, Ulrich Müller, **Chemie, das Basiswissen der Chemie**, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2003.
- **HessGiss-Datenbank**, V 11.0 – 2006/2007.
- www.dguv.de, **GESTIS-Stoffdatenbank**, 2009, Zugriff: 22.06.09.
- **Lehrplan Chemie, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 7G bis 12G**, Hessisches Kultusministerium 2008.