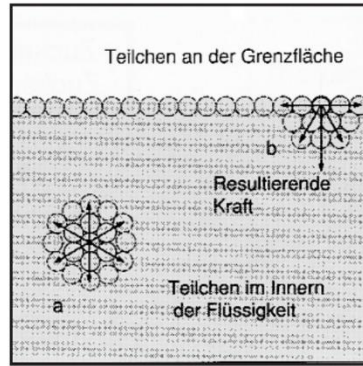
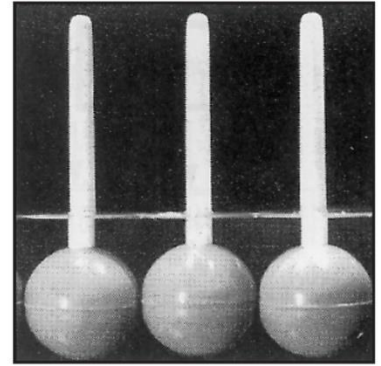


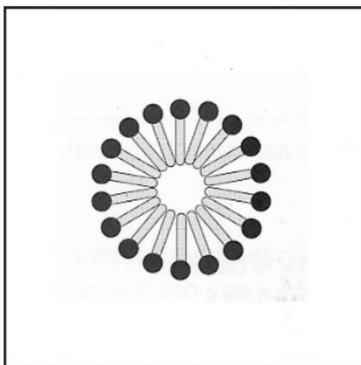
1 Wassertropfen auf hydrophobem Gewebe



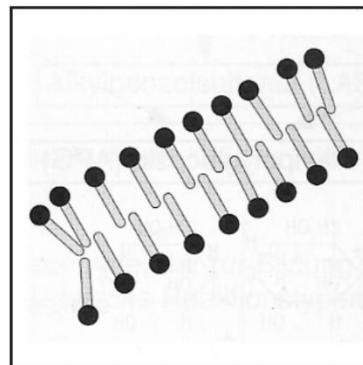
2 Wirkung zwischenmolekularer Kräfte im Inneren (a) und an der Oberfläche (b) einer Flüssigkeit



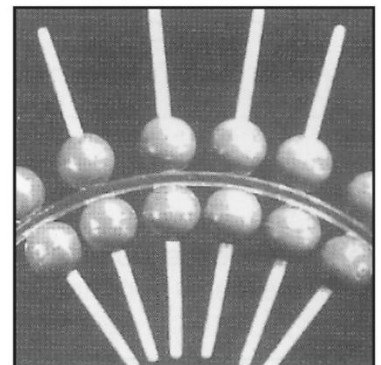
3 Modelle von Tensidanionen an der Wasseroberfläche



4 Eine Kugelmicelle



5 Eine Stabmicelle



6 Eine Tensidlamelle mit Modellen von Tensidanionen

sehr geringe Tensidkonzentrationen	geringe bis mittlere Tensidkonzentrationen	mittlere bis hohe Tensidkonzentrationen
Bevorzugte Orientierung der Tensidionen bzw. -moleküle an der Oberfläche. Nur sehr wenig Tensidteilchen innerhalb der Lösung.	Die Oberfläche ist mit Tensidionen bzw. -molekülen gesättigt. Innerhalb der Lösung beginnt die Bildung von Micellen.	Die Oberfläche ist mit Tensidionen bzw. -molekülen gesättigt. Überwiegend Tensidteilchen innerhalb der Lösung in Form von Kugel- und Stabmicellen.

7 Angaben zur Orientierung von Tensidmolekülen in wässriger Lösung

Aufgaben:

1. Kommentieren Sie die Abbildungen 1 und 2.
2. Gegeben sind die Oberflächenspannungen einiger Flüssigkeiten bei 20 °C: Quecksilber: 470 mN·m⁻¹; Wasser: 73 mN·m⁻¹; n-Hexan: 18 mN·m⁻¹; wässrige Seifenlösung: 26 mN·m⁻¹. Warum unterscheiden sich die Oberflächenspannungen von Quecksilber, Wasser und n-Hexan?
3. Begründen Sie die Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers durch eine Tensidlösung (Abbildung 3).
4. Abbildung 4 zeigt eine Kugelmicelle, Abbildung 5 eine Stabmicelle. Erklären Sie mit Hilfe von Tabelle 7 den Begriff kritische Micellbildungskonzentration.
5. In Abbildung 6 ist eine Tensidlamelle mit Modellen dargestellt. Das Plexiglas stellt eine dünne Wasserschicht dar. Erklären Sie mit Hilfe von Abbildung 6, warum alle Tensidlösungen beim Schütteln stark schäumen.

1. Der Zusammenhalt der Flüssigkeit beruht auf den zwischen den Wassermolekülen wirkenden Anziehungskräften, den Kohäsionskräften. Ein Molekül im Inneren einer Flüssigkeit ist überall von Nachbarmolekülen umgeben. Die zwischen den Molekülen wirkenden Kräfte heben sich deshalb auf (a). Ein Molekül an der Oberfläche, der Grenzfläche zu Luft, ist dagegen nur an den Seiten und dem Inneren der Flüssigkeit von Nachbarmolekülen umgeben. Die anziehenden Kräfte heben sich deshalb nicht auf, sondern setzen sich zu einer resultierenden Kraft zusammen, die senkrecht zur Oberfläche in das Flüssigkeitsinnere gerichtet ist (b). Als Folge davon versucht jede Flüssigkeit, eine möglichst geringe Oberfläche einzunehmen, es entsteht die typische Tropfenform.
 2. Die Größe der Oberflächenspannung wird durch die Stärke der Kohäsionskräfte festgelegt. Zu diesen gehören: van-der-Waals-Kräfte, Dipolkräfte, Wasserstoffbrückenbindungen, metallische Bindungen. Die Kohäsionskräfte im Quecksilber sind wegen der metallischen Bindung sehr stark. Zwischen den Wassermolekülen herrschen ebenfalls, verursacht durch Wasserstoffbrückenbindungen, große Anziehungskräfte. Die Größe der van-der-Waals-Kraft steigt mit der Molekülgröße. Bei kleinen, unpolaren Molekülen wie n-Hexan mit einer molaren Masse unter $100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ist die Anziehungskraft der Moleküle untereinander wesentlich geringer als dies bei den anderen genannten Kohäsionskräften der Fall ist.
 3. Aufgrund ihrer besonderen Struktur (siehe Arbeitsblatt „Struktur der Tenside“) und der daraus resultierenden Grenzflächenaktivität halten sich Tensidionen (der anionischen, kationischen und amphoteren Tenside) und Tensidmoleküle (der nichtionischen Tenside) bevorzugt an der Wasseroberfläche auf. Der hydrophobe Teil ragt aus der Lösung, der hydrophile Anteil wird von einer Hydrathülle umgeben. Dadurch wird der starke Zusammenhalt der Wassermoleküle untereinander gestört. Die Oberflächenspannung wird herabgesetzt.
 4. Alle Tensidionen bzw. -moleküle, die an der Oberfläche keinen Platz finden, bilden in wässriger Lösung Micellen. Diese sind so strukturiert, daß der hydrophile Anteil der Tenside in Richtung wässrige Lösung ragt. Oberhalb der kritischen Micellbildungskonzentration (c.m.c.) kommt es zur Ausbildung der Micellen. Erkennbar ist dies durch den Tyndalleffekt.
- Anmerkung:** Micellen bestehen im Durchschnitt aus etwa 50 bis 1000 Tensidionen bzw. -molekülen, wobei nichtionische Tenside größere Micellen als ionische Tenside bilden. Diese Anordnung ist energetisch wesentlich günstiger als eine gleichmäßige molekulare Verteilung in der Lösung.
5. Tenside halten sich bevorzugt an Grenzflächen auf. Wird die Oberfläche des Wassers durch starke mechanische Bewegung vergrößert, so wird sie sofort von Tensidanionen belegt. Tenside begünstigen also die Ausbildung einer großen Oberfläche. Eine Schaumlamelle entsteht durch eine Tensiddoppelschicht. Eine dünne Wasserschicht wird dabei von beiden Seiten von einer Tensidschicht umgeben. Starke polare Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen und dem hydrophilen Anteil der Tenside einerseits, van-der-Waals-Kräfte zwischen den unpolaren Tensidanteilen andererseits stabilisieren die Lamelle. Verdunstet die dünne Wasserschicht, so stoßen sich die gleichsinnig geladenen Tensidanionen ab, die Schaumblase platzt.

—>Vergl. auch Kopiervorlage 2.7