

Musterlösung zu CP 4: Herstellung von Seife

- (1) (a) Grundbausteine sind Ionen. Seifen sind Natrium- oder Kaliumsalze von Fettsäuren, analog wie CuSO_4 (Kupfersulfat: $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) das Kupfersalz der Schwefelsäure darstellt.
- (b) Besonders an diesen Salzen ist, dass das Seifen-Anion R-COO^- ein extrem grosses mehratomiges Anion darstellt. Ungleich dem Kation – meist Na^+ oder K^+ – ist die Ladung nicht kugelsymmetrisch über das Anion verteilt, sondern nur über einen vergleichsweise kleinen Bereich wirksam. Der grösste Teil des Anions hat eher die Eigenschaften eines ungeladenen Moleküls aus der Gruppe der Kohlenwasserstoffe.

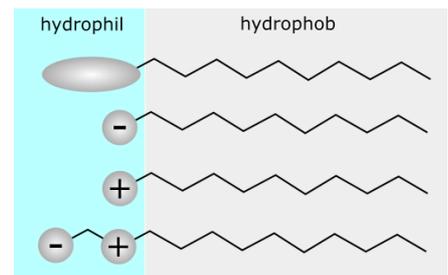
- (2) Fett + Natronlauge \rightleftharpoons Seife + Glycerin

Das Gleichgewicht verschiebt sich bei Erhöhung der NaOH -Konzentration nach rechts, da dadurch die Trefferwahrscheinlichkeit zwischen OH^- -Teilchen und Fettteilchen erhöht wird, wodurch die Konzentration des Fetts (Edukt) abnimmt und die Konzentration der Seife (Produkt) zunimmt.

- (3) Die reinigende Wirkung einer Seife beruht darauf, dass das Seifen-Anion als Löse-Vermittler zwischen Teilchen mit mehrheitlich apolaren oder nur schwach polaren Bindung (z.B. Fette) und Teilchen mit vorwiegend polaren Bindungen (z.B. Wasser) fungieren kann. Dies ist möglich, weil ein Seifen-Anion im selben Teilchen einen ionischen und einen molekülartigen Bereich aufweist. Dadurch kann es sozusagen als 'Adapter' zwischen Teilchen benützt werden, welche ausschliesslich einem dieser beiden entgegengesetzten Bau-Prinzipien zuzuordnen sind.

- (4) Tensid-Teilchen müssen 'Adapter-Wirkung' entfalten können. Dafür müssen sie einen ionischen oder zumindest stark polaren Molekülbereich (hydrophiler Bereich) und einen Bereich mit nur schwach polaren bzw. apolaren Bindungen (lipophiler Bereich) aufweisen:

- Nichtionisches Tensid (oberstes Bsp.)
- Anionisches Tensid (zweitoberstes Bsp.)
- Kationisches Tensid (zweitunterstes Beispiel)
- Amphoterer Tensid = Zwitterion (unterstes Bsp.)



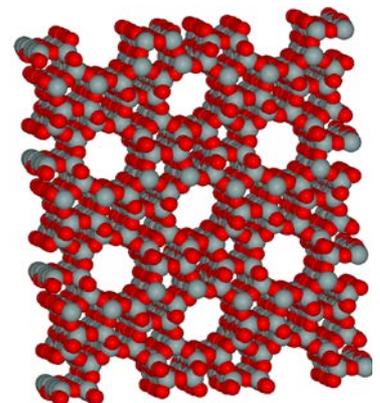
- (5) (a) Der Niederschlag, die so genannte Kalkseife, besitzt folgende Zusammensetzung:



Natrium- und Kaliumseifen sind (gerade noch) wasserlöslich, da ihre Gitterenergie nicht besonders hoch liegt. Beide Ionen sind nämlich einfach geladen. Bei der Kalkseife besitzt das Kation jedoch eine zweifach positive Ladung. Hier wirken daher stärkere Coulomb-Kräfte, so dass $\text{Ca}(\text{R-COO})_2$ deutlich schlechter lösbar ist.

- (b) $\text{Ca}^{2+} (\text{aq}) + 2 \text{R-COO}^- (\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}(\text{R-COO})_2 (\text{s})$

- (c)
- Wasser vorgängig deionisieren (durch Destillation)
 - Ionen wie Ca^{2+} , die zu schwerlöslichen Salzen führen, durch Ionentauscher aus dem Wasser entfernen. Als Ionentauscher kommen z.B. Zeolithe (ein Silikat) in Frage: Zeolithe haben Poren (vgl. Abb. rechts) und können die darin gebundenen Kationen (z.B. Na^+) gegen solche im Wasser (z.B. Ca^{2+}) austauschen, da diese stärker binden.) So wird auch das Wasser in der Geschirrspülmaschine entkalkt: Mit der Zeit muss man mithilfe eines Überschusses an Na^+ (Regeneriersalz enthält NaCl) die Poren wieder von Ca^{2+} -Ionen befreien.
 - Ionen wie Ca^{2+} , die zu schwerlöslichen Salzen führen durch Komplexbildner abfangen. Die entstehenden Komplexe sind wasserlöslich (durch Zugabe von Wasserenthärtern wie beispielsweise Calgon).



Mikroporöse Gerüststruktur eines synthetischen Zeoliths. Zeolithe sind Alumosilikate und bestehen aus AlO_4^- - und SiO_4 -Tetraedern.